



▶ 장정환 · 문영훈

Focus

Contents

● Focus(장정환, 문영훈)	1~5
● Focus(박성진)	5~8
● 연구개발동향(유지훈)	8~13
● 연구개발동향(홍현선)	14
● 기업소개(박재열)	15~18
● 센터소개(홍현선)	19~22
● 센터소개(이창규)	23~25
● 원자재가격동향(홍현선)	25~29
● 특허동향(김진천)	29~36
● 아시아시장전망(김휘준)	36~39
● 강습회소개(하국현)	39~40
● 에세이(권영순)	41~43

발행인 : 한유동
 편집인 : 김영도
 발행처 : (사)한국분말야금학회
 인 쇄 : 2012년 12월 28일
 발 행 : 2012년 12월 28일
 전 화 : (02)539-4603
 팩 스 : 0303-0947-4603
 이메일 : kpmi@kpmi.or.kr

제 작 : (주)한림원
 전 화 : (02)2273-4201
 팩 스 : (02)2266-9083

(사)한국분말야금학회

서울시 강남구 역삼동 635-4
 과학기술회관 신관 908호
 URL : http://www.kpmi.or.kr

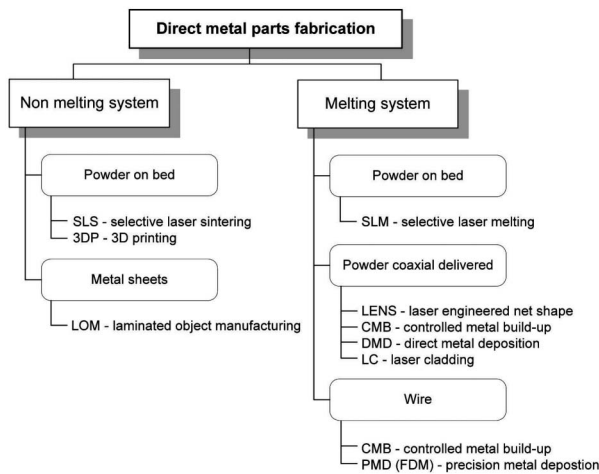
금속분말의 레이저 공정 기술 동향

장정환, 문영훈(부산대학교 기계공학부/교수)

1. 개요

레이저는 에너지를 집중시켜 재료를 가공할 수 있는 장점을 가지고 있어 많은 관련 응용기술이 연구되어 왔다. 쾌속 조형법으로도 불리는 쾌속 성형(rapid prototyping, RP) 공정은 레이저 용융 공정을 이용한 대표적인 방법으로, 컴퓨터로 작업된 가상의 3차원 CAD 모델을 고분자, 금속 등의 분말을 이용하여 층별로(layer-by-layer) 적층하여 부품을 제작하는 방법으로, 제품 설계부터 시제품 제작과 완제품의 대량생산까지 제품 생산시간을 단축시킬 수 있는 장점이 있으며 보다 일반적인 명칭으로 적층 조형법(layered manufacturing, LM)이라고도 한다. 이러한 적층 조형공정은 개발 초기에는 자동차와 항공 산업에서 주로 응용되었으나, 현재는 전자, 가전 산업, 중공업 및 건축 등 거의 모든 산업에서 설계된 제품의 예비 검증과 2차 공정을 위한 원형제작에 응용되어 제품개발에 소요되는 시간과 비용을 절감하는 필수적인 공정으로써 사용되고 있다. 적층 조형공정에 사용되는 재료로는 플라스틱, 금속, 세라믹 등이 있으며 레이저로 용융 가능한 거의 모든 재료가 이용 가능하다. 적층 조형공정에서 금속 분말을 사용한 적층법은 그림 1과 같이 분류할 수 있다. 소결을 이용한 공정으로는 선택적 레이저 소결 공정(selective laser sintering, SLS), 접착제를 이용한 박판 재료 적층 공정(laminated object manufacturing, LOM) 및 3차원 프린팅 공정(three-dimensional printing, 3DP) 등이 있다. 용착을 이용하는 공정으로는 선택적 레이저 용융(selective laser melting, SLM), 용착 조형 공정(fused deposition manufacturing, FDM), Optomec 사에 의해서 상용화된 LENS(laser-engineered net shape), POM사에 의해서 상용화된 DMD(direct metal deposition) 등이 있다.

선택적 레이저 소결 공정은 저출력의 레이저를 이용하여 분말 등의 재료를 완전 용융시키지 않고, 상대적으로 낮은 강도의 소결체를 만드는 기술이다. 선택적 레이저 용융 공정은 높은 레이저 에너지 밀도를 사용하는 것을 제외하고는 선택적 레이저 소결과 공정절차가 동일하다. 레이저 클래딩 공정은 부품 등의 표면 특성을 보완하기 위한 표면 개질법의 하나로, 기지금속 표면에 내마모성, 내식성 및 내열성 등 필요한 성질을 부여하기 위하여 이중금속을 표면상에 부가하면서 레이저 빔을 이용하여 두 재질을 용융시켜 접합하는 공정기술이다. 이러한 공정들은 금속분말의 종류 및 레이저 출력, 주사속도, 주사간격 등의 공정조건에 따라서 용융 거동에 직접적으로 영향을 미치게 되며, 부품 및 시작품 제작이 복잡하거나 비싼 장비를 사용하지 않고도 신속하고 경제적인 방법으로 해결하려는 경향이 증가함에 따라, 쾌속조형기술로 연구 발전되고 있다.

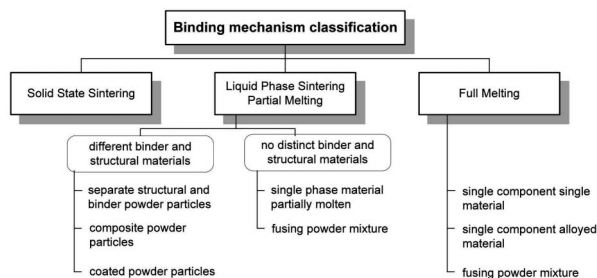


[그림 1] 금속분말을 사용한 적층 조형공정 분류

본 회보에서는 지금까지 연구 및 소개된 선택적 레이저 소결/용융 및 레이저 클래딩의 공정 기술에 대한 설명과, 금속 분말을 이용한 응용 분야 및 현황 등을 소개하고자 한다.

2 분말 용융의 분류

선택적 레이저 소결과 선택적 레이저 용융은 그림 2에 보인 분말의 입자간 결합 형태에 따라 구분할 수 있다.



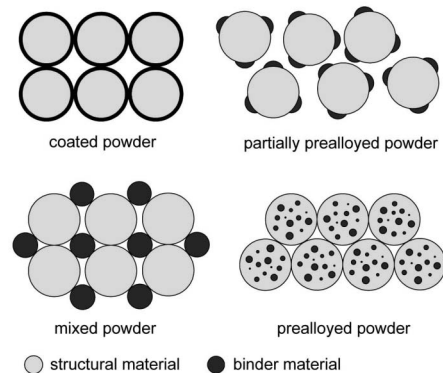
[그림 2] 분말의 입자간 결합 형태

2.1 고체 입자간 결합(solid state sintering)

고체 입자간 결합은 레이저 열원에 의해 재료의 용융 온도 아래에서 표면 또는 입자 경계부를 따라 입자 사이에 목(necks) 형성이 이루어지면서 용융·소결된다. 이러한 결합 메커니즘은 고체 상태에서의 원자 간 확산에 의해서 진행되기 때문에 소결체의 형성까지는 많은 시간이 소요된다. 그러므로 공정 생산성을 위한 빠른 주사속도를 요구하는 공정과는 맞지 않다. 이를 보완하기 위해서 원자확산속도를 증가시키고, 적당한 레이저 스캔속도를 얻기 위해서는 고체 입자간 결합, 액상 소결 결합 및 화학적 결합을 이용한 초기 레이저 강화 이후에 세라믹 재료나 분말재료에 예열을 하기도 한다.

2.2 액상 소결(liquid phases sintering)

액상 소결 입자간 재정립 속도가 빠르고, 액체유동에 의한 결합이기 때문에 고체 입자간 결합보다 급속 조형을 더 신속히 할 수 있다. 액상 소결은 녹는점이 낮은 재료와 녹는점이 높은 재료가 복합되어 있는 상태에서 열에 의해 녹는점이 낮은 재료는 녹지만, 녹는점이 높은 재료는 고체 상태로 존재하게 된다. 이 때 액체상태로 존재하는 녹는점이 낮은 재료가 접합체와 같은 역할을 하여 고체상태의 녹는점이 높은 재료와 서로 결합하면서 소결되는 원리이다. 녹는점이 낮은 재료를 접합체 역할을 하는 바인더 재료(binder material)라 하고, 녹는점이 높은 재료를 구조 역할을 하는 재료(structural material)라 하며, 재료 역할에 따라 그림 3과 같이 구분된다.



[그림 3] 바인더/구조 재료의 차이

- 코팅 분말(coated powder)- 바인더 재료가 구조 재료 주위에 코팅이 된 코팅 입자의 사용, 바인더 재료가 우선적으로 레이저 열원을 흡수·용융되어 바인더 재료 간 결합
- 혼합 분말(mixed powder)- 서로 다른 두 종류 분말의 혼합물, 즉 바인더와 구조 역할의 분말 재료 사용
- (부분)예비합금 분말((partially) prealloyed powder)- 바인더와 구조 재료를 포함한 미세 복합 구조를 가진 복합 분말의 사용

서로 다른 바인더 및 구조 재료를 적용할 때는 폴리머 바인더-금속 구조 재료, 금속 바인더-세라믹 구조 재료 및 낮은 용융 금속-높은 용융 금속 등과 같이 서로 다른 성질을 가지는 재료를 목적에 맞게 사용하게 된다.

2.3 부분 용융(partial melting)

부분 용융은 바인더와 구조 재료의 구분이 뚜렷하지 않은 경우에 이용된다. 선택적 레이저 소결 공정조건들은 단상 재료나 혼합 분말을 사용하여 오직 분말 입자의 부분적인 용융에만 작용하게 된다. 레이저 열원으로 전체 분말 입자를 용융시키지 않고 분말 입자 경계부만 용융시키게 되며, 분말 입자의 중심부는 여전히 고체 상태로 존재한다. 이때의 용융 재료는 입자 사이에 목을 형성, 바인더 역할을 하게 된다.

2.4 완전 용융(full melting)

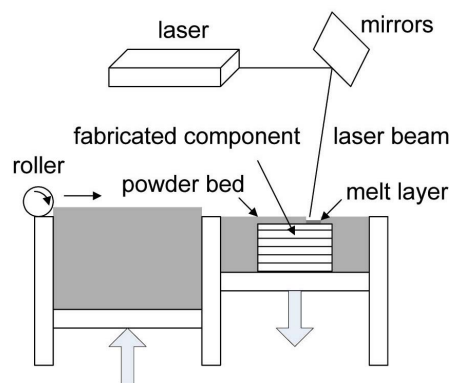
완전 용융은 다른 치밀화 공정 없이 99.9% 이상의 완전 소결체를 얻기 위해서 사용되며, 선택적 레이저 용융 공정이 이에 해당된다. 완전 용융은 한 번의 공정으로 조밀한 밀도를 가지는 부품 등을 생산할 수 있는 장점이 있지만, 높은 온도 구배와 치밀화에 따른 높은 내부 응력과 뒤틀림 등을 일으킬 수 있으며, 볼링(balling) 등으로 인하여 거친 표면이 형성될 수 있다.

3. 레이저 용융 공정 기술

3.1 선택적 레이저 소결(selective laser sintering; SLS)

스트레오 리소그래피(stereo-lithography) 기술을 이용한 가공 부품은 폴리머의 특성상 기능 부품으로의 직접적 사용이 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 1986년 미국 텍사스 오스틴 대학교에서 개발되어 현재 미국 DTM 사에 의해 상용화된 선택적 레이저 소결 방법은 CO₂ 레이저를 사용하여 부분적으로 분말을 소결 또는 용융하여 시제품을 제작하는 패속조형 기술이다. 그림 4는 선택적 레이저 소결 공정 시스템을 나타낸다. 현재 선택적 레이저 소결 공정은 공구나 시작품 등을 생산하기 위해 사용되며, 기존의 방법에 비해 생산 속도 및 비용 절감 등의 이점이 있다. 공정 순서는 먼저 모재에 분말을 공급한 후, 분말을 일정 높이로 도포하게 된다. 도포된 분말 표면에 레이저 에너지 밀도를 이용하여 원하는 형상으로 레이저 빔을 주사하면 분말과 모재, 분말과 분말 사이에 용융, 부분 용융 또는 분말 입자 표면에 다른 분말이 코팅되며, 이전 소결 층과의 충분한 결합을 위해서 각각의 층은 충분한 깊이로 소결된다. 사용하는 분말의 크기가 표면의 조도를 결정하게 되며, 다양한 종류의 재료가 개발되어 있다. 선택적 레이저 소결 공정에서는 소결 재료 코팅된 재료를 사용하기 때문에 금속분말이나 모래 등도 재료로 사용할 수도 있다. 금속분말이나

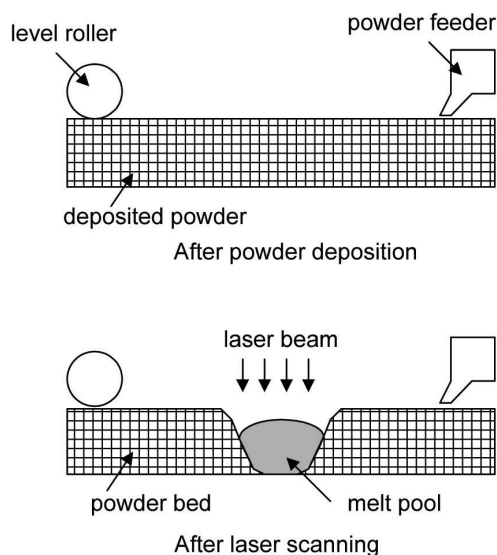
모래 등으로 성형된 파트는 수지나 왁스 등의 재료보다 강도 면에서 좋은 특성을 가지고 있기 때문에 공구 등으로의 응용이 가능하게 된다.



[그림 4] 선택적 레이저 소결 공정 시스템

3.2 선택적 레이저 용융(selective laser melting; SLM)

선택적 레이저 용융 공정은 선택적 레이저 소결 공정에 비해 높은 레이저 에너지 밀도를 이용하여 분말의 완전 용융 시키는 공정이다. 그림 5는 선택적 레이저 용융 공정에서의 분말 용융 층 형성에 대해서 나타낸 것이다. 분말의 완전 용융을 위해서는 용융된 부분의 산화 방지는 필수적이다. 또한, 높은 에너지 밀도에 의한 완전 용융으로 인하여 응고 후 수축이 발생할 수 있으며, 열팽창으로 인한 용융 층의 뒤틀림, 균열 및 정밀도 등의 문제도 발생된다. 이러한 문제점들을 해결하기 위하여, 챔버 내부를 질소 또는 아르곤 가스 등을 이용하여 산화를 방지하거나, 특정 온도로 챔버 내부 또는 모재를 예열하기도 한다.

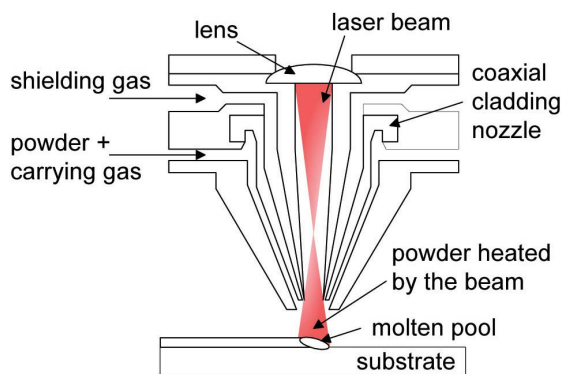


[그림 5] 선택적 레이저 용융 공정 모식도

3.3 레이저 클래딩(laser cladding, LC)

레이저 클래딩 공정은 선택적 레이저 소결/용융 공정과 달리 분말이 미리 플랫폼 위에 도포되지 않고, 금속 분말 또는 와이어를 노즐을 통해 적층대상 부위에 직접 공급하며 레이저로 동시에 용융시키는 기술이다. 레이저 표면처리 기술로부터 발전된 이 방식의 특징은 고 출력 레이저를 사용하여 노즐을 통해 공급되는 금속 분말을 용융시켜 비드를 생성하는 것이다. 레이저 합금화와는 달리 용가재의 성질을 잘 살릴 수 있으며, 모재의 표면층만 녹여 용융 접합하므로, 모재의 변형을 최소화할 수 있다. 레이저 클래딩 공정에서 레이저 빔 출력, 주사속도, 분말 도포 양(속도) 등의 공정변수는 클래딩 층의 품질을 결정하는 중요한 요소들이다. 성공적인 클래딩 층을 형성하기 위해서는 분말의 용융과 용융 층의 균질화 등이 중요하다.

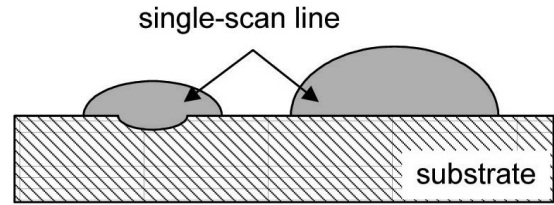
가장 널리 이용되는 분말 분사 방법은 불활성 가스(inert gas)의 흐름을 통해 레이저 빔으로 분말이 분사하게 되면 레이저 빔에 의해 분말이 용융되면서 모재부와 결합하게 된다. 그림 6에 대표적인 레이저 클래딩 공정 시스템을 나타내었다. 레이저 빔은 중심부의 노즐을 통해 주사되며, 렌즈는 차폐가스(shielding gas)에 의해서 보호된다. 분말은 클래딩 노즐을 통해 분사되며, 모재 표면으로 레이저 빔의 주사와 함께 클래딩 층이 형성된다.



[그림 6] 레이저 클래딩 공정 시스템

레이저 클래딩 공정에서는 레이저 출력과 주사속도 외에도 분말 분사 속도가 중요한 변수 중에 하나이다. 용융 층으로의 분말 도포 양은 분말의 분사 속도에 의해서 결정된다. 그림 7은 용융 층 형성에 있어서의 분말 분사 속도의 영향을 나타낸다. 분말 분사 속도가 느린 경우, 클래딩 된 높이와 접촉각은 낮으며, 모재부로의 재용융 층의 깊이가 깊어진다. 이와 반대로 분말 분사 속도가 빠른 경우, 단위 체적당 분말이 흡수하는

레이저 에너지가 감소하기 때문에 클래딩 되는 높이와 접촉각이 증가하게 된다.



[그림 7] 분말 분사 속도에 따른 용융 층 형성 차이

4. 응용 분야

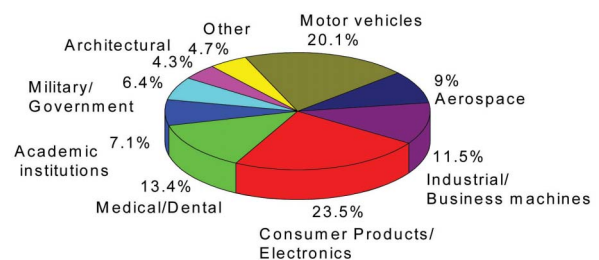
레이저 용융 공정은 분말로 만들 수 있고 열에 의해 녹거나 소결되는 성질을 가지는 거의 모든 재료를 사용할 수 있는 장점이 있다. 그림 8은 금속분말 종류에 따른 레이저 용융 공정 기술 적용 예를 나타낸 것이다.



[그림 8] 금속분말의 종류에 따른 레이저 용융 공정 기술 적용 예

레이저 용융 공정은 모델링 또는 시작품이 아닌 직접 제품을 생산하는 방식은 제품의 설계를 유연하게 하고, 조립 및 마무리 공정 등을 줄여 공정의 단순화를 통한 초기제품 생산시간을 줄일 수 있으며, 고가의 소량 다품종 생산에 유리한 이점을 이용해 생체 및 의학용품 등에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

현재 세계적으로 20여 가지 이상의 쾌속조형기술들이 상용화되었으며, 새로운 공정 개발을 위한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 이러한 기술은 그림 9에서 보인 것과 같이 다양한 분야에 적용되고 있다.



[그림 9] 쾌속조형기술 적용 현황

5. 향후 전망

금속분말의 레이저 용융 공정은 상업적 적용 및 발전 가능성이 크다. 초기의 레이저 용융 공정은 폴리머를 재료로 한 시작품 제작 등에 이용되었으나, 현재에는 금속 재료 등의 실제 최종 생산품의 제작 및 적용되고 있으며, 재료의 소량 다품종화 되고 고 기능성을 필요로 하는 의학분야 등에서 그 필요성이 부각되고 있다.

현재 금속을 바인더와 혼합하여 금형 인서트를 제작하는 방법은 상용화되었으나 후처리 시간이 많이 소모되며 후처리 작업 시 정밀도가 저하된다. 이와 같은 문제를 해결하고자 직접 금속 소재를 용융하여 원하는 시제품을 제작하는 방법들이 연구되고 있으며 일부 상용화되었고, 산업계를 시초로 의료, 자동차, 항공 엔진 부품 등 다양한 분야에 적용 가능성이 검토되고 있다.

분말공정에서의 수치해석 기법

박성진(포항공과대학교 기계공학과/교수)

1. 서론

분말을 이용한 제조공정에 대한 수치모사(Numerical Simulation)에 대한 연구가 오랜 동안 진행되어 오면서 이제는 실제 산업에서 쓸 수 있을 정도의 기술적 수준으로 발전하였다. 이러한 수치모사 기술은 크게 두 가지 요소로 발전하였다. 하나는 공정에서의 재료 거동을 포함한 전체 공정에 대한 모델(Model)의 개발이고 또 다른 하나는 컴퓨터를 이용한 수치해석(Numerical Analysis) 기술의 발전이다.

개발된 수치모사를 이용하기 위하여는 세 가지 Input이 필요한데, 이는 재료의 물성과 공정 조건과 제품 및 금형의 형상을 포함하고 있다. 이 중 재료의 물성을 빠르고 경제적으로 측정하는 방법을 개발하는 것이 매우 중요하며 형상은 3차원 CAD로부터 격자(Mesh)를 만드는 작업을 포함한다.

정확한 Input으로 수치모사를 실행하면 그 결과로 재료의 상태를 나타내는 압력, 밀도, 온도, 힘과 관련된 운동학 변수(Kinetic Parameter)인 응력(Stress), 힘에 대한 재료의 반응으로 나타나는 기구학 변수(Kinematic Parameter)인 변위 및 속도 또는 변형률(Strain), 및 변형률속도(Strain Rate) 등의 변수들의 값을 시간과 공간에서 얻을 수 있게 된다.

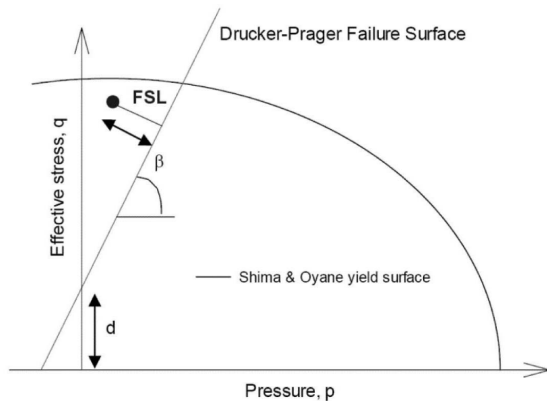
이러한 결과를 얻기 위하여 질량, 에너지(Energy), 모멘텀(Momentum) 보존법칙(Conservation Law)과, 상태방정식(Equation of State), 및 재료의 거동을 나타내는 구성방정식(Constitutive Relation)이 수치해석 프로그램 내부에 들어있다. 이들 식은 대부분 미분방정식 형태로 되어 풀기 위해서는 있어 초기조건과 경계조건들이 필요한데, 이는 Input 조건 중 공정 조건에 해당한다. 이를 수치해석으로 풀기 위하여 유한차분법(FDM, Finite Difference Method), 유한요소법(FEM, Finite Element Method), 경계요소법(BEM, Boundary Element Method) 등의 수치해석 기술이 사용된다.

본 글에서는 금형압축(Die Compaction), 분말사출성형(PIM, Powder Injection Molding), 및 소결(Sintering)의 수치해석 기술 및 그 응용에 대해서 기술하고자 한다.

2. 금형압축(Die Compaction)

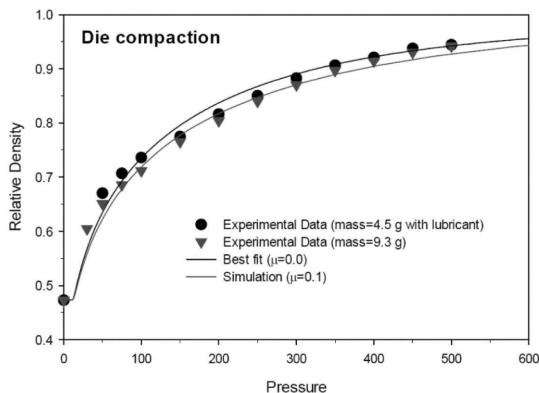
금형압축은 분말을 압축하여 형상을 만드는 제조공정으로 이를 수치모사하기 위하여는 분말재료가 금형 안에서 가해지는 압력에 대해서 어떻게 변형하는가에 대한 물리적인 모델링이 중요하다. 이에 대하여 Cam-Clay

모델, Drucker-Prager-Cap 모델, Shima-Oyane 모델 등이 제안되었다. 그림 1에서 분말 재료에 가해지는 응력 상태가 Shima-Oyane 항복면(Yield Surface)과 만나면 치밀화(Densification)이 일어나고 Drucker-Prager파단면(Failure Surface)를 만나면 파손(Crack)이 발생하게 된다.



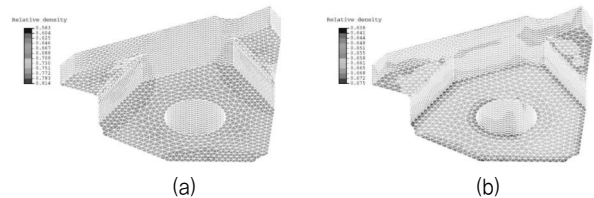
[그림 1] Shima-Oyane항복면과Drucker-Prager파단면을 바탕으로 하는 판단분리길이(FSL, Failure Separation Length)의 정의 (d: offset stress, β : slope)

일단 Shima-Oyane항복면과Drucker-Prager파단면에 대한 수식이 정의되면, 이 수식에 대한 물성을 측정하기 위한 실험이 필요하다. Shima-Oyane항복면에 대해서는 단순한 원기둥 형상에 대한 금형압축 실험을 통하여 그림 2와 같이 압력과 밀도의 관계를 나타내는 압축성 곡선(Compressibility Curve)을 얻어야 하며, Drucker-Prager 파단면에 대해서는 Brazilian 실험이 필요하다. 또한 압축성 곡선과 수치모사를 동시에 이용하여 마찰력계수를 구할 수 있다.



[그림 2] Shima-Oyane항복면을 얻기 위한 압축성 곡선

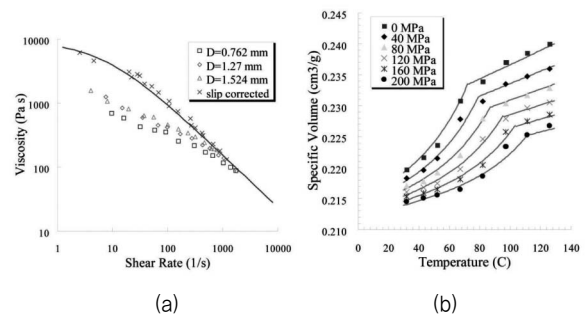
금형압축 후에 성형된 제품은 재료의 변형 거동과 금형과의 마찰력에 의하여 설계자가 원하지 않는 밀도 구배가 생긴다. 이것이 소결과정에서 변형의 원인이 되므로 최소화 하여야 한다. 그림 3에서 공구에 사용되는 Tool Tip인데 (a)는 초기 설계이네 밀도분포가 58.3~81.4%인데 소결 후 파손이 발생한 반면, (b)는 최적화된 공정조건으로 밀도 구배를 63.8~67.5로 매우 균일하게 되어 소결 후 양품으로 판명되었다. 그리고 최근 사용되는 NC 압축성형과 같이 형상이 복잡하고 펀치(Punch)의 수가 많아지는 경우 실험에 의해서만 개발하는 것에 한계가 있으므로 PIM 성형 해석이 필수적으로 병행되어야 한다.



[그림 3] 공구에 사용되는 Tool Tip의 압축성형의 밀도 구배

3. 분말사출성형(PIM, Powder Injection Molding)

분말사출성형은 고분자로 이루어진 Binder를 이용하여 플라스틱과 동일한 복잡한 형상을 만드는 성형공정이다. Binder를 녹여서 유동이 가능하게 하여 플라스틱 사출 성형 공정을 가능하게 하는데, 분말은 사출성형 온도와 압력 상태에서는 변형이 거의 없기 때문에 Binder의 유변학적 거동(Rheological Behavior)을 이해하는 것이 매우 중요하다. 분말과 Binder를 혼합한 Feedstock에 대한 충전공정(Filling Stage) 및 패킹공정(Packing Stage) 수치모사를 위하여 그림 4와 같이 점성과 PvT 실험을 통하여 점성모델 및 PvT 모델에 대한 재료 물성을 얻어야 한다.

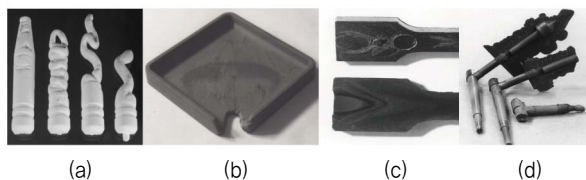


[그림 4] PIM Feedstock의 (a) 점도 및 (b) PvT에 대한 실험 및 모델링 데이터

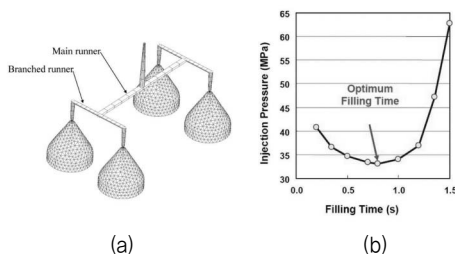
PIM의 충전공정, 패킹공정, 및 냉각공정(Cooling Stage) 해석을 통하여 그림 5에서 보이는 각종 결함들을 사전에 발견할 수도 있고 최적설계를 통하여 금형 및 공정조건을 제시할 수도 있다. 각 공정별로 이를 정리하면 아래와 같다.

- 충전공정
 - 사출압(Injection Pressure)을 최소화하는 최적 충전시간 (그림 6 참조)
 - 분말의 분포를 일정하게 하기 위한 최적 사출속도분포(Ram Speed Profile)
 - 사출압을 최소화하는 최적 게이트 위치
- 패킹공정
 - 균일한 수축을 위한 최적 패킹분포(Packing Profile)
 - 최적 패킹시간 예측
- 냉각공정
 - 균일한 금형온도를 얻기 위한 최적 냉각시스템 설계
 - 최적 냉각 시간의 예측

그림 7은 터보차저(Turbocharger)의 로터(Roter) 부품 개발에 활용되고 있는 해석을 보여준다. 이렇게 복잡한 형상은 실험에 의해서만 개발하는 것에 한계가 있으므로 PIM 성형 해석이 필수적으로 병행되어야 한다.



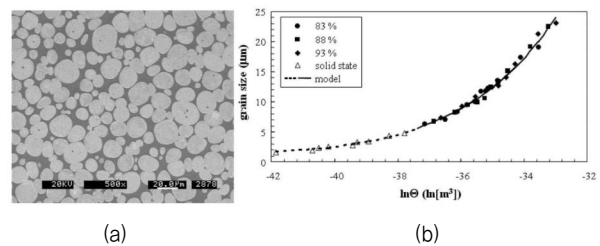
[그림 5] PIM의 충전 공정에서 흔히 발견되는 결함들: (a) jetting, (b) short shot, (c) powder-binder separation, and (d) flashing.



[그림 6] 공정조건 최적화: (a) 형상 및 (b) 최적충진시간

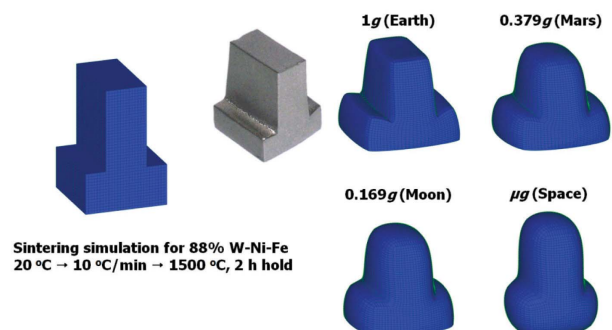
4. 소결(Sintering)

형상을 성형한 후 밀도를 올리는 소결공정이 이어지는데, 이 소결공정의 수치모사를 위하여는 소결 온도에서 일어나는 그림 7과 같은 결정립성장(Grain Growth)와 소결의구동력(Driving Force)인 소결응력(Sintering Stress)에 대한 모델이 필요하다. 이와 함께 치밀화에 대한 저항인 체적점성계수(Bulk Viscosity)와 변형에 대한 저항인 전단점성계수(Shear Viscosity)의 모델이 필요하다.



[그림 7] WHA(Tungsten Heavy Alloy)의 소결에서의 결정립 성장에 대한 (a) 미세구조와 (b) 모델링

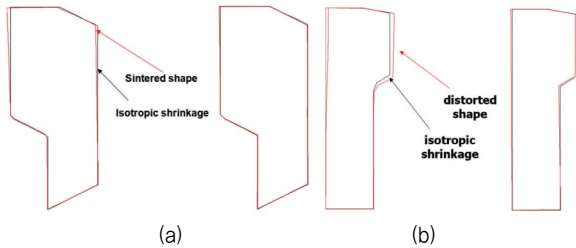
이러한 결정립성장, 소결응력, 체적점성계수, 및 전단점성계수를 측정하는 실험 기법이 정립되어야 한다. 우선 결정립 성장에 대한 모델에 대한 물성이 완성되어 예측이 가능하게 되면, 결정립 크기에 대한 함수인 소결응력, 체적점성계수, 및 전단점성계수에 대한 물성이 결정되게 된다. 이중 소결응력과 체적점성계수는 치밀화와 관련되어 주로 Dilatometry 실험으로 구할 수 있다. 전체 소결체의 치수 변형은 그림 8에서와 같이 주로 소결 중 중력에 의해 일어나는데 전단점성계수 크기와 관련되어 발생된다.



[그림 8] W-Ni-Fe의 소결에서 다양한 중력에서의 변형 거동

압축성형과 소결 공정을 결합하여 수치 모사를 하면 압축성형 중 밀도 구매에 의한 최종 소결품의 치수정밀도를

그림 9와 같이 예측할 수 있다. 또한 최종 결정립크기와 밀도가 예측되어 최종 소결품의 기계적인 강도도 예측할 수 있다.



[그림 9] 알루미늄 산소센서의 (a) holder와 (b) sleeve에 대한 초기설계와 최적설계에 대한 변형에 대한 예측

5. 맺는말

앞에서 알아본 것같이 분말공정에 있어서 수치모사 기술은 상당히 발전하여 바로 산업 현장에 사용될 수 있다. 하지만 이를 위하여는 기술에 대한 이해와 현장과의

융합이 전제되어야 한다. 초기에는 현장에 문제가 발생하여 원인 파악을 위하여 사용되다가 그 효과가 입증되면 실제 설계에 사용되고 나아가서 설계 Process에 접목되는 성숙기 이르게 된다. 그리고 자동차나 전자산업 등 최종 조립회사의 ISO 규정에 포함되어 부품제조의 이 부분이 된다면 우리나라의 분말부품 산업은 세계적인 경쟁력을 가지게 될 것으로 생각된다.

이렇게 Back End에 대한 제품, 금형, 공정 최적설계에 쓰이는 것이 일반적인 수치모사의 응용이지만 최근에는 수치모사를 이용하여 분말설계를 하는 Front End 쪽에도 적용되는 사례가 제안되고 있다. 또한 각 수치모사의 결합, 다중규모모사(Multiscale Simulation) 및 재료정보학(Material Informatics) 등 새로운 컴퓨터 기반 기술들이 개발되면서 수치해석 분야는 미래 경쟁력 확보를 위하여 필수적인 요소가 될 것으로 생각된다.

연구개발 동향

▶유지훈

자성분말소재 기술

유지훈(재료연구소 분말기술연구그룹/실장)

1. 서론

저탄소/녹색성장사회를 실현하기 위한 환경친화형 자동차, 저에너지소비형 가전제품, 풍력/태양열 발전 등에 핵심적으로 사용되는 소재가 고품성 자성소재이다. 영구자석 및 연자성을 포함하는 자성소재는 주로 모터, 액츄에이터, 발전기 등에 사용되면서 에너지변환(전기↔기계에너지)의 핵심적인 역할을 수행하는 핵심소재이다.

특히, 최근에는 에너지저감 및 환경친화형 녹색성장사업이 새로운 이슈로 급부상 하면서 자동차산업에서는 화석원료를 사용하는 내연기관을 모터와 병행하여 사용하는 하이브리드차 혹은 연료전지를 사용하여 전기를 발생시키고 모터를 구동하는 전기자동차에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이들 환경친화형 자동차들은 전기에너지를 이용하여 구동되기 때문에 영구자석형 모터

및 발전기가 필연적으로 채용되므로 자성소재 측면에서는 에너지 효율을 더욱 향상시키기 위하여 우수한 경자기 성능과 구동에 따른 열손실을 최소화하는 것이 매우 중요하다.

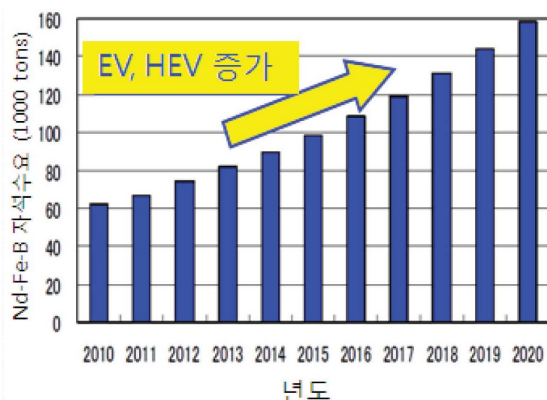
뿐만 아니라 가전, IT, 로봇 산업에서는 모터 기기의 소형경량화를 강력하게 요구하고 있는데, 이는 모터를 구성하는 영구자석 및 연자성 소재의 고성능화를 통해 구현할 수 있다. 특히, 구동환경이 점차 고속화, 고주파화됨에 따라 이에 상응하도록 영구자석에서는 높은 잔류자속밀도와 안정적인 보자력을 요구하고 있으며, 연자성 소재에서는 고주파화에 따른 와전류 손실을 최소화하기 위한 다양한 방안이 시도되고 있다.

한편, 최근 각종 보도에서 널리 알려진 바와 같이 희토류는 산업의 비타민과 같은 역할을 하는 소재로서 영구자석 뿐만 아니라 형광체, 연마제, 촉매, 광학유리 등

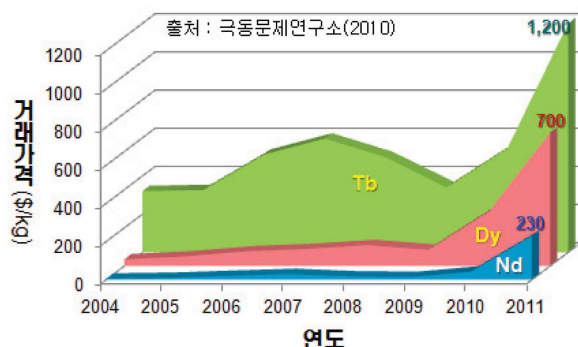
다양한 첨단 산업분야에 필수적으로 사용되고 있다. 반면에, 현재 세계적으로 희토류 생산의 98%가 중국에 집중(매장량은 38%)되어 있고, 점차 사용량이 증가하면서 중국에서는 희토류 자원을 무기화하려는 경향이 나타남에 따라 국가별로 희토류 확보에 대한 대책과 연구가 진행되고 있다.

따라서, 희토류자원에 대한 고갈문제 해결하고, 미래의 첨단산업 발전의 토대가 되는 핵심 희토류소재를 안정적으로 공급하기 위해 국가차원에서 다각적인 대책 수립이 요구된다. 즉, 정부 및 대기업 차원에서는 해외 희토류광산개발 및 전략

물자 비축사업 등 자원에 대한 인프라 구축사업을 체계적으로 추진하고, 학계-연구계에서는 희토류 사용량 저감 및 대체품 개발에 의해 자원의 사용량을 최소화/다변화 하고 소재에 대한 기술경쟁력을 강화하는 것이 중요하다.



[그림 1] 세계 Nd-Fe-B 소결자석의 수요예측



[그림 2] 세계 희토류 자원의 가격변동 추이

2. 자성분말소재 기술 동향

2.1 희토류 영구자석 소재

앞에서 언급한 바와 같이 희토류 원소의 자원수급이 향후 원만하지 않을 것으로 예상되어 희토류 원소의 사용량 저감 및 대체품 개발에 대한 요구가 전 세계적으로 크게 증가하고 있다. 이러한 문제를 극복하기 위한 방법으로 입자미세화를 통한 고보자력화 기술과 나노결정의 경/연자성 물질을 복합화하는 방법이 일본을 비롯한 선진국에서 최근 제시되고 있다. 특히 이 분야에서 독보적인 기술로 기술우위를 유지하고 있는 일본이 차세대 희토류 영구자석에 대한 연구개발에 가장 적극적으로 노력하고 있다. 전략적인 관점에서 해당 분야 일본을 중심으로 한 기술선진국들의 희토류 영구자석 개발동향을 살펴보면 다음과 같다.

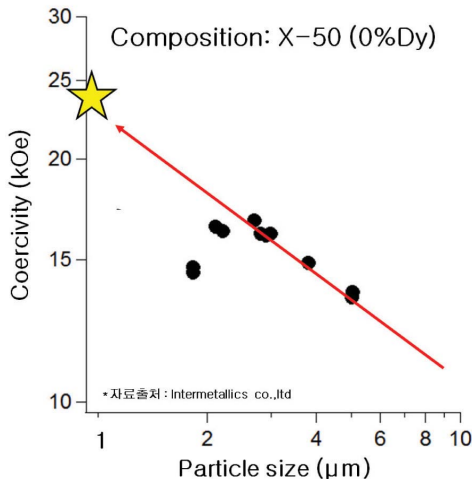
일본에서는 이러한 희토류 자원 수급문제를 가장 먼저 예상하고, 현재 희토류 대체/저감형 자석 연구개발을 위해 다음의 3가지 국가 프로젝트를 진행 중이다.

일본의 희토류자석 관련 3대 프로젝트

- 1) 희소금속 대체재료 개발 프로젝트
 - 과제명: "희토류자석에서 Dy사용량 저감기술 개발"
 - 지원기관 및 개시시점: 경제산업성(METI) · NEDO, 2007년
 - 목적: 긴급한 과제인 중희토류(Dy)자원 문제에 대응하기 위한 프로젝트
- 2) 원소전략 프로젝트
 - 과제명: "저희토류 원소조성 고성능 이방성 나노컴포지트 자석 개발"
 - 지원기관 및 개시시점: 문부과학성(MEXT), 2007년
 - 목적: 중희토류(Dy)자원문제에 대응하고 자석의 고성능화를 목적으로 한 프로젝트
- 3) 희소금속 대체재료 개발 프로젝트
 - 과제명: "Nd-Fe-B계 자석을 대체할 신규 영구자석 개발"
 - 지원기관 및 개시시점: 경제산업성(METI) · NEDO, 2009년
 - 목적: Dy 자원문제에 대응하고 자석의 고성능화를 목적으로 한 프로젝트

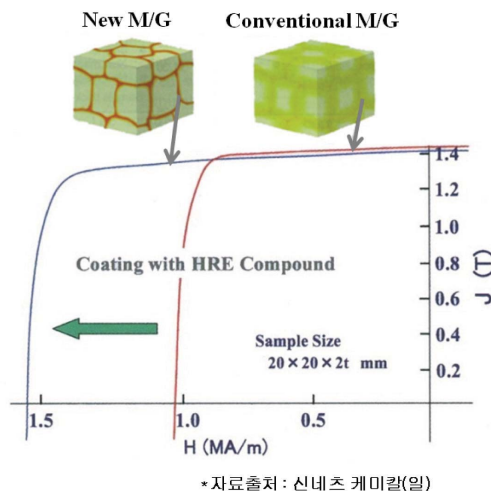
이들 과제를 기술적 전개 단계로 분류해 보면 희토류 영구자석을 구성하는 ①희토류 중에서도 가장 희귀한 중희토류(Dy)를 감소시키는 단계, ②중희토류 함량을 감소시키는 단계 및 ③최종적으로 희토류자석을 대체할 신 영구자석을 개발하는 단계로 구성된다. 각 과제들은 산-학-연이 공동으로 참여함으로써 자석개발, 분석, 이론정립 등의 소재기술개발 차원 뿐 만 아니라 기업들이 적극 참여하여 개발된 기술이 최단 시간 사업화가 가능하도록 되어 있다. 또한, 단계별로 성과가 도출되면 과제들이 기술적으로 연계되어 시너지 효과를 극대화 할 수 있도록 구성되어 있고, 경제산업성과 NEDO에 의한 '희소금속 대체재료 개발프로젝트'와 '원소전략프로젝트'는 프로젝트간의 연계를 도모하기 위해서

산학의 전문가로 이루어진 합동전략회의가 설치되었다. 매년 2월경에 동경대학에서 공개 합동 심포지움을 개최하는 등의 방법으로 성과를 공유하고 연계를 강화하고 있다.



[그림 3] Nd계 희토류자석의 입도에 따른 보자력의 향상효과

상기 과제 1 및 2에 개발하고자 하는 기술에는 두 가지 공통점이 있는데, 첫 번째는 “최종적으로 제조되는 자석의 입자를 약 1μm 크기로 미세화 시키는 것”, 두 번째는 입자의 계면에 Dy를 집중시켜 Dy사용량을 최소화하는 것”이다. 하이브리드 자동차, 절전형 냉장고 등에서는 높은 온도 및 고출력의 사용조건이 요구되고 있기 때문에 이를 만족시키기 위해서는 자석의 보자력을 향상시키기 위해 Nd계 합금에 고가인 Dy를 다량 첨가해야만 한다. 따라서 자원문제 해결 및 성능향상을 위해서 Dy 사용량을 최소화하면서 보자력을 향상시키고자 하는 방향으로 연구가 진행되는데, 제안되는 첫 번째



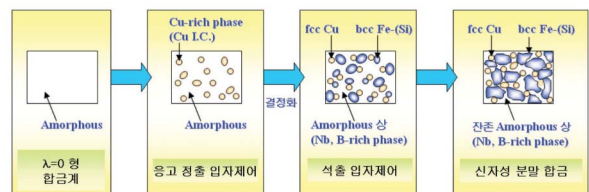
[그림 4] Nd계 희토류자석의 입도에 따른 보자력의 향상효과

방법은 자석을 구성하는 입자를 미세화 시키는 방법이다. 그림에서 보는 바와 같이 이론적으로 영구자석의 입자 크기가 감소하면 입자를 구성하는 자벽의 개수가 감소하여 자화반전의 가능성이 상대적으로 낮아지므로 보자력이 증가하는 현상이 나타난다. 입자미세화 된 자석을 제조하기 위해 HDDR 혹은 고속 젯밀을 이용한 미세분말 제조기술, 무산소 자장성형기술, 입자성장을 억제하기 위한 저온소결 등의 요소기술이 개발되고 있다.

2.2 비정질 및 나노결정 연자성 소재

미국의 경우 1997년 1억 2000만 달러에 이르는 엄청난 규모의 연구비를 투자한 적이 있고 NSF (National Science Foundation)를 중심으로 집중적인 연구사업이 추진 중에 있다. 그 주된 기술방향은 나노분말을 합성하는 기술이 주류를 이루고 있었으며, Nanophase Inc, NEI사, Rutgers대에서는 CVC (Chemical Vapor Condensation)라는 분말제조공정을 이용하여 30nm 이하 크기를 갖은 각종 자성 분말제조에 실험적으로 성공하여 현재 나노분말 양산화 기술 중심으로 연구하고 있다. 하지만 자성나노분말을 자성소재로서 활용하기 위해서 반드시 필요한 표면코팅기술은 아직 확립되지 못한 실정이다. NIST, MIT 등에서 10nm의 Fe, Fe/Co 미립자들을 합성하기 위한 기술을 개발해 왔지만 나노 분말 표면코팅기술의 어려움으로 아직 상용화 기술을 확립하지 못하고 있다.

일본의 경우도 나노재료기술개발이 과학기술청의 창조과학기술 추진과 통산성의 차세대 산업기반기술 분야로 선정되어 집중적인 연구투자가 이루어지고 있으며 특히 산학연 공동연구를 중심으로 주로 고기능성 전자기소재를 위한 자성분말에 관한 연구가 진행되고 있으며, 나노분말재료의 애로기술인 소순도화, 균질분산화를 극대화 할 수 있는 제조공정 및 코팅/분산공정에 관한 연구가 주류를 이루고 있다. 한편 독일에서도 정부의 교육과학기술부를 중심으로 연구개발이 이루어지고 있으며, 일부 대학 (Darmstate)에서는 새로운



[그림 4] 극미세 입자의 생성 및 성장을 제어하여 자기손실을 최소화한 신개념 자성분말 합금설계 개념도

자성나노분말 제조공정 개발에 관한 연구를 추진하고 있으며, 연구소 (Fraunhofer-IFAM 등)에서는 자성나노분말의 응용화 연구를 집중적으로 추진하고 있다.

2.3 국내 연구개발 현황

국내에서는 일찍이 1990년대 초반 엘지금속, 삼성전기, 대우중공업 등 대기업을 중심으로 희토류자석의 개발 및 사업화를 추진한 사례가 있으나 Nd계 희토류자석의 강력한 물질특허에 의해 판로를 개척하지 못하고 고전하다가 IMF 이후 대부분 업체가 생산을 포기하게 되었다. 단지 1990년대 후반 과학기술부 주관의 특정연구개발사업과 산업자원부의 공업기반기술사업 그리고 산업자원부 주관의 민군개발사업 등을 통해 학교 및 기업에서 소규모의 연구개발을 진행해 왔기 때문에 기술적인 면에서 중국보다는 다소 앞서 있으나, 일본, 유럽 등에 비해 뒤쳐져 있는 실정이다.

하지만, 2008년 이후 국내에서도 자성소재를 체계적으로 연구할 수 있는 소재원천과제가 구성되면서 국내에서도 점차 이 분야에 대한 많은 전문가들을 배출하고 있으며, 꾸준한 연구개발에 의해 자석의 성능측면에서도 많은 진보를 이루고 있다. 특히, 최근 Nd계 희토류자석의 물질특허 만료(2014년)가 다가옴에 따라 여러 대기업들의 희토류자석에 대한 관심도가 재집중되면서 희토류자석 사업화에 대한 시도가 진행되고 있다. 수 년 이내에 국내에서도 희토류자석 생산에 대한 인프라가 구축될 것으로 예상된다.

희토류저감 부분의 국내 연구내용으로는 합금의 제조 방법 개선, HDDR 및 Dy 확산공정을 접목시켜 입자를 미세화시키는 기술, 나노복합재료 개발 등에 대한 연구가 진행 중에 있다. 희토류대체 부문에서는 Mn-Al, Sm-Fe-N계 자석 등 Nd계 희토류를 사용하지 않은 합금에 대한 연구가 진행 중에 있고, Fe계 질화물 등 신물질에 대한 연구가 검토되고 있다. 또한, 최근 희토류 원료문제를 해결하고자 하는 정부의 강력한 의지에 의해 많은 연구가 동시에 수행될 것으로 예측되는 바 향후 일본의 기술과 대등한 수준의 자석이 제조될 수 있을 것으로 기대된다.

연자성분말 소재에 대한 국내 기술은 1980년대 후반부터 아몰포스 소재에 대한 연구를 연구소 및 학교를 중심으로 시작하였으며, 1990년대 중반부터는 센더스트 합금을 개량한 Fe-Si-X-Y 합금의 상용화에 대한 연구가 추진되고 있다. 한편, 2002년부터는 벌크 아몰퍼스 (Bulk Metallic Glass) 합금의 새로운 조성설계 및

고화성형에 대한 연구를 수행하고 있다. 자성재료 기술 개발이 전자, 전기 산업의 발전에 중요한 기반 산업임에도 불구하고 국내에서는 몇 가지 품목을 제외하고는 거의 발전하지 못하고 있는 실정이다. 그 주된 원인은 다른 산업에 비해서 자성재료 관련 연구인력이 부족하여 자성재료 관련연구의 저변이 확대되지 않았으며, 아울러 고도의 기술이 요구되고 연구개발 및 기술 습득에 많은 시간이 필요하며 막대한 시설과 연구장치, 연구개발비의 투입이 요구되면서도 기술혁신 및 기술 순환이 빨라 연구 및 설비투자에 위험 요소를 포함하고 있기 때문이다. 그러나 극소수 관련 기업들에서 자성재료의 연구 및 기술발전의 중요성을 인식하고 자성재료의 개발 연구에 투자하기 시작하였다.

그 동안 국내에서는 한국생산기술연구원, 한국기계연구원, 한국과학기술원 등을 비롯한 연구소와 인제대, 안동대, 충남대, 서울대, KAIST 등을 중심으로 연자성 재료에 대한 연구가 진행되어 왔다. 대학에서는 50nm 급의 자성 입자생성, 제조에 대한 연구는 비교적 활발히 진행되어 왔으나, 생성된 나노급 입자의 균일화 및 선별, 분급, 배열부착 등의 기계, 전기적인 단일입자 제어에 대한 연구는 본격화되지 못하고 있다.

최근의 과기부 및 산자부의 산업기반 사업의 일환으로 연자성 재료의 분체분급 장치에 관하여 기계연구원 및 전문중소기업을 중심으로 개발이 이루어지고 있으나, 첨단 나노 영역에 대한 연구는 아직도 많이 부족한 실정이다. 특히, 국내에서는 창성(주)의 Fe-Si 자성 분말의 상용화, 자화전자(주)에서 스피커 댐퍼용 자성 유체의 시제품제조의 경험이 있지만 아직 상용화를 위해서는 해결해야 할 과제가 많이 남아있다.

3. 산업 및 시장 동향

3.1 산업동향

현재 일본을 중심으로 Nd계 영구자석의 중희토류 사용저감에 관한 연구가 활발하게 진행되고, 일부 하이브리드카의 경우 영구자석의 사용량이 상당함으로 4년간의 연구기관의 연구 이후 사업화에 관련된 2015년경부터 사업화와 관련된 연구가 진행되어야 한다.

Nd계 영구자석의 경우 현재도 상용화 되어 있으나 일본, 중국과 달리 국내에서는 관련 사업을 직접적으로 하는 곳은 자화전자 등 일부 업체에 불과하다. 그러나 기존 하드디스크 업체인 태평양금속, 쌍용머티리얼스 등을 포함하여 삼성전기, LG전자 등 대기업에서도 투자

및 관련연구를 진행하고 있음으로 사업화는 단기간 내에 가능할 것으로 예상된다.

현재 세계 자동차시장에서 전기자동차의 비중은 2% 내외에 불과하지만 최근의 에너지 및 환경관리 규제와 유가 급등으로 비약적인 성장이 예고되고 있으며 차량용 모터 시장에도 확대의 기회가 제공될 것으로 전망됨에 따라 강력한 Nd계 영구자석의 수요도 급증 할 것으로 전망된다.

소형모터 응용분야에서는 전기차 시장 확대를 전후로 고속 성장이 기대되고 있는 자동차용 BLDC모터에 대한 기술개발이 활발한 상황이며 EMB (Electromagnetic brake), EPS(Electric Power Steering), ISG(Idle Stop & Go) 모터 등의 지경부 산하 한국산업 기술평가원이 주관해 2010년부터 시행하는 국책사업인 스마트 친환경 자동차 전동화 부품의 핵심소재이다.

자동차 모터 코어용 연자성 소재의 경우, 전기강판을 대체하기 위해 400 Hz 이상에서 사용되는 구동모터, 연료펌프용 모터, 조향용 모터 등의 코어용 소재로서 새로운 시장이 형성되고 있으며, 일본의 Hitachi Metal, Kobe Steel, 스웨덴의 Hoganas 등과 경쟁관계에 있으며, 2015년부터 부가가치를 창출할 수 있을 것으로 판단된다.

자동차 인덕터 코어용 연자성 소재의 경우, 현재 웨라이트 및 Fe-Si-Al계 결정질 분말 연자성 소재를 적용하고 있으며, 국내 창성, 동부정밀화학 등에서 상용화하고 있으며, 세계 시장의 40%를 점유하고 있으나 향후 자동차산업에서 요구되는 고전류/고효율 인덕터용 연자성 소재는 새로운 시장이 형성될 것으로 판단되고, 일본의 Hitachi Metal, TDK-Tokin 등과 경쟁관계에 있으며, 2015년부터 부가가치를 창출할 수 있을 것으로 판단된다.

경제적인 수명은 본격적으로 전기자동차가 보급되는 2015년경부터 2035년까지는 고부가가치를 창출할 것으로 판단되며, 이후 일본 및 중국의 기술 발전 속도에 따라서 맞춤형 특수소재에 관련된 기술의 개발이 요구된다.

3.2 시장규모 및 전망

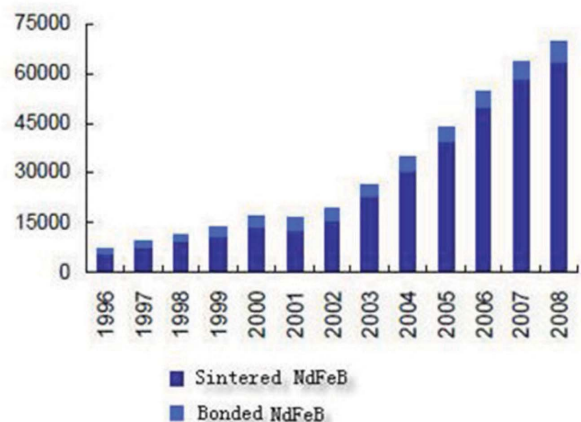
중국은 자원 및 비용의 이점에도 불구하고, 높은 성능과 높은 부가가치의 Nd계 영구자석 시장은 일본이 대부분을 차지하고 있으며, 중국기업의 대부분은 저가형 제품으로 연간 평균가격이 일본시장가격의 40%에 불과, 일본이 70%이상의 고효율 자석시장을 점유하고 있다.

일본의 히토류 영구자석 생산주요업체(히타치, 신에츠, TDK)의 영구자석 생산능력은 1만8천톤 규모이며, 히타치의 경우 미국에 노스캐롤라이나에 480톤/yr급 소규모 히토류 자석 생산공장을 13년 4월 양산목표로 건설 중이며, 기타 독일에 위치한 Vacuumschmelz社(VAC)가 연간 3천톤 규모의 히토류 자석 생산능력을 갖추고 있음.

차량용 Nd계 영구자석의 사용은 풍력발전, 전기자동차의 모터에 사용되는 양이 폭발적으로 증가할 것이 예상됨에 따라서 2020년경에는 200억 달러 이상 시장이 형성될 것으로 조사되었다.

최근 연자성 복합자성 분말코어(SMC, Soft Magnetic Composite)의 개발 및 상용화의 확대에 힘입어 모터용 연자성 코어는 기존의 전기강판 연자성 코어를 대체하고 있으며, 특히 400 Hz 이상의 주파수에서는 전기강판의 에너지 손실보다 낮은 철손을 갖는 SMC 모터용 연자성 코어의 제조가 가능할 것으로 기대되고 있음. 1.7 T이상의 포화자속밀도를 갖는 SMC 연자성 소재 및 코어 성형기술이 개발됨에 따라 향후 친환경 자동차의 구동모터, 연료펌프용 모터 등과 같이 400 ~ 800 Hz의 주파수 영역에서 구동되는 모터의 연자성 코어는 SMC 분말코어의 시장성장의 가능성이 더욱 커지고 있다.

인덕터용 연자성 코어는 10 kHz이상의 고주파에서 사용되는 전력변환용 소자인 인버터, 컨버터, 리액터 등에 사용되는데, 기존의 Fe-Si-Al계 합금보다 투자율이 높고, 철손이 낮아 이를 대체할 수 있는 Amorphous, Nano-Crystalline, 그리고 Bulk Metallic Glass 연자성 분말 및 리본 소재들이 개발되고 있음. 인덕터용 연자성 코어의 경우 세계시장의 40%이상을 국내 기업에서 차지하고 있어, 새로운 연자성 분말 및 리본



[그림 6] 1996년 ~ 2008년 전세계 Nd-Fe-B 영구자석 생산량

소재의 개발이 성공적으로 수행될 경우, 세계시장 70% 이상을 점유하여 세계 시장을 선도할 수 있는 가능성은 매우 높을 것으로 기대된다.

4. 결론

1) 자성소재 및 응용제품 개발을 위한 정부의 육성계획 필요

희토류자원 공급부족문제에 대한 종합적이고 현실적인 대책마련을 위해 정부와 민간이 공동 참여하는 협의체를 구성하여 세부대책과 실행계획을 시급히 수립하여야 한다. 또한, 대외적으로는 중국, 미국, 호주 등의 자원보유국과 정부차원의 경제협력체제를 구축하고, 해외 희토류 관련 기업/연구소와 민간차원의 희토류 협의체 구성하여 기술 및 정보교류가 진행되어야 한다.

희토류 자원문제 해결을 위한 정부차원의 대책으로서 정부/기업주도의 해외 희토류 광산개발, 가공공장 설립 및 주요 희토류 비축전략에 대한 정책입안 등 다양한 사업지원이 진행되어야 한다.

자원문제에 대한 산-학-연 차원의 대책으로서 국내 전문가그룹에 의하여 희토류 재활용/재사용, 희토류 사용량 저감 및 대체품 개발 분야에 대한 연구를 진행하기 위해 연구개발 사업이 지원되어야 한다. 정부지원 연구개발사업으로는 중/장기 기술개발 목표달성을 위해 기술개발 로드맵을 작성하여 체계적으로 진행되어야 하며, 주요 제안과제로서는 “폐희토류 소재로부터 희토류 원소 추출기술개발”, “희토류스크랩 소재의 재사용 기술개발”, “입자미세화 및 확산기술에 의한 희토류 함량 저감기술”, “희토류 원소를 보다 풍부한 원소로 대체하는 기술” 등이 있다.

연구개발사업 구성은 산-학-연을 공동 참여기관으로 지정하고, 소재 성능 및 공정개발은 산-학 중심으로 설비 및 양산화 개발은 기업중심으로 진행함으로써 조기 사업화 및 사업화 성공가능성을 높이도록 하여야 한다. 개발과제 완료 후 사업화에 참여하는 기업에 대하여 정부의 적극적인 지원으로 사업이 안정적으로 유지될 수 있도록 하여야 한다.

2) 희토류 소재-제품 연계 개발 및 응용분야 확대

희토류영구자석 관련 개발은 소재 특성 향상뿐만 아니라 완성품의 최적 성능을 구현하기 위해 자석이 활용되는 하이브리드 모터, 풍력발전기, 로봇 및 가전용 모터 등과 같은 응용제품연구가 동시에 진행되어야 한다. 따라서, 전문 학회 혹은 전문단체에 기술교류회 사업을 지정하여 소재-응용부품 관련기술을 교류할 수 있도록 하여야 한다.

또한, 기술력이 우수한 중,소기업들이 세계시장에서 경쟁력을 갖출 수 있도록 정책을 마련하고, 차세대 고효율 모터/발전기 사업에 대한 신규 응용분야를 점차 확대해 나감으로서 개발된 희토류자석 기술이 충분히 활용되어 소재개발 기술의 경쟁력을 극대화할 수 있는 토대를 마련하여야 한다.

국내 개발기술을 보호하고 중,장기적인 사업육성을 위하여 국내기업에 의해 개발/생산된 희토류 영구자석 소재 및 응용제품을 우선 적용할 정부차원의 대책이 필요하다.

3) 생산/제조시설 및 인력 기반구축 지원 필요

희토류 자원문제와 관련기술 개발 분야에서 소재의 활용분야까지 총괄적인 정책과 관리를 전담할 정부기관 또는 부서를 설립하여 정부정책이 체계적으로 진행될 수 있도록 하여야 한다.

국내 희토류 및 응용분야 생산기업 안정적인 원재료 조달, 상호 기술교류, 해외시장/기술 정보 공유에 의하여 국제 경쟁력을 확보할 수 있도록 정부차원의 협조가 필요하다.

이와 같은 사업 분야에 대한 기존 및 신규 사업참여 기업이 안정적으로 사업화를 실시할 수 있도록 생산 및 제조시설, 시험평가시설 등의 기반을 구축하는 정부차원의 대책이 필요하다.

산업의 지속적인 성장과 발전을 위하여 관련 분야 전문 대학에 인력양성센터를 설립하여 전문 인력을 확충할 수 있는 인력양성사업이 필요하며, 희토류/모터/발전기 관련 연구개발/생산 등에 대한 정보를 수집, 관리, 제공할 수 있는 정보망 구축이 필요하다.

미래산업 선도를 위한 양자점 기술 분석 연구회 학술 세미나 참관후기 (한국분말야금학회 연구회사업)

홍현선(고등기술연구원 신소재공정센터/센터장)

지난 2012년 7월 13일에는 충남 부여에 위치한 롯데 리조트에서 한국분말야금학회 주관으로 기능성분말 응용 연구회 사업의 일환으로 진행되고 있는 미래산업 선도를 위한 양자점 기술분석 연구회 (연구책임자: 고등기술연구원 홍현선 박사) 관련 학술 세미나 및 전문가 자문 회의가 개최되었다. 이번 세미나에서는 현재 양자점 분야의 국내외 기술개발 수준과 산업동향을 정밀하게 분석하고 향후 주력해야 될 소재 및 응용분야 도출을 목적으로 하였고, 총 5건의 구두발표와 약 30여명의 전문가들이 참석하여 성황리에 진행되었다.



[그림 1] 양자점 세미나 구두 발표 모습

양자점은 고체의 벌크상태와 일반적인 유기화합물과 비교하여 매우 상이한 물성변화를 나타내며 이러한 특성을 기반으로 하여 정보, 에너지, 의료, 가공 등의 다양한 분야로의 무한한 응용 가능성을 가지고 있다. 최근 양자점은 트랜지스터, 태양전지, LED, 다이오드 레이저 분야에서 연구되고 있으며 또한 의료 영상 기기의 작용물질 및 양자 컴퓨터의 큐비트로의 활용 가능성 역시 고려하고 있다. 이날 발표는 아주대 김상욱 교수님의

“양자점의 밴드갭 조절 과 응용”에 대한 발표를 시작으로, 재료연구소의 김영국박사님께서 “LED 응용을 위한 고효율 반도체 양자점 합성 및 복합입자 제조기술 개발”에 대해서 발표를 진행해 주셨고, 아주대의 김동완 교수님께서 “형광체 재료 및 에너지 저장장치용 나노결정 합성”, 한국화학연구원의 김창해 박사님께서, “LED 조명용 형광체의 연구동향”, 한국생산기술연구원의 김범성 박사님께서 “Cd-free 양자점 발광체 합성”에 대하여 발표해 주셨다. 태양전지, LED 디스플레이, 바이오, 에너지 등, 각 분야의 전문가들의 높은 관심 속에 진행되었으며, 양자점의 국내 기술수준, 연구동향, 구체적인 기술 분석, 각 분야에서의 응용 가능성 등의 활발한 토의를 통한 정보교류의 장이 되었다.

특히, 이번 세미나 에서는 각계 전문가들과의 협의를 통해, 양자점 연구회를 중심으로, 양자점을 이용한 차세대 제품 개발에 관한 특허수준 및 독창성 분석, 우리나라의 기술 수준, 선진기업의 연구개발 동향 및 핵심 특허 현황 등의 양자점 관련 정보 확보를 위한 Network을 구축하여 정보를 공유하기로 하였다. 또한, 태양전지, LED 디스플레이, 바이오, 기타 전자재료 및 에너지 등의 분야를 중심으로 주기적인 세미나 및 회의를 통해 다양한 분야의 양자점 기반의 원천기술, 신기술 창출을 위한 연구 방향 설정 및 전략적이고 내실 있는 연구 기획을 진행하기로 협의하였다.

양자점 연구회 세미나 강사진	기관명	발표자	발표내용	비고
	재료연구소	김영국 박사	LED 응용을 위한 고효율 반도체 양자점 합성 및 복합입자 제조기술 개발	
	아주대학교	김동완 교수	형광체 재료 및 에너지 저장 장치용 나노결정 합성	
	아주대학교	김상욱 교수	양자점의 Band gap 조절과 응용	
	한국화학연구원	김창해 박사	LED 조명용 형광체의 연구동향	
	한국생산기술연구원	김범성 박사	Cd-free 양자점 발광체 합성	연구회사업 참여

[그림 2] 양자점 세미나 구두 발표 모습

(주)창성 “기능성 금속 소재 한길만 개척”

박재열((주)창성 영업부/상무이사)



대표이사 회장 배창환

(주)창성은 지난 1980년 창업 후 30여년의 세월 동안 금속 소재 분야 외길만을 걸어왔습니다. 그 노력이 조금씩 빛을 보아 분말 자성코아 분야에서 세계1위, 금속분말, 클래드메탈, 도전성 페이스트, 전자파 흡수체 등에서 국내 1위, 이제 창성은 세계 일류제품과 경쟁하고 있습니다.

1. 회사소개

전기전자 및 자동차 산업의 핵심 부품에 사용되는 금속 소재를 생산하는 (주)창성은 지속적인 연구개발과 신 시장 개척을 통해 기능성 금속소재의 전문기업으로 발전해 오고 있다. 지난 1980년 KIST(한국과학기술연구소)의 연구 개발을 기초로 제조하게 된 동분, 청동분 등의 금속분말을 바탕으로, 30년 동안 꾸준히 노력해온 결과, 국내의 적박한 소재 산업의 환경 속에서도 발전을 거듭하고 있다. 금속분말을 핵심 기술로 한 창성은 분말 자성코아, 도전성페이스트, 전자파흡수체, 소결부품, 클래드메탈 등에서 세계적인 경쟁력을 갖추고 성장을 멈추지 않고 있다.

소재산업의 불모지로 불리는 한국에서 기능성 소재 산업 외길을 걷고 있는 창성은 그 영역을 국내 시장에 머물지

않고 세계시장으로 확장하고 있다. 개발초기부터 일본, 미국 등 선진시장을 개척하면서, 남들이 소홀히 하는 틈새시장에서 규모보다는 기술 차별화로 선진 시장에서 통할 수 있는 최고의 제품만을 고집하고 있으며, 이런 집념과 노력으로 분말 자성코아 등 세계 1등 제품들을 보유하게 되었고, 핵심기술을 다각화하면서 인접한 관련 산업에서 시장 지배력을 높이고 있다.

특히 금속분말을 기반으로 한 다양한 제품은 차세대 산업군이라 할 수 있는 전기자동차, 연료전지, 태양광, 모바일기기 등에서 주요한 혁신제품으로 각광을 받고 있으며, 전체 인력의 20%이상을 R&D에 투입하여 연구 개발에 매진하고 있다.

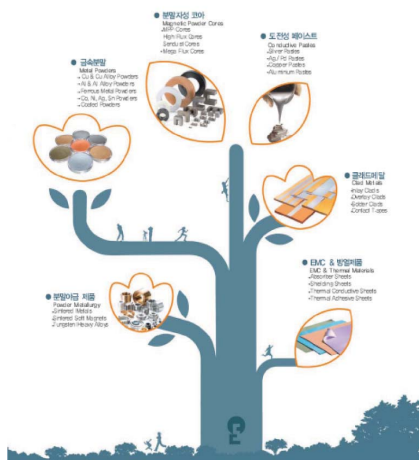
〈사업장 소개〉

- 본부 및 R&D 센터
 - 인천시 남동구 남촌동 남동공단 11B-9L
- 서울사무소
 - 서울시 강남구 논현동 127-1 국제빌딩 401호
- 국내사업장
 - 인천공장: 인천시 남동구 남동공단(금속분말, 전자재료, R&D)
 - 평택공장: 경기도 평택시 청북면(자성코아)
 - 청주공장: 충북 청원군 북일면(클래드메탈)
- 해외사업장
 - 위해공장(자성코아, 소결부품)
 - 동관공장(자성코아)
 - 중국사무소(상해)
 - 일본사무소(도쿄)
- 주요생산제품

- 금속분말	- 분말금속분말
- 도전성 페이스트	- 전자파 흡수체
- 금속분말 소결부품	- 클래드메탈
- 관계회사
 - 동현전자(전자파 흡수체 제품)
 - 하나테크(소결부품)
 - 창성건설(건설업)
 - 대화프레스(프레스 제조)
 - 발리오스 컨트리클럽(27홀 골프장)



인천공장 전경



제 품 소 개

II. 주요 사업 소개

2-1 금속분말 제품

금속분말 제품은 국내 최대규모이며, 동계 분말 및 철합금 분말분야에서는 세계 Top Class에 합류했다. 창성은 분말 기술의 불모지에서 시작하여 분무법, 전해법, 분쇄법, 습식야금법, 열분해법 등에 의한 각종 금속분말의 양상 기술을 독자적으로 개발하여 전량 수입되고 있던 금속분말을 국산화하였다. 동분, 청동분, 알루미늄분, 코발트분, 은분 등의 금속분말은 일반인들에게는 다소 생소하게 들리는 소재이지만, 전기, 전자, 자동차, 철강산업, 화학공업 등에 널리 사용되는 필수 기초소재로써 핵심 부품의 국산화에 기여하고 있다.



금속분말 제품

특히 금속의 전기, 자기, 열적 특성을 살린 기능성 금속분말 분야는 최근 주목받고 있는 전자 재료 및 부품 산업에 핵심 역할을 하는 소재로써 각광을 받고 있다. 창성은 그 동안 축적된 금속분말 제조기술을 토대로 은분, 니켈분, 동분, 코팅분 등의 고기능 도전성 필러들을 지속적으로 개발하여 출시함으로써, 경쟁력을 확보하여

비약적으로 발전하고 있으며, 이미 신기술인증(NT)을 받기도 했다. 특히 창성이 개발한 금속필러들은 원료부터 제품까지 창성 30년 분체 기술의 총화로 이루어진 혁신형 제품으로 세계적인 경쟁력을 가지고, 국내뿐만 아니라 세계 소재 산업의 발전에 크게 기여하리라 확신한다. 더불어 최근 기기의 효율을 증대하기 위한 가혹한 환경에서의 내열, 내마모, 내충격 등 기계적 강도가 요구되는 소결 부품용 개발에 사용되는 철합금 분말은 새로운 영역을 개척하고 있다.

2-2 분말 자성코아 제품

지난 1993년 분말 자성코아 개발에 뛰어든 창성은 미국, 일본 등의 경쟁한 경쟁업체를 제치고, 2004년부터 세계시장 40%를 점유하며, 이 분야 세계 1위를 차지하고 있다. 정보화 시대의 핵심부품인 평판 TV, 컴퓨터, 통신 장비 등의 전력 변환 장치용 핵심 부품이다. 최근에는 태양광, 풍력, 연료 전지 등 에너지 산업과 전기 및 하이브리드 자동차의 전력 변환 장치(인버터)에 사용되고 있다.

창성에서 개발한 분말 자성코아는 다른 소재 대비 뛰어난 주파수 특성을 가지고 있어 각종 EMI, 소음, 경량화에 유리하다.

분말 자성코아는 우수한 특성에도 불구하고 높은 성형 압력을 필요로 하여 제조에 어려움이 있으나, 창성의 뛰어난 제조기술로 이 모든 것을 극복하고, 경쟁사 대비 우수한 특성과 생산 능력을 확보하였으며, 세계 최대 규모의 3,000 Ton 분말 프레스를 도입하여 기존 용량을 뛰어넘는 분말 자성코아의 새로운 지평을 열고 있다. 특히 창성에서 독자 개발한 신소재인 메가플렉스는 우수한 특성에 저가격으로 경쟁력이 뛰어나며, 산업자 원부 신기술인증(NT)을 받았다.



분말 자성코아 제품



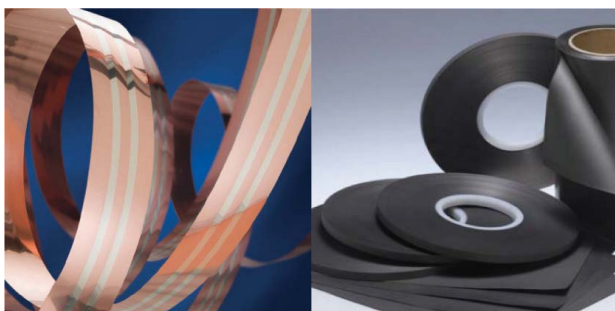
도전성 페이스트 제품

2-3 도전성 페이스트

도전성 페이스트는 창성이 차세대 주력 제품으로 집중 육성하고 있는 분야로써, MTS(연성 회로 스위치)용 페이스트는 이미 세계 시장에서 그 품질과 가격 경쟁력으로 일등제품을 인정받고 있으며, 칩 바리스터, 칩 인덕터 등 칩 부품용 전극에 쓰이는 페이스트 분야 또한 기술력을 인정받아 일본 등 선진제품이 독점하고 있는 시장을 대체하고 있고, 일본으로의 역수출이 되고 있다. 창성에서 자체 제조하는 금속분말과 고분자 물질을 혼합하여 만든 페이스트는 전자 소재 분야의 도전성 재료로 정보, 통신, 전자산업의 핵심 부품용 소재로서 그 수요가 광범위하다.

2-4 클래드메탈 제품

압연 공정에 의해 서로 다른 금속을 접합하여 복합화된 성능을 발휘하는 클래드메탈은 창성의 또다른 독보적인 금속 소재분야이다. 자동차 전장품, 소형 모터, 진동모터, 각종 정밀스위치 등에 사용되는 접점 소재로 관련 분야의 자동화에 크게 기여하고 있으며, 국내에서 유일하게 생산하고 있다. 특히 최근에는 태양광 셀 모듈의 전극용 소재인 솔더클래드 동 리본을 개발하였으며, 2차 전지 방전 전극용 동-니켈 클래드리본도 국산화하여 모바일 기기의 수명 연장에 기여하고 있다.



클래드 메탈 제품

전자파 흡수체 제품

2-5 전자파 흡수체 제품

그 동안 연자성 금속분말 코아의 개발 과정에서 축적된 자성 소재 기술을 바탕으로 국내 최초로 고주파 대역의 근역장(Near Field)노이즈 흡수가 우수한 50 μ m두께의 초박형 연성 전파 흡수체 개발에 성공하여 일본, 미국 등지에 수출하고 있다. 휴대폰, 디지털 카메라, 노트북 등 각종 소형 디지털 전자기기의 고기능화, 소형 박형화에 따라 좁은 기기 공간 내에 발생하는 노이즈는 기기 내의 신호에 간섭을 일으킬 수 있기 때문에 회로 설계자들이 해결해야할 새로운 고민거리가 되고 있다.

이미 창성의 진화된 100뮤와 150뮤 제품은 두께가 매우 얇으면서도 흡수능이 우수하여 스마트폰, 노트북 등과 같이 기기 내부의 공간이 협소한 곳에서 발생하는 노이즈 제거에 매우 유용하다. 그 밖에는 최근 유행하는 펜을 사용하는 스타일러스 제품의 완성에도 창성의 흡수체가 일익을 담당하고 있다. 또한 차세대 품목으로 24 GHz, 77 GHz의 원역장(far field)흡수체도 개발하고 있어 주행 중인 자동차간의 통신으로 사고 예방과 무인 운전 등 미래형 자동차 도래를 가능하게 하고 있다.

2-6 금속분말 소결부품

2005년 대구텍의 헤비알로이 사업부를 인수하면서 시작된 텅스텐 소결분야는 방열 및 방사선 차단용, 진동 모터용 부품 등이 각종 전자제품에 적용이 확대되고 있어 이 분야에 역량이 강화되고 있다. 특히 자체 제조하는 금속분말을 이용해 생산하던 무급유 소결 베어링과 소결 기계 부품은 남들과 차별화된 정밀 기계 산업에 핵심적인 소재로써 역할을 하고 있다.



금속분말 소결부품

2-7 창성 중앙연구소

세계 수준의 연구 인력과 기자재를 보유하고 있는 중앙연구소는 창성이 미쳐 개화도 하기 전인 1986년 설립되어 창성의 성장을 견인하고 있다. 기능성 금속 신소재



창성 중앙연구소

업계의 강소기업답게 석·박사급을 포함한 100여명의 인력이 연구에 매진하고 있으며, 세계 시장을 목표로 한 최고의 제품만을 추구하고 있다. 그 결과, 2011년 으뜸기술 최우수상, 세계일류기술연구센터(WATC)로 정부 지정되어 그 능력과 노력을 인정받고 있다.

[연구분야]

R&D Field	Application
• Soft magnet materials	• Powder cores for SMPS, Inverter • Inductor for HEV, EV, FCV
• EMC solutions	• Radiated noise absorbers • Magnetic shielding
• Functional fillers	• Electrode for SMD component • Conductive fillers
• Magnetic fillers	• Absorber, Induction sheet
• Thick film materials	• Conductive pastes for PCB, MTS
• Powder metallurgy	• Oil impregnated bearing • Sintered magnetic parts

Ⅲ. 창성의 미래와 비전

(주)창성은 중견기업 규모의 회사로서는 보기 드물게 타 기업들이 참여를 꺼려하는 소재산업의 발전을 위하여 꾸준히 노력하고 있으며, 금속소재와 정밀 가공품의 효과적인 기술개발을 위하여 매년 총 외형의 5%이상을 R&D로 투입하고, 기능성 금속소재 산업 분야에 매진하고 있는 고집스런 첨단 소재의 전문 제조업체이다. 이미 세계 시장에서 그 진가를 인정받고 있으며, 전 세계 30여 개국에 수출하여 2011년 1억불 수출탑을 수상하기도 하였다.

최근 전 세계를 강타한 금융 위기로 모두가 숨 가쁘게 생존을 모색하던 최악의 상황에서도 과감한 투자를 통해 슬기롭게 어려움을 딛고, 1991년 이후 20년 이상을 년 평균 18%성장하여 2011년에는 EMC솔루션 대책품의 제조를 위해 분사한 동현전자를 포함하여 2,500억 원의 매출 달성을 하였으며, 금년에는 3,000억 원 이상의 매출을 예상하는 등 꾸준한 성장을 꾀하고 있으며, 2020년 소재 부문에서 1조 원 달성을 목표로 하고 있다.

그 결과, 세계적인 강소기업 히든 챔피언을 육성하고자 하는 정부 정책에 따라 2011년 정부 지정 "World Class 300"기업으로 선정되었으며, 세계 시장에서도 금속 신소재 분야에 강자로 우뚝 서고 있다. 기술과 사람이 중심이 되는 창성은 소재 산업이 미래를 혁신한다는 신념을 가지고, 새로운 도전에 임하고 있으며, 세계 시장에서 향후 10년은 과거 10년과 다르게 크고 빠르고 실력을 갖춘 경쟁자와 치열한 전투를 해 나갈 준비와

노력을 다하고 있다.

창성은 창의력과 진취적인 정신을 소유한 사람을 중심으로 "행복의 추구"를 경영 이념으로 하고 있으며, 사람이 기업경영의 핵심임을 인식하고 인재 양성에 주력하며, 이를 바탕으로 컨버전스 시대의 다양한 고객 요구에 부응, 설계 단계부터 고기능성이 요구되는 금속, 전기, 전자 분야에서 종합적 솔루션을 제공하는 글로벌 회사로 커가고 있다.

Ⅳ. 연 혁

- 1980 한국비철분말(주) 설립
- 1986 중앙연구소 설립
- 1991 인천 남동공단 이전 및 "창성"상호 변경
- 1991 클래드메탈 공장 준공(청주)
- 1994 분말 자성코아 국내 최초 개발
- 도전성 페이스트 개발
- 2003 우수제조 기술연구센터(ATC) 정부 지정
- 2003 전자파 흡수체 제품 개발
- 2004 중국 자성코아 공장 준공(동관)
- 2007 중국 자성코아, 분말야금 공장 준공(위해)
- 2008 전자파 흡수체 전문 동현전자 설립(평택)
- 2011 세계 일류 기술연구센터(WATC)정부 지정
- 2011 World Class 300 프로젝트 지원기업 정부 지정
- 2012 대화프레스(주) 인수

* 수상이력

- 1987 제1회 과학상 수상(대통령 산업포장)
- 2003 신기술 실용화포상 대통령 표창 (산업자원부)
- 2004 과학기술훈장 도약장 수훈 (37회 과학의 날)
- 2010 으뜸기술 최우수상 수상 (지식경제부)
- 2010 금탑산업훈장 수훈 (2010대한민국 기술대상)
- 2011 전자파 흡수체로 장영실상 수상 (동현전자)
- 2011 1억\$ 수출탑 수상 (48회 무역의 날)



인천 남동구 남촌동 620-8번지 남동공단 11B-9LT
TEL: 032)450-8700 FAX: 032)450-8870
Web: www.changsung.com

고등기술연구원 신소재공정센터 친환경 재활용 공정 및 소재화 기술 연구그룹

홍현선(고등기술연구원 신소재공정센터/센터장)

1. 조직 소개

고등기술연구원은 1992년 7월 대우그룹에 의해 설립된 이후 현재 독립 형 민간연구기관으로써, 산연협력센터, 플랜트 엔지니어링센터, 로봇/생산기술센터, 신소재 공정센터 등 크게 4개의 분야에서 정부연구개발사업 및 현장기술지원, 중소기업지원 등의 R&D 사업을 진행 하고 있다.

신소재공정센터는 기존 플랜트 엔지니어링센터에서 희소금속, 비철금속, 이차전지, 청정생산 및 지속가능 생산에 기반연구를 바탕으로 한 실증화 및 실용화 연구를 진행하는 청정소재공정연구팀으로 활동해 오다가, 2012년 청정소재공정연구팀과 기능소재연구팀으로 구성된 신소재공정센터로 독립, 친환경 재활용 공정 및 소재화 기술 연구에 초점을 두고 새롭게 출범하였다. '저탄소 녹색성장'의 정부 기조 아래 친환경 기술 분야의 연구에 적극적으로 뛰어들기 시작하였으며, 그 결과로 희소금속의 효율적인 활용 및 적용 기술, 폐 가전제품(LCD, 냉장고 등)의 효율적인 재활용과 소재화 기술, 나노 촉매 제조 및 특성평가 기술 등의 연구개발 분야를 새롭게 개척하고 있다.



[그림 1] 고등기술연구원 전경

이러한 친환경 재활용 공정 및 소재화 기술개발을 전문 적으로 수행하기 위해 금속, 재료, 기계, 화학, 물리, 환경 공학 등 다양한 전공분야의 박사급 11명, 석사급 10명, 위촉 및 파견 5명의 연구개발 인력을 보유하고 있으며 정부 및 민간 공동연구를 통해 지속적으로 연구 개발 활동을 진행 중이다.

2. 연구개발 분야 및 현황

1) 연구개발 분야

고등기술연구원 신소재공정센터의 주요 연구개발분야는 크게 자원순환기술개발과 기능성소재개발분야, 희소금속기술개발로 나눌 수 있다. 구체적으로, 생산 공정 스크랩 및 공정 후 발생하는 폐자원의 재활용을 위한 물리·화학적 전처리 기술, 사용 후 가전제품의 분리/해체 및 재제조를 위한 전기전자제품 재활용 기술, 합금의 사용 목적에 맞는 기능을 부여하는 고기능성 소재개발 연구, 희소금속제련/기초소재화기술로 나누 어진다.



[그림 2] 고등기술연구원 신소재공정센터 연구분야

2) 연구현황

앞서 기술한대로 본 센터에서는 재활용 및 소재화 기술개발을 위해 정부 연구개발사업에 참여하고 있으며 대표적인 중장기 연구개발사업으로는 다음과 같다.

- 에너지 기술개발사업
- 고효율 수소에너지 제조·저장·이용 기술개발사업
- 온실가스처리기술개발사업
- 폐금속·유용자원재활용기술개발사업
- 글로벌 전문기술 개발사업
- 산업원천 기술개발사업
- World Premium Material 사업
- 뿐만 아니라, 단기 기술개발을 목적으로,
- 기업지원 수탁연구개발사업
- 중소기업기술혁신개발사업

- 지식경제기술혁신사업
- 제조현장녹색화사업
- 조합원사 현장기술 지원

등을 진행하고 있다. 상기 기술개발사업을 위한 연구 인력, 장비, 연구시설, 특허 등의 자체 연구 인프라가 구축되어 있으며, 이와 같은 연구개발사업을 통해 한국 지질자원연구원, 한국생산기술연구원, 에너지기술연구원, 재료연구소 등의 정부출연연구소와 서울대학교, 포항공대, 한양대학교 등의 국내 대학들과 함께 공동 연구를 통한 친환경 재활용 공정 및 소재화 기술개발에 앞장서고 있다.

● 폐자원 전처리 기술 분야

신소재공정센터에서는 폐전자제품의 재자원화를 위한 목적으로 전처리 기술 분야에 대한 연구를 진행하고 있다. '사용 후 LCD의 친환경 물리적 분리', 반도체 공정의 ITO 스크랩 내 '고순도 인듐재활용을 위한 전처리 기술', 'CCFL내 형광체 및 희소금속 추출' 등의 전처리 기반기술 확보에 주력하고 있다.



[그림 3] 고순도 인듐 재활용 기술



[그림 4] 폐자원 전처리 관련 기술 장비

● 전기전자제품 재활용 기술 분야

생산자책임재활용제도(EPR) 실시에 따른 폐전자제품(TV, 냉장고, 에어컨, 컴퓨터, 휴대폰, 오디오, 프린터, 복사기, 팩시밀리 등)의 재활용에 대한 기술개발이 필요함에 따라 본 센터에서는 지식경제부 희소금속 재활용 사업으로 'LCD 디스플레이 재료 재활용 원천기술개발(2009년)' 사업을 수행하고 있으며, 환경부 폐금속·유용자원재활용기술개발사업으로 '폐 디스플레이 유용자원 회수 및 상용화 기술개발(2011년)', '폐가전제품 리사이클링 선진화를 위한 고효율 전처리공정 개발(2012년)' 과제를 수행하고 있다.

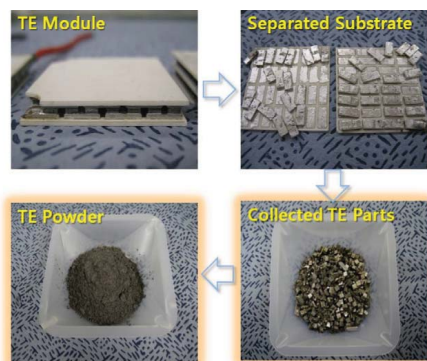


[그림 5] 사용 후 LCD 재활용 기술



[그림 6] 폐냉장고의 해체/분리 및 자원 재활용 기술

특히 본 연구개발사업은 한국전자산업환경협회와의 긴밀한 협조 아래 국내 제도권 리사이클링 센터와 연계하여 해외 선진 리사이클링 센터의 벤치마킹, 수작업 분리/해체 공정의 자동화, 냉매회수 시스템 개발 등 국내에서 발생하는 폐가전제품에 대한 선진 재활용 기술 및 시스템 확보를 목적으로 활발히 연구를 수행하고 있다. 추후 국내 재활용 업체들과 연계하여 폐전기전자제품 재활용 시스템의 개발도상국에 대한 해외 수출 등의 중장기 계획을 가지고 있으며, 폐가전제품 전처리 분야 및 선진화 시스템의 전문연구기관으로 운영될 예정이다.



[그림 7] 폐열전모듈로부터의 텔레늄 회수

그 외에도 전자부품과 차량용 시트 제품 등에서 재활용이 가능한 폐열전모듈의 ‘텔레늄(Te) 재활용 및 고순도화 기술’을 글로벌전문기술개발사업으로 수행중이다.

● 유가금속 재활용 기술 분야

유가금속 재활용 기술 개발을 위해 다양한 연구를 진행하고 있다. 중소기업청 제조현장녹색화사업으로 추진된 ‘도금폐액에서 유용자원(Zn, Ni, Sn, Pb 등) 회수 기술’은 발생하는 도금폐액의 농도에 따라 적절한 방법으로 회수할 경우 원가절감 및 동종업계 경쟁력 확보가 가능한 것으로, 개발된 기술은 전기화학적 방법을 활용하여 회수율 90%, 순도 99% 이상의 기술적 성과를 거두었다. 또한 동 기술개발사업으로 ‘폐플라스틱 포장재의 고효율 재활용 기술’을 수행하고 있다. 즉, 알루미늄 포장재와 젤리 케이블을 대상으로 기존의 화학약품이나 소각 등의 공정이 아닌 열매유를 이용한 친환경 유가금속 회수공정 기술이다.

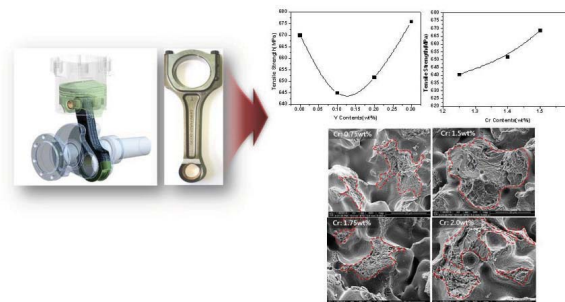


[그림 8] 식품 포장재 및 젤리 케이블에서의 유가금속 회수 장치 및 회수된 유가금속

● 고기능성 소재개발 분야

신소재공정센터에서는 고기능성 소재개발 분야에도 활발한 연구를 수행하고 있다. 분말성형기술을 이용한 고강도, 고성능의 자동차용 부품제조와 관련하여 ‘고강성 자동차용 커넥팅 로드 제조기술개발’을 위한 산업원천 기술개발사업을 수행하고 있으며, 소재원천기술개발사업으로 ‘코발트 기초 소재화 공정개발’, ‘리튬 이차전지

양극재 개발’을 위한 World Premium Material 사업, ‘고체산화물 연료전지 제조 및 고온 수전해 셀 제조’를 위한 21C 프론티어 연구개발사업, ‘이산화질소(N_2O) 저감 촉매기술개발’을 위한 지식경제기술혁신사업 등을 수행중이다. 그 밖에 담수화설비나 원자력 발전소 적용을 위한 ‘고기능성 하이브리드 열교환기 Tube 제조기술개발’, ‘형상기억합금의 연속주조공정 개발’ 등을 중기혁신사업으로 수행하였다.



[그림 9] 고강성 커넥팅 로드 개발을 위한 분말합금설계

3. 지역 및 네트워크 활동

아울러 희소금속 및 재활용분야의 연구개발 확장을 위해 2011년 12월 고등기술연구원 강릉 분원을 개소하였으며, 공주대학교와 MOU 체결을 통한 공동연구 및 학생교류 활동을 하고 있다. 또한 자원재활용 전문 연구기관인 한국지질자원연구원, 한국생산기술연구원, 재료연구소와 연구교류를 하고 있으며, 에너지 재료 분야에서는 한국에너지기술연구원, 한국원자력연구원, 희소금속/비철금속 분야에서는 한국생산기술연구원, 포항산업과학연구원과 기술연구 교류를 하고 있다. 대학으로는 서울대학교, 포항공대, 한양대학교, 아주대학교, 강원대학교, 산업기술대학교, 공주대학교, 한밭대학교, 수원대학교, 인천대학교 등과 인력 양성 및 공동연구를 진행하고 있다. 사업체로는 삼성 SDI, 포스코 엠텍, 대우조선해양, LS Nikko 동제련, 코스모화학, 한국유미코아(유), 한국전자산업환경협회, 리사이텍, 인천화학, 그린프라(주) 등 국내 유수의 중견·대기업들 포함, 벤처 또는 중소기업에 대한 연구개발을 지원하고 있다. 또한 다양한 국내외 학술활동과 더불어 최근에는 국제자원순환전, 국제 재제조 및 자원순환산업전 등의 참가를 통한 신소재공정센터의 희소금속 및 재활용 보유 기술에 대해 홍보하고 있으며, 관련 전문 연구인력을 꾸준히 확보하면서 국내 리사이클링 전문연구기관으로 거듭나고 있다. 이밖에 연구와는 별도로 센터원들의 자발적인 참여로 ‘우리사랑 나눔지기’라는 자체 봉사활동단체를 결성하여 주변에

센터소개

도움이 필요한 곳을 찾아가 진정한 봉사의 의미와 나눔을 실천하는 등 지역 내 자선활동에도 적극적으로 임하고 있다.

고등기술연구원 신소재공정센터는 젊은 연구원들의 패기와 열정을 바탕으로 친환경 재활용 공정 및 소재화 기술 전문 연구그룹으로 거듭나기 위해 위와 같은 산학연 네트워크를 지속적으로 활용하고, 국내 관련 기술의 선진화를 통한 국익 발전을 위해 노력하고자 한다.



[그림 9] 우리사랑 나눔지기 활동 모습



[그림 10] 신소재공정센터 연구 전경

경기도 용인시 처인구 백암면
고안로 51번길 175-28
고등기술연구원 신소재공정센터
E-mail: hshong@iae.re.kr



경기도 용인시 처인구 백암면 고안로 51번길 175-28

TEL. 031-330-7481 | FAX. 031-330-7116 | <http://www.iae.re.kr>



한국원자력연구원 나노소재응용팀

-나노기술을 이용한 원자력 고기능 하이브리드 복합소재 개발-

이창규(한국원자력연구원 나노소재응용팀/책임연구원)

1. 조직 소개

최근 미국, 일본, 유럽 등 주요 선진국에서는 21세기를 주도할 미래핵심기술로서 나노기술의 중요성을 인식하고 이에 대한 관심과 투자를 아끼지 않고 있으며, 이제 나노기술은 기술혁신의 기반으로서 기초연구 형태에서 벗어나, 국가차원의 체계적이고 종합적인 계획에 의한 연구개발의 단계로 거듭나고 있으며, 발전의 필요성 또한 확대되어 가고 있다. 이에 한국원자력연구원 원자력재료개발부 나노소재응용팀에서는 원자력 산업에 나노 기술을 융합함으로써 원자력-나노 첨단 소재 기술을 선도하고 이를 바탕으로 미래형 부품소재의 기술 자립화라는 뚜렷한 목표와 비전을 가지고 원자력 구조 소재 원천기술 확보 및 산업화를 위해 연구에 매진하고 있다. 이를 위해 나노 복합재 분산용 분말 제조기술, 나노개량 기술을 이용한 장수명 구조소재 제조기술, 자기 펄스를 이용한 초고강도 나노분말 제품 동적성형기술 및 원전 튜브와 노즐 부품용 저온 고상 특수 접합 기술, 나노기반 중성자/방사선 차폐/흡수 소재 제조기술, 나노입자 표지 중금속/방사선 물질 센서, 미래 고속로 냉각재용 소듐 나노유체 등 다양한 나노소재 원천기술을 개발하였으며 이를 가동원전 및 신형 원전 부품소재에 적용하기 위한 실용화 연구를 진행 중이다. 이러한 다양한 고성능 원자력-나노융합 원천 소재 기술을 개발하기 위하여, 주로 금속, 재료 분야를 중심으로 박사급 7명, 석사급 8명, 위촉 및 학생 2명의 연구개발 인력을 보유하고 있으며 정부 및 해외 공동연구를 통해 지속적으로 연구개발 활동을 진행 중에 있다.

2. 연구개발 분야 및 현황

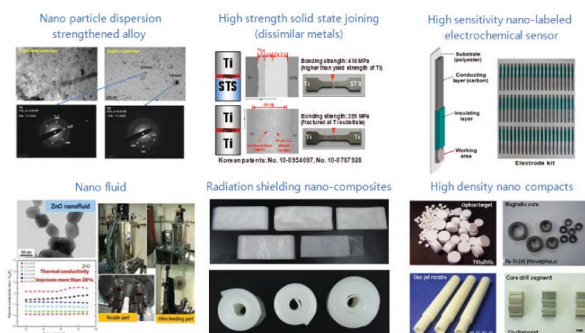
1) 연구개발 분야

한국원자력연구원 나노소재응용팀은 고성능 원자력-나노융합 소재 개발을 목표로 주요 연구개발 분야는 크게 나노입자 제조/합성 기술개발과 나노입자 분산/합금화 기술개발로 나눌 수 있다. 좀더 구체적으로는, 물리적 기상합성법을 이용한 다양한 크기의 나노입자 제조

기술, 전자기 펄스 성형 공정 및 고에너지 불밀 공정을 이용한 나노입자의 벌크 합성화기술, 나노 입자의 다양한 유체에서의 균일 분산기술, 원전 구조소재용 나노입자 분산강화 합금의 제조 및 접합 기술, 나노입자 분산 금속/폴리머기지 방사선 차폐재 제조 기술, 나노입자 표지 방사선 센서 제조기술 등으로 나누어진다.



[그림 1] 한국원자력연구원 나노소재응용팀 주요 연구분야



[그림 2] 나노입자 활용 고성능 원자력 소재

2) 연구개발 분야

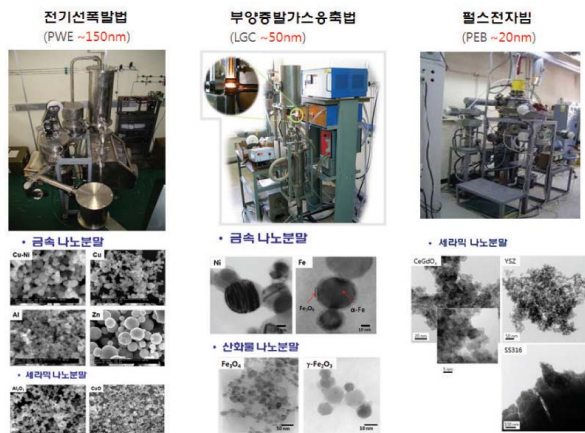
앞서 설명한 원자력-나노융합 고성능 소재 기술개발을 위해 본 연구팀에서는 정부 연구개발사업에 참여하고 있으며 대표적인 중장기 연구개발사업으로는 다음과 같다.

- 한국원자력연구원 출연금 주요사업
 - 원자력기술개발사업 중 원전기술혁신사업
 - 방사선폐기물관리기술개발사업
- 등을 수행하고 있으며, 단기 기술개발을 목적으로
- 부품소재 국제공동기술개발사업
- 등을 진행하고 있다.

이와 같은 연구사업을 통해 국내의 정부출연연구소 및 대학들은 물론이고, 러시아 등의 출연연구소들과 함께 공동연구를 통한 원자력-나노융합 소재 원천 기술개발에 매진하고 있다.

● 나노입자 제조 및 합성 분야

나노소재응용팀에서는 3가지 종류의 물리적 기상합성법을 이용하여 다양한 금속 및 세라믹 소재에 대하여 나노입자를 제조할 수 있는 기술과 장비를 갖추고 있다. 구체적으로는 전기선 폭발법 (PWE, pulsed wire evaporation), 부양증발가스응축법 (LGC, levitational gas condensation), 펄스전자빔 (PEB, pulse electron beam) 기술로써, 각각의 방법에 따라 아래 그림과 같이 다양한 크기의 금속 및 세라믹 나노입자 제조가 가능하다. 특히, 전기선폭발법 기술의 경우 양산용 장비기술을 개발하여 (주)나노기술에 성공적으로 기술이전하였고, 현재 상용화 나노입자를 제조하고 있다.



[그림 3] 나노입자 제조 장치 및 제조된 나노입자

제조된 나노입자를 산업적으로 활용하기 위하여 나노입자 합성 기술을 개발하고 있으며, 특히 고에너지 볼밀 (HEBM, high energy ball mill) 기술을 이용한 입자 미세화 및 복합화 기술과, 전자기 펄스성형 (MPC, magnetic pulse compaction) 방법을 이용한 소재 부품 성형기술 개발을 진행 중이다. 고에너지 볼밀 기술 개발을 위하여 세계 최고 수준의 에너지 및 생산량을 보유한 장비를 순차적으로 개발하였으며, 현재는 이 장비를 이용하여 조대입자 나노 미세화, ODS 합금 제조 기반기술 확보에 주력하고 있다.



	기본 장비	1차 고에너지 장비	2차 고에너지 장비	대용량 장비	양산용 장비
에너지	Max. 20G	Max. 100G	Max. 72G	Max. 70G	Max. 70G
Jar 개수/장비	1~2 Jar	4 Jar	2 Jar	4 Jar	4 Jar
Jar 용량	100cc 이하	150cc	150cc	300cc	1000cc
생산성/Jar	5~10g/Jar	20g/Jar	20g/Jar	40g/Jar	130g/Jar
생산량/회 (10분 이내)	10~20g/회	40g/회	40g/회	160g/회	~500g/회
비고	Dual 회전방식 저에너지	Dual 회전방식 밀링재현성 불량	집속식 회전방식 밀링재현성 우수	집속식 회전방식 밀링재현성 우수 고소음	Dual 회전방식 밀링재현성 우수 저소음

[그림 4] 고에너지 볼밀 장비 개발 이력

전자기 펄스성형 고밀도의 균질한 성형체를 제조하기 위하여 개발된 기술로써, 매우 짧은 시간(101~102 μ s) 내에 매우 높은 압력 (2~3 GPa)을 가함으로써 95% 이상의 고밀도 실현이 가능하며, 현재는 장비의 자동화 기술 확보에 주력하고 있다.



[그림 5] 전자기 펄스성형 장비 및 실제 성형 부품

● 나노입자 분산 및 복합화 분야

본 연구팀에서는 제조된 나노입자를 이용하여 다양한 용매에 균일 분산시킴으로써 산업적으로 활용 가능한 부품 소재를 제조하고자 하고 있으며, 용매는 아래 그림과 같이 수용성 혹은 유기 용매, 폴리머, 금속 용탕 등 다양하다. 수용성 혹은 유기 용매에 나노입자를 균일하게 분산시킴으로써 열전달 효율이 향상되거나 냉각재와의 반응성을 감소시키는 나노유체의 제조가 가능하며, 폴리머 기지 내에 분산시킴으로써 중성자 차폐성능이 향상된 폴리머 기지 복합체를 제조할 수 있으며, 금속



[그림 6] 나노입자의 다양한 용매로의 균일 분산을 통한 복합화 기술

▶ 이창규

센터소개

용탕 및 분말 내에 분산시킴으로써 입자분산 강화합금 제조 원천기술로의 활용이 가능하다.

3. 글로벌 네트워크 활동

본 연구팀에서는 첨단 나노융합 소재 원천기술 확보를 위하여 주로 해외의 연구기관들과 밀접하게 연구교류 활동을 진행하고 있다. 나노 입자 제조 및 표면처리 기술과 관련하여 러시아 국립과학원 소속의 IEP, ISSC, ITAM, 중국의 FCC 등과 협력을 진행하였으며, 최근에는 나노유체 기술 개발을 위해 미국의 시카고 대학교,

방사선 차폐용 복합분말 코팅 기술 및 고상접합 기술 개발을 위해 벨라루스 국립과학원 소속의 JIME, PHTI 등과 활발한 교류를 진행하고 있다. 이와 같은 노력의 결과로 다수의 국제협력연구를 성공적으로 수행하였으며, 현재도 지속적인 국제공동연구를 진행하고 있다.

대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111
한국원자력연구원 원자력재료개발부 나노소재응용팀
E-mail : ckrhee@kaeri.re.kr

▶ 홍현선

원자재 가격동향

원자재 가격동향

홍현선(고등기술연구원 신소재공정센터/센터장)

2012년 10월 비철금속가격이 소폭 상승하며 한달 가까이 이어지던 하락세를 마감했다. 조달청에 따르면 10/5주 비철금속가격이 전주 대비 2.45% 상승해 4주 만에 소폭 반등에 성공했다. 비철금속시장은 남유럽의 구제금융 요구와 재정 긴축안 등의 논란이 지속된 가운데 미국 실업률이 개선되며, 경제 회복 기대감이 시장에 상승 반영됐다.

구리가격은 7,700달러 내외에서 소폭 등락이 지속되며 가격 움직임은 약하게 나타난 양상을 보이고 있다. 향후 미국 및 중국 정권교체 이후에 가격방향성이 결정되겠지만, 단기적으로 저가 매수에 기인한 소폭 가격상승이 나타날 것으로 전망되고 있다. 알루미늄 가격은 톤당 1,973달러로 10월 하락분을 소폭 만회하며 상승했다. 높은 수준의 재고 및 실수요 부진 등의 요인으로 추가적인 하락 가능성이 존재하지만 생산원가 수준에 근접한 가격수준은 알루미늄 가격을 지지할 것으로 예상된다.

납 가격은 2,148달러로, 납 수요가 증가했고 초과공급이 축소되어 가격이 상승하였다. 아연 가격은 1,851달러로 아연 광석 생산량 증가 속에서 세계 정련 아연의 공급량이 올해에 이어 내년에도 수요량을 초과할 전망이라고 발표했다. 주석가격은 2만300달러로 현재 2만달러를

기점으로 상승과 하락을 반복하는 모습을 보이고 있으나 주석의 주요 생산지인 인도네시아의 가격통제력으로 급격한 가격 반등 가능성이 존재하고 있다. 니켈의 가격은 경기침체 여파로 국가 및 업체별 생산량이 증감되는 등 변동 양상을 보이고 있다.

동 시장 동향

9-11월 동향

8월에는 계속된 금속시장의 경기침체로 인해 동 가격이 하락하였다. 상반기 중국의 표면적인 수요는 증가한 것으로 나타났지만, 실제 수요는 여전히 부진한 수준이다. 반면 온갖 악조건에도 불구하고, 9월 LME 평균 동가격은 톤당 US8,088 달러로 8월 대비 8% 급등하였는데 이는 미국의 연방준비제도 발표 때문이다. 연방준비제도는 미국의 실업률이 낮아질 때까지 'QE(3차 양적완화)'를 시행할 것이라고 발표했는데, 이 발표 이후로 동 가격을 비롯한 다른 비금속 가격도 상승했다. 하지만 이 영향은 일시적인 효과에 그치고 마는데 10월 마지막 날 거래된 동 가격은 톤당 US7,758달러(파운드당 US352센트)로, 원래 수준으로 돌아갔다. 계속되는

역풍에도 불구하고, AME는 중국에서 새로운 정책을 시행하여 시장을 지지해줄 것으로 보기 때문에 동 가격이 향후 몇 개월간 계속 유지될 것으로 예상했다.

8월 동향

7월 동 시장에 큰 변화는 없었다. 동시장 참가자들이 경제 대국인 미국과 중국의 활발한 활동에 대한 기대와 수요 감소에 대한 우려 사이에서 아무런 행동도 취하지 않았기 때문이다. 7월 시장에는 변화를 가져올만한 큰 요소가 없었기 때문에 동 가격에도 큰 변동이 없었다. LME 월 평균 가격은 전달대비 1% 증가한 톤당 US7,584달러(파운드당 US344센트)이다. 중국의 동 관련 소비산업의 실제수요는 여전히 부진하며, 구매활동은 현재의 재고량이 줄어들기 전까지는 증가하지 않을 전망이다. 중국 정부의 미약한 통화정책은 시장을 뒷받침 해주기에는 한계가 있다.

7월 동향

흔들리는 경제 분위기와 수요약세 전망에 속에서, 6월 LME 동 평균가격은 5.9% 하락한 US7,428달러(파운드당 US337센트)로 지난 9개월간의 최저치를 기록했다. 2사분기 평균가격은 톤당 US7,692달러(파운드당 US349센트)로 마감하였다. 작년 6월부터 현재까지 동 평균가격은 전년 동기대비 13.9% 하락한 톤당 US8,097달러(파운드당 US367센트)이다. 지난 몇 개월간 시장은(특히, 정광시장) 여유로운 공급 편더멘탈에도 불구하고, 유로존 채무위기와 중국의 실제수요 약세로 인해 암울했다. 이러한 분위기는 3사분기에도 영향을 미칠 것으로 보인다. AME는 3사분기 동 평균가격을 약 톤당 US7,950달러(파운드당 US360센트)로 예상했다. 재고비축(restocking) 활동과 경제안정 전망의 영향이 작용할 것으로 보기 때문이다.

6월 동향

유로존 채무위기 확산과 더불어 상품의 실제수요에 대한 우려가 증가하는 분위기 속에서 5월 상품시장은 아주 어려웠다. 현물시장에서 니켈가격은 4.9% 하락했고, 아연 가격은 3.5% 하락했다. 동 가격도 예외는 아니었다. 이번 달 LME 평균 동 가격은 4.4% 하락한 톤당 US7,919 (파운드당 US359센트)달러를 기록했다. 이는 지난 6개월 중에서 가장 큰 하락이다. 금융시장의 변동과 실제 동 수요에 대한 우려가 계속 동 가격을 압박하고 있다. 하지만 수급균형의 지지 덕분에 가격이 급격하게 하락하지는 않을 것이다. 6월 동 가격은 변동이 심할 것으로

보이며, 가격은 약 톤당 US7,700달러 (파운드당 US349센트)를 웃돌 전망이다.

아연 시장 동향

9-11월 동향

상반기 동안 아연의 가격이 지속적으로 하락했으며, 8월 평균가는 톤당 US1,814달러(파운드당 US 82센트)로 마감하며 7월 평균가 대비 2.0% 낮았다. AME는 북반구에 겨울이 찾아오면서 수요가 증가하여 4분기에 아연 가격이 강세를 보일 것으로 예상했는데, 공급측면의 역학으로 긍정적인 수요를 기대해보면 평균가가 톤당 US1,875달러(파운드당 85센트)가 될 것으로 전망한다. 9월 아연 평균가는 톤당 US2,010달러(파운드당 US91센트)로 6개월만에 최고치를 기록하며 표면적으로는 비철금속이 상승세를 탄 것처럼 보이지만, 이것은 미국 연방준비제도이사회 발표 때문이다. 아연의 수요 성장 속도가 서서히 느려지고 있는 것에 맞춰 2011년 세계 아연 생산량의 약 40%를 차지했던 중국의 생산량이 작년 1월-8월의 521만톤 대비 4.4% 감소했다. 이는 중국 산업 현대사에서 지금까지 볼 수 없었던, 중국 정련 아연 생산량의 가장 큰 감소이다. 9월 보였던 가격 상승은 양적완화로 인한 흥분이 차츰 사라지면서 10월 아연 현물가는 월 초 현물가 대비 12.5%하락한 톤당 US1,815달러로 마감했다.

8월 동향

2012년 하반기에 들어섰으나, 연과 아연 시장은 7월에도 침체된 모습으로 저조한 성적을 보였다. 7월 아연 가격은 비교적 무난한 편인 톤당 U\$1,851 (파운드당 84센트)로 전월 평균가보다 약간 낮았다. 반면, 연 시장은 좀 더 안정적이었다. 7월 평균가는 톤당 U\$1,876 (파운드당 85센트)로, 6월 대비 1% 상승했다.

7월 동향

북반구에 찾아온 여름은 연과 아연에 악영향을 미치며, 2012년 6월 시장을 침체토록 하였다. 아연 평균가는 톤당 U\$1,861 (파운드당 84.4센트)로 5월에비해 4% 가까이 하락했으며, 월말에는 연간 최저치인 톤당 U\$1,760 (파운드당 79.8센트)를 기록했다. 연 가격은 그보다 더 저조한 동향을 보였는데, 평균가가 전월 대비 7% 하락한 톤당 U\$1,859 (파운드당 84.3센트)였으며, 아연과 동시에 월말 연간 최저치인 톤당 U\$1,744 (파운드당 79.1센트)까지 하락했다.

6월 동향

2012년 2분기 막바지에 다다르면서 상황은 암담해졌다. 연초의 회복세 이후, 5월 아연 평균가는 수요 감소가 가격에 악영향을 미치면서 톤당 US\$1,930 (파운드당 87.5센트)로 4월에서 3% 하락했다. 사실, AME는 올해 1분기 아연 완제품의 수요가 전분기 보다 3% 감소한 것으로 추측하고 있다. 아연과 비슷하게, 5월 연 가격도 1분기 수요가 9% 정도 감소하면서 5월 30일에는 올해 최저가격인 톤당 US\$1,913 (파운드당 86.7센트)를 기록했다. 월 평균가는 톤당 US\$1,999 (파운드당 90.7센트)로 전월 대비 3% 하락했다.

알루미늄 시장 동향

9-11월 동향

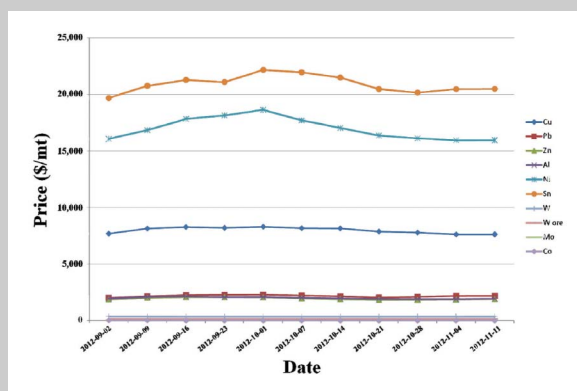
8월 알루미늄 시장은 알루미늄 가격이 잠시 상승세를 보이면서 활기를 찾는 듯 했으나, 다른 달과 마찬가지로

여전히 어려움을 겪었다. 생산비용 곡선에서 종종 상승세를 보이기도 했지만, 8월 역시 7월 증가와 동일한 톤당 US\$1,850달러로 마감되었다. 그럼에도 불구하고 AME는 알루미늄 가격은 안정선에 들어섰고 생산량/생산용량 감축은 알루미늄 가격상승에 도움을 줄 것으로 전망한다. 미국의 공급 물량 감소 및 중국 정부의 경기 부양 조치에 힘입어 원자재 가격이 크게 반등하였는데 이에 따라 9월 알루미늄의 가격은 톤당 US\$2,094달러로 마감하였다. 하지만 9월의 유동성 장세로 인한 가격 거품이 10월에는 빠져나가며 알루미늄 가격은 하락하였는데, 10월 평균 가격은 US\$1,975달러로 전월 대비 4% 하락하였다. 하지만 올해 남은 기간 동안에는 경제 분야 및 정치분야에서 불확실성이 사라짐에 따라 가격은 다시 상승할 것으로 AME는 전망하고 있다.

[9-11월 원자재 가격동향]

구분	종류									
	Cu	Pb	Zn	Al	Ni	Sn	W	W 광석	Mo	Co
2012-09-02	7,682.20	2,014.00	1,865.10	1,937.30	16,060.00	19,676.00	357.5	150	12.15	13.5
2012-09-09	8,133.70	2,139.10	1,999.30	2,084.70	16,836.00	20,760.00	351.25	150	11.95	14.07
2012-09-16	8,264.80	2,251.00	2,074.80	2,125.70	17,828.00	21,272.00	347.5	150	11.63	14.25
2012-09-23	8,192.80	2,273.00	2,069.20	2,067.80	18,138.00	21,081.00	347.5	150	11.5	14.13
2012-10-01	8,286.30	2,284.10	2,055.40	2,083.60	18,633.00	22,159.00	347.5	150	11	13.88
2012-10-07	8,166.30	2,217.20	1,960.70	2,009.40	17,695.00	21,945.00	342.5	150	10.98	13.69
2012-10-14	8,143.00	2,136.10	1,876.20	1,952.30	17,036.00	21,502.00	342.5	150	11.1	13.25
2012-10-21	7,864.40	2,033.80	1,813.50	1,912.40	16,344.00	20,457.00	342.5	150	10.98	12.77
2012-10-28	7,775.10	2,088.20	1,827.70	1,897.20	16,113.00	20,162.00	342.5	150	11.02	12.53
2012-11-04	7,613.10	2,170.50	1,855.00	1,891.70	15,935.00	20,464.00	342.5	150	10.96	12.46
2012-11-11	7,609.30	2,179.90	1,897.90	1,938.60	15,944.00	20,483.00	352.5	150	10.93	11.88

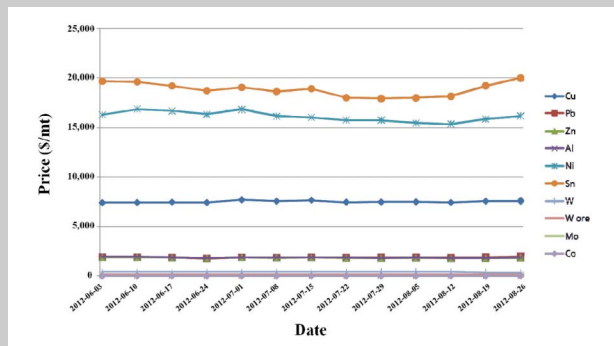
[6-8월 원자재 가격동향]



[6-8월 원자재 가격동향]

구분	종류									
	Cu	Pb	Zn	Al	Ni	Sn	W	W 광석	Mo	Co
2012-08-26	7,579.50	1,960.00	1,830.25	1,868.25	16,150.00	20,011.25	360	150	12	13.4
2012-08-19	7,556.50	1,910.50	1,805.80	1,836.40	15,856.00	19,224.00	370	150	11.5	13.3
2012-08-12	7,420.30	1,850.20	1,787.90	1,808.90	15,346.00	18,130.00	395	150	10.9	13.2
2012-08-05	7,483.70	1,889.20	1,836.50	1,853.30	15,454.00	18,001.00	402.5	150	11.1	12.95
2012-07-29	7,462.90	1,894.50	1,824.30	1,837.10	15,722.00	17,939.00	402.5	150	11.45	12.9
2012-07-22	7,457.90	1,863.50	1,809.60	1,849.60	15,752.00	18,004.00	402.5	150	11.85	12.9
2012-07-15	7,658.60	1,886.40	1,865.90	1,884.50	16,016.00	18,917.00	402.5	150	12.33	13.13
2012-07-08	7,560.30	1,853.70	1,846.30	1,867.20	16,117.00	18,657.00	402.5	150	12.6	13.2
2012-07-01	7,696.30	1,881.40	1,885.40	1,902.10	16,811.00	19,053.00	402.5	150	12.75	13.55
2012-06-24	7,413.80	1,773.90	1,799.10	1,821.00	16,323.00	18,713.00	402.5	150	12.9	13.55
2012-06-17	7,456.50	1,862.30	1,861.00	1,861.10	16,678.00	19,205.00	402.5	150	13.03	13.98
2012-06-10	7,415.00	1,894.20	1,887.70	1,926.50	16,874.00	19,609.00	402.5	150	13.4	14.3
2012-06-03	7,397.17	1,902.50	1,889.50	1,943.50	16,281.67	19,675.00	402.5	150	13.45	14.5

[9-11월 원자재 가격동향]



자료원: 신소재경제(11.14), 대한광업진흥공사 한국자원정보서비스 (KOMIS), 주간무역

8월 동향 [발췌 8호 2012.08.14]

침체기를 겪었던 올 상반기 알루미늄 시장상황에 이어 7월 시장 역시 힘들었다. 7월 알루미늄 시장은 6월과 같은 급격한 가격하락세를 겪지는 않았지만 현재가격은 알루미늄 회사들에게 도움을 주지 않고 있다. 7월 평균 LME 알루미늄 현금 가격은 1,873달러(US85 ¢/lb)로 이는 6월가격인 톤당 1,886달러(US86 ¢/lb)보다 조금 낮은 가격이다.

알루미늄 시장에 대한 AME의 전망은 여전하다. 이번 3분기 알루미늄 가격은 톤당 1,985달러로 (US 90 ¢/lb) 예상하며, 이는 12월 분기 다시 톤당 2,300달러로 (US 105 ¢/lb) 약간 상승할 것으로 전망한다. 또한 2013년 알루미늄 가격은 평균 톤당 2,475달러로(US 112 ¢/lb)로 전망한다.

7월 동향 [발췌 7호 2012.07.16]

6월 알루미늄 시장 역시 침체기였다. 오랫동안 지속되는 유럽 채무위기 및 둔화된 중국경제, 미국경제시장의 느린 회복속도 모두 알루미늄 가격하락에 일조했다. 6월 평균 LME 알루미늄 현금가격은 톤당 1,888달러 (US 86 ¢/lb)로 전달대비 약 6% 감소한 수치이다. 현재 알루미늄 가격은 니켈 가격 하락 이후 가장 극심한 하락세를 겪고 있다.

AME는 3분기 알루미늄가격은 톤당 1,985달러(US 90 ¢/lb)로 상승한 이후 올해 12월 다시 톤당 2,300달러(US 105 ¢/lb)의 추가 상승할 것으로 예상한다. 또한 내년 알루미늄 평균 가격은 톤당 2,475달러(US 112 ¢/lb)로 전망한다.

6월 동향 [발췌 6호 2012.06.12]

5월 알루미늄 시장도 지난 다른 달과 마찬가지로 역시 어려웠다. 유럽 채무위기는 끈질기게 투자자들을 불안에 떨게 했고 알루미늄 가격을 다시 하락시켰다. 5월 알루미늄 가격은 톤당 1,955달러로(lb당 89센트), 지난 12월

부터 가격은 최저치를 기록하고 있다. 알루미늄 뿐만 아니라 모든 금속은 같은 상황에 처해있다. 알루미늄 회사들은 가격의 약세로 낮은 판매수익을 기록했고, 따라서 이는 현재 알루미늄 시장을 어려움에 놓이게 했다. 지난달, 우리는 아래와 같은 추가 생산량 감축을 경험했다.

분말야금분야등록특허현황

김진천(울산대학교 첨단소재공학부/교수)

본 기술회보의 특허 등록현황은 분말야금기술회보 제 1권 1,2호, 2권 1,2호, 3권 1호의 후속으로 특허청에 등록된 분말관련 특허 자료를 정리한 것이다. 조사기간은 2012년 7월부터 2012년 하반기 약 6개월간이다. 이 기간 중에 특허청에 등록된 분말관련 특허는 총 90건으로 외국인의 특허가 40건, 국내인 특허가 50건이었다. 국가별로는 일본이 29건, 미국 4건, 유럽이 3건, 기타 4건

이었으며, 외국에서는 일본이 다른 나라에 비하여 월등히 우세하였다. 표 1은 조사기간 중 각 국가별 특허 건수와 전체 건수를 정리하였다. 표 1 하단에는 전체 특허 중에서 주요 특허 15건을 정리하여 나타내었다. 표 2는 2012년 하반기 중 전체 특허 등록 번호와 특허 명칭, 출원인, 출원국가를 나타내었다.

[표 1] 2012년 7월부터 2012년 11월까지 국가별 특허 출원건수

오스트리아	일본	미국	스웨덴	멕시코	남아프리카	중국	한국	총	외국	한국
1	29	4	2	2	1	1	50	90	40	50

1. 소결 클러치 링(Sintered Clutch Ring)

본 발명은 티드(teeth)로 된 테두리부를 포함하는 소결 클러치 링에 관한 것으로서, 티드에는 상호 축방향 평면에서 교차하는 쉘기형 앞면과 티드 뒷부분의 경사각도를 따라서 티드의 저부를 향하여 경사진 플랭크를 포함한다. 플랭크는 돌출형 축방향 노멀(normal) 솔더로부터 볼록하게 형성되며, 본 발명의 목적은 플랭크 볼록부의 성형을 위한 이점을 제공하기 위한 것으로서, 쉘기형 앞면 간의 교차면이 티드의 중심 외측으로 뺀으며, 클러치 티드의 2개의 플랭크의 솔더는 상호 간 축방향으로 편심되는 동시에 플랭크부에 의해 플랭크를 분리하며, 상기 플랭크부는 필연적으로 삼각형이면서 축에 대해 평행하는 동시에 앞면에 인근한다.

2. 온간 성형용 원료 분말 및 온간 성형 방법

(Raw Material Powder For Warm Compaction And Method Of Warm Compaction)

고온에서의 유동성이 우수하고, 가압 성형에 있어서의 높은 윤활성 및 압축성을 가짐과 함께, 경제성이 높은 온간 성형용 원료 분말 및 이것을 이용한 온간 성형 방법을 제공한다. 분말 야금에 있어서의 원료 분말에 평균 입자 지름이 5 μ m 이상 100 μ m 이하인 히드록시 지방산염만을 0.3질량% 이상 2질량% 이하, 더욱 바람직하게는, 0.5질량% 이상 2질량% 이하 함유시켜 온간 성형을 실시했다. 또는, 성형 금형에 평균 입자 지름이 50 μ m 이하인 히드록시 지방산염을 미리 부착시키고 나서 온간 성형을 실시했다. 히드록시 지방산염으로서, 히드록시 스테아르산 리튬이 적합하게 이용된다.

특허동향

3. 니켈 코팅 동분말 및 니켈 코팅 동분말 제조 방법 (Nickel Coated Copper Powder And Process For Producing The Same)

전자 회로용 도전성 배선부를 형성할 수 있는 도전성 페이스트용의 내산화성 니켈 코팅 동분말 및 당해 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 이 목적을 달성하기 위해, 심재(芯材)를 동입자로 하고, 이 동입자 표면에 도금용 촉매를 환원 반응에 의해 고착시켜, 가장 바깥면에 무전해 니켈 도금을 실시한 니켈 코팅 동입자를 포함하는 것을 특징으로 하는 니켈 코팅 동분말을 채용하였다. 또한, 상기 환원 반응은 히드라진을 환원제로서 사용하는 것을 특징으로 한다.

4. 플레이크 동분말 및 그 제조 방법 그리고 도전성 페이스트 (Flaky Copper Powder, Process For Producing The Same, And Conductive Paste)

미립이고 입도 분포가 좁으며 결정자가 크고 내산화성이 뛰어난 플레이크 동분말을 제공하는 것을 목적으로 한다. 이 목적을 달성하기 위해, P를 포함하고 결정자경(結晶子徑)/DIA이 0.01 이상인 플레이크 동분말 등을 채용한다. 이 플레이크 동분말을 제조하기 위해, 구리염(銅鹽) 및 착화제를 포함하는 수용액을 조제하는 제1 공정, 이 수용액에 수산화 알칼리를 첨가하여 산화제2동을 포함하는 제1 슬러리를 조제하는 제2 공정, 이 제1 슬러리에 산화제2동을 산화제1동으로 환원할 수 있는 제1 환원제를 첨가하여 산화제1동을 포함하는 제2 슬러리를 조제하는 제3 공정 및 이 제2 슬러리에 산화제1동을 구리로 환원할 수 있는 제2 환원제를 첨가하여 플레이크 동분말을 얻는 제4 공정을 갖고, 상기 제1 공정 내지 제3 공정의 적어도 1개의 공정 및/또는 제4 공정에서 제2 슬러리에 인산 및 그 염을 첨가하는 플레이크 동분말의 제조 방법을 채용한다.

5. 금속분말의 제조방법 (Method For Producing Metal Powder)

본 발명은, 석출대상인 금속의 이온을, 액상의 반응계 중에서, 환원제의 작용에 의해 환원해서 금속분말을 석출시키는 금속분말의 제조방법으로서, 혼성전위이론에 의해서 구해지는, 금속의 이온과 환원제와의 산화환원 반응의 교환전류밀도가 $100\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 이하로 되는 조건 하에서 금속을 환원, 석출시켜서, 소입경(小粒徑)의 금속분말을 제조하는 것을 특징으로 한 것이다.

6. 알루미늄 나노분말 및 그 제조방법 (An Aluminum Nanopowders And Method For Manufacturing Thereof)

본 발명에 의한 알루미늄 나노분말은, 디부틸에테르($(\text{C}_4\text{H}_9)_2\text{O}$)에 1:3의 몰비로 AlCl_3 와 LiAlH_4 를 가열 및 교반하여 용해하고, 원심분리법으로 부산물이 제거된 $\text{H}_3\text{AlO}(\text{C}_4\text{H}_9)_2$ 용액을 설정온도 범위 내에서 가열한 후 티티아이피(TTIP)를 첨가함으로써 형성된다. 또한, 본 발명에 의한 알루미늄 나노분말의 제조방법은, 알루미늄 전구체인 AlCl_3 와, LiAlH_4 , 디부틸에테르 및 티티아이피를 준비하는 재료준비단계와, 상기 AlCl_3 와 LiAlH_4 를 용매인 디부틸에테르에 투입하여 용해하는 재료투입단계와, 상기 디부틸에테르 용매를 가열 및 교반하여 $\text{H}_3\text{AlO}(\text{C}_4\text{H}_9)_2$ 용액 및 부산물을 생성하는 부산물생성단계와, 상기 부산물생성단계에서 생성된 부산물인 LiCl 을 제거하는 부산물제거단계와, 상기 부산물이 제거된 $\text{H}_3\text{AlO}(\text{C}_4\text{H}_9)_2$ 용액을 설정온도로 가열하는 전구용액가열단계와, 상기 가열된 $\text{H}_3\text{AlO}(\text{C}_4\text{H}_9)_2$ 용액에 티티아이피(TTIP)를 첨가하는 촉매첨가단계와, 상기 티티아이피(TTIP)가 첨가된 $\text{H}_3\text{AlO}(\text{C}_4\text{H}_9)_2$ 용액을 일정 시간 동안 가열 및 교반하여 알루미늄 나노분말을 제조하는 분말제조단계로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

7. 분산 특성이 우수한 구형 철 분말 제조 장치 및 그 제조 방법 (Manufacturing Apparatus For Spherical Iron Particles With Excellent Dispersive Property And Method Of Manufacturing The Same)

분산제를 이용하여 철 전구체의 표면을 음전하로 유도함으로써, 분산 특성이 우수한 구형의 순수한 철 분말을 제조할 수 있는 분산 특성이 우수한 구형 철 분말 제조 장치 및 그 제조 방법에 대하여 설명한다. 본 발명의 실시예에 따른 분산 특성이 우수한 구형 철 분말 제조 방법은 (a) 분산제 100mg/L에 대하여 철 전구체를 0.8~1.2g/L로 혼합하여 철 슬러리 혼합 용액을 마련하는 단계; (b) 상기 철 슬러리 혼합 용액에 환원제를 1ml/min ~ 5ml/min의 속도로 투입하면서 교반하여 환원 반응시키는 단계; (c) 상기 환원 반응으로 침강된 철 침전물을 필터링한 후, 세척 용액으로 세척하는 단계; 및 (d) 상기 세척된 철 침전물을 건조하여 철 분말을 수득하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

8. 금속분말 사출성형법을 이용한 그립 액추에이터 조우의 제조방법 및 그립 액추에이터 조우 (Method for Manufacturing a Jaw of Grip Actuator Using Metal Injection Molding And Apparatus Thereof)

본 발명은 금속분말 사출성형법을 이용한 그립 액추에이터 조우의 제조방법 및 그립 액추에이터 조우에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 분해성이 개선된 바인더 및 소결성이 향상되고 변형률이 낮은 소결시스템을 이용한 금속분말 사출성형 공법을 통해, 기존 제조 공정을 혁신적으로 단축하면서 고정밀성, 내마모성, 고경도성을 확보하도록 자동화 기기 부품인 그립 액추에이터 조우를 제조하는 것이 가능할 뿐 아니라, 금속분말 사출성형 공법의 소결공정에서 제품의 표면에 봉화물 경화층을 추가로 형성시킴으로써, 기존의 제품에 비해 내부 밀도의 균일도가 높으며 내마모성, 절삭성, 내식성 등을 향상시킬 수 있고, 표면경도를 높여 수명을 연장되는 부품을 제조하는, 금속분말 사출성형법을 이용한 그립 액추에이터 조우의 제조방법 및 그립 액추에이터 조우에 관한 것이다.

9. 나노금속입자 제조장치 (Nano Metal Particle Manufacturing Equipment)

본 발명은 토양/지하수 내 유기오염물질 및 중금속 등의 환경오염 물질을 정화처리하기 위한 나노영가철 (Nanoscale Zero Valent Iron; nZVI), Bimetal nZVI 등의 다양한 나노금속입자를 제조하기 위한 나노금속입자(Nano Metal Particle ; NMP, 이하 같다) 제조장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 SUS 반응탱크, 교반장치, N₂가스퍼징(purging)수단을 포함하여 구성되는 NMP 합성반응기와; 합성된 NMP를 합성 반응기 바닥에 포집하기 위하여 합성 반응기 하부에 설치되는 전자석(Electromagnet)과; NMP 합성 반응기에서 합성된 NMP 또는 전자석으로 포집 및 응집된 NMP를 분산시키며 표면에 흡착된 불순물을 제거하기 위한 입자 균질화수단(Homogenizer);을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 나노금속입자(Nano Metal Particle ; NMP) 제조장치에 관한 것이다.

10. 분말 야금용 철계 혼합 분말 및 철분 소결체 (Iron-Based Mixed Powder For Powder Metallurgy And Iron Powder Sinter)

본 발명은, 철기 분말, 흑연 분말, Cu 분말 및 복합 산화물을 포함하는 분말 야금용 철계 혼합 분말이며, 상기 복합 산화물이, 800℃에 있어서 105(poise) 이하의 점성을 갖고, 상기 복합 산화물의 함유량이, 혼합 분말 전체 질량에 대해, 0.05 내지 1.5질량%인 분말 야금용 철계 혼합 분말에 관한 것이다. 본 발명의 분말 야금용 철계 혼합 분말에 따르면, 강도를 저하시키지 않고, 피삭성이

향상된 철분 소결체를 얻을 수 있다. 그리고 이 철분 소결체는, 철분 소결체에 포함되는 복합 산화물이 절삭 중에 용융되어 윤활 효과를 발휘하므로, 공구 마모를 억제할 수 있어, 공구 수명을 향상시킬 수 있다.

11. 금속 복합분말, 소결체 및 이의 제조 방법 (Metal Matrix Composite Powder, Composite Sintered Bodies And Processes For Preparing Thereof)

본 발명은 구조 소재용 금속 및 탄(질)화물의 복합분말, 소결체 그리고 이들의 제조방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 M1-x%M2C, M1-x%(M2,M1)C, M1-x%M2(CN), 또는 M1-x%(M2,M1) (CN)의 조성을 가지는 구조 소재용 복합분말에 있어서, 기지상 금속(M1)은 원소 주기율표상에서 텅스텐(W) 또는 몰리브덴(Mo)에서 선택되고, 부속상의 금속(M2)은 원소 주기율표상에서 4족 내지 6족 금속으로부터 선택되어 평균입자의 크기가 1마이크론 이하인 탄화물 또는 탄질화물을 구성하며, 반응에 의하여 기지상과 부속상이 공존하는 복합분말, 분말의 소결체, 그리고 이들의 제조 방법에 대한 것이다

12. 치밀한 산화아연계 투명전도막 타겟의 제조방법 (A Preparation Method of Densified Zinc Oxide Based Transparent Electroconductive Film Target)

본 발명은 알루미늄(Al)과 같은 첨가제를 함유한 산화아연계 투명전도막 타겟의 효과적이면서도 간편한 치밀화 방법을 제시한다. 1~5 wt%의 알루미늄(Al)을 첨가한 산화아연(ZnO)에 대해 타겟의 균일한 치밀화를 위하여 700~1000℃에서 2 MPa이하의 압력을 가해 예비 가압 열처리를 한 후 1200~1350℃에서 최종 소결한 결과 압력을 가하지 않은 시편에 비해 최종 소결체의 상대밀도는 최대 10% 증가하였으며 특히 일반적 소결로는 난소결성인 3 wt%의 알루미늄(Al)이 첨가된 경우에 소결특성 개선효과가 두드러졌다. 더욱이 가압열처리에서 발견되던 시편의 내외부의 불균일 치밀화 현상을 완화하여 시편 전체적으로 균질한 상태를 얻을 수 있었다. 이러한 결과는 전도도 및 투광성 개선을 위해 다양한 조성에 대해 치밀한 타겟이 필요한 수요를 고려할 때 조성에 민감하지 않은 보편적 치밀화 방법으로 유용하다.

13. 스파크 플라즈마 소결에 의한 세라믹 분말 합성용 금형 (Mold For Synthesis Of Ceramic Powder Using Spark Plasma Sintering)

본 발명은 분말 합성용 금형에 관한 것으로서, 보다

상세하게는 스파크 플라즈마 소결을 적용하기 위한 금형 시스템에 있어서, 내부에 세라믹 분말 합성을 위한 원료 분말이 장입되는 관체 형상의 금형 몸체와; 상기 금형 몸체의 상부와 하부에 각각 접촉하는 한 쌍의 금형 커버;를 포함하여 구성되는 스파크 플라즈마 소결에 의한 세라믹 분말 합성용 금형을 제공함으로써 가압에 의한 합성분말내의 응집체의 생성을 근원적으로 억제할 수 있는 한편, 작은 전력으로도 금형 시스템을 작동할 수 있어 시스템에 무리를 주지 않으며, 작동 시 소비전력을 절감하도록 할 수 있다.

14. 초경합금 소결체 및 이의 제조방법 (Sintered Body Of Hardmetal Cemented Carbide And Method Of Manufacturing The Same)

본 발명은 초경 합금내 탄소함량이 달라지더라도 항자력과 WC 입도의 변화가 적고, 경도 변화가 적은 초경합금 소결체와 그 제조에 관한 것이다. 본 발명에 따른 초경

합금은 대량생산 시스템에서 필수 불가결하게 발생하는 소결체 합금내 탄소함량 변화에 물성이 크게 변화하지 않기 때문에 초경합금 제조 로트간 품질편차를 크게 줄일 수 있는 장점이 있다. 본 발명에 따른 초경합금을 절삭인서트로 활용한다면 대량생산에서도 제조 로트간 품질편차가 없는 절삭공구 제공이 가능하다.

15. Fe-Si 자성 분말의 제조 방법 (Method For Manufacturing Fe-Si Magnetic Powders)

저온에서 손쉽게 제조할 수 있는 Fe-Si 자성 분말의 제조 방법을 제공한다. Fe-Si 자성 분말의 제조 방법은 i) 불활성 분말, 불화물 활성제 분말, Si 분말 및 Fe 분말이 혼합된 혼합 분말을 제공하는 단계, ii) 혼합 분말을 수소 분위기하에서 가열하는 단계, iii) 가열된 혼합 분말을 냉각시키는 단계, 및 iv) 냉각된 혼합 분말을 분급 및 자력 선별하여 혼합 분말로부터 Fe-Si 자성 분말을 분리하는 단계를 포함한다.

[표 2] 등록된 분말야금분야(IPC, B22F) 특허목록(자료출처: 특허정보검색서비스, <http://www.kipris.or.kr/main/main.jsp>)

출원번호	발명의명칭	출원인	등록번호	국가
1 1020077015496	소결 클러치 링(SINTERED CLUTCH RING)	미바 신테르 오스트리아	1012015940000	오스트리아
2 1020067010146	온간 성형용 원료 분말 및 온간 성형 방법(RAW MATERIAL POWDER FOR WARM COMPACTION AND METHOD OF WARM COMPACTION)	가부시키가이샤 다이아멧트	1011621290000	일본
3 1020077000752	니켈 코팅 동분말 및 니켈 코팅 동분말 제조 방법(NICKEL COATED COPPER POWDER AND PROCESS FOR PRODUCING THE SAME)	미쓰이 긴조꾸 고교 가부시키가이샤	1011869450000	일본
4 1020067024287	플레이크 동분말 및 그 제조 방법 그리고 도전성 페이스트(FLAKY COPPER POWDER, PROCESS FOR PRODUCING THE SAME, AND CONDUCTIVE PASTE)	미쓰이 긴조꾸 고교 가부시키가이샤	1011869460000	일본
5 1020077019113	고열전도성 흑연 입자 분산형 복합체 및 그 제조 방법(HIGH-HEAT-CONDUCTION COMPOSITE WITH GRAPHITE GRAIN DISPERSED AND PROCESS FOR PRODUCING THE SAME)	히타치 긴조꾸 가부시키가이샤	1011703970000	일본
6 1020077008220	니오브분, 니오브 입자화물, 니오브 소결체 및 콘덴서 및 그들의 제조방법(NIOBIUM POWDER, NIOBIUM GRANULES, NIOBIUM SINTER AND CAPACITOR, AND PRODUCTION PROCESSES THEREOF)	쇼와 덴코 가부시키가이샤	1011596250000	일본
7 1020070138574	리튬 2차 전지의 음극 활물질로 사용되는 급냉응고 합금분말을 제조하는 장치(Device of manufacturing rapidly solidified powder alloy used as anode active material for rechargeable Li secondary cell)	일진전기 주식회사	1011662520000	한국
8 1020077001471	향상된 특성을 가진 티타늄 합금 와이어의 제조 방법(METHOD FOR MANUFACTURING TITANIUM ALLOY WIRE WITH ENHANCED PROPERTIES)	에프엠더블유 컴포지트 시스템즈, 아이엘씨.	1011844640000	미국
9 1020067018239	금속 함유 미립자, 금속 함유 미립자 분산액 및 도전성금속 함유 재료(METAL-CONTAINING FINE PARTICLE, LIQUID DISPERSION OF METAL-CONTAINING FINE PARTICLE, AND CONDUCTIVE METAL-CONTAINING MATERIAL)	아사히 가라스 가부시키가이샤	1011660010000	일본
10 1020067008227	금속분말의 제조방법(METHOD FOR PRODUCING METAL POWDER)	스미토모덴키고교가부시키가이샤 미쓰비시 마테리얼 가부시키가이샤 다이닛폰도료가부시키가이샤 나이도메 야스루	1011646930000	일본
11 1020057021286	금속 나노로드의 제조 방법 및 그 용도(METHOD FOR MANUFACTURING METAL NANORODS AND USE THEREOF)	가부시키가이샤 다이닛폰도료가부시키가이샤 나이도메 야스루	1011621300000	일본
12 1020100045134	내열강 부품 및 그 제조방법(Heat Resistant Steel Articles and Method for Preparing the Same)	한국피아이엠(주)	1012024620000	한국
13 1020097018754	유동 강화제로서 탄소 블랙을 포함하는 분말 야금학적 조성물(POWDER METALLURGICAL COMPOSITION COMPRISING CARBON BLACK AS FLOW ENHANCING AGENT)	회가네스 아베	1012023710000	스웨덴
14 1020127007161	영구 자석 및 영구 자석의 제조 방법(PERMANENT MAGNET AND MANUFACTURING METHOD FOR PERMANENT MAGNET)	닛토덴코 가부시키가이샤	1012010210000	일본

	출원번호	발명의명칭	출원인	등록번호	국가
15	1020107002603	향상된 조직 균일성을 가진 내화 금속판(REFRACTORY METAL PLATES WITH IMPROVED UNIFORMITY OF TEXTURE)	에이치. 씨. 스타아크 아이엔씨	1012015770000	미국
16	1020100076274	표면에 하이드록시 아파타이트가 석출된 다공성 임플란트 픽스처 및 그의 제조방법 (POROUS IMPLANT FIXTURE ON WHICH HYDROXY APATITE IS PRECIPITATED AND ITS MANUFACTURING METHOD)	주식회사 바이오메테리얼 즈코리아 세종대학교산학협력단	1011986940000	한국
17	1020100068550	무빙 유닛을 구비한 스파크 방전 입자 발생기 (Spark Discharge Aerosol Generator with Moving Unit)	(주)에이치시티 황정호	1012000620000	한국
18	1020110014354	커팅 스테인레스 스크랩을 이용한 연마재의 가공장치 (ABRASIVE, A METHOD FOR MANUFACTURING THE ABRASIVE, AND A METHOD FOR BLAST PROCESSING WITH THE USE OF THE ABRASIVE STAINLESS STEEL)"	주식회사 월드브라스트	1011998900000	한국
19	1020100035659	알루미늄 나노분말 및 그 제조방법(An aluminum nanopowders and method for manufacturing thereof)	한국기계연구원	1011992280000	한국
20	1020100026181	전기화학 커패시터용 망간산화물 나노 입자 제조방법 (Method for preparing nano particle of manganese oxide for electrochemical capacitor)	삼화콘덴서공업주식회사	1011983110000	한국
21	1020100075762	금속기지 복합재 및 그 제조 방법(METAL MATRIX COMPOSITES AND METHOD THEREOF)	연세대학교 산학협력단	1011975810000	한국
22	1020127013967	나노 크기의, 단분산성 및 안정한 금속 은의 제조 방법 및 그로부터 얻어지는 생성물(PROCESS FOR MANUFACTURE OF NANOMETRIC, MONODISPERSE, AND STABLE METALLIC SILVER AND PRODUCT OBTAINED THEREFROM)	세르비씨오스 아드미니스 트라피보스 페놀레스 에세. 아. 데 세. 베.	1011973860000	멕시코
23	1020100071195	전자부품용 복합 볼의 제조방법(Method of manufacturing composite ball for electronic parts)	히타치 긴조쿠 가부시카가이샤 가부시카가이샤 네오맥스 마테리아르	1011969720000	일본
24	1020097014222	나노 크기의, 단분산성 및 안정한 금속 은의 제조 방법 및 그로부터 얻어지는 생성물(PROCESS FOR MANUFACTURE OF NANOMETRIC, MONODISPERSE, AND STABLE METALLIC SILVER AND PRODUCT OBTAINED THEREFROM)	세르비씨오스 아드미니스 라피보스 페놀레스 에세.아. 데 세. 베.	1011971860000	멕시코
25	1020127007163	영구 자석 및 영구 자석의 제조 방법(PERMANENT MAGNET AND MANUFACTURING METHOD FOR PERMANENT MAGNET)	닛토덴코 가부시카가이샤	1011965650000	일본
26	1020100029428	Fe/FeAl ₂ O ₄ 의 코어/셸 구조를 갖는 나노 분말 제조방법 및 이에 의해 제조된 Fe/FeAl ₂ O ₄ 의 코어/셸 구조를 갖는 나노 분말 (MANUFACTURING METHOD FOR NANO POWDER HAVING Fe/FeAl ₂ O ₄ CORE-SHELL STRUCTURE AND NANO POWDER HAVING Fe/FeAl ₂ O ₄ CORE-SHELL STRUCTURE MANUFACTURED THEREBY)	한양대학교 에리카산학협력단	1011954570000	한국
27	1020100005860	본드자석용 R-Fe-B계 희토류 자성분말의 제조방법, 이에 의해 제조된 자성분말 및 상기 자성분말을 이용한 본드자석의 제조방법, 이에 의해 제조된 본드자석(The method for preparation of R-Fe-B type rare earth magnet powder for bonded magnet, R-Fe-B type rare earth magnet powder thereby and the method for preparation of bonded magnet using the magnet powder, bonded magnet thereby)	한국기계연구원	1011954500000	한국
28	1020120044547	분산 특성이 우수한 구형 철 분말 제조 장치 및 그 제조 방법 (MANUFACTURING APPARATUS FOR SPHERICAL IRON PARTICLES WITH EXCELLENT DISPERSIVE PROPERTY AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME)	한국지질자원연구원	1011942730000	한국
29	1020100065677	커넥팅로드용 합금분말 조성물 및 이를 이용한 커넥팅로드의 제조방법 (Alloy compound composite for connecting rod and manufacturing method for connecting rod using it)	현대자동차주식회사 기아자동차주식회사 (주)썬터온	1011730540000	한국
30	1020127003368	고순도 루테튬 합금 타겟트 및 그 제조방법과 스퍼터막 (HIGH-PURITY Ru ALLOY TARGET, PROCESS FOR PRODUCING THE SAME AND SPUTTERED FILM)	제이엑스 니폰 마이닝 앤 메탈즈 코퍼레이션	1011939640000	일본
31	1020110017255	구형의 자성 합금분말 및 그 제조방법(Spherical magnet alloy powder and producing method of the same)	공주대학교 산학협력단	1011934370000	한국
32	1020087032152	고분산성 구상 은 분말 입자의 제조 방법 및 그로부터 형성된 은 입자 (PROCESS FOR MAKING HIGHLY DISPERSIBLE SPHERICAL SILVER POWDER PARTICLES AND SILVER PARTICLES FORMED THEREFROM)	이 아이 듀폰 디 네모아 앤드 캄파니	1011937620000	미국
33	1020110030947	금속 폐기물을 이용한 중장비용 밸런스 웨이트를 제조 하기 위한 단위 제조장치 (Manufacturing system of a lump for balance-weight of heavy equipment to recycle wasted metal)	동명산업기계 주식회사	1011934880000	한국

	출원번호	발명의명칭	출원인	등록번호	국가
34	1020120022204	금속분말 사출성형법을 이용한 그립 액추에이터 조우의 제조방법 및 그립 액추에이터 조우(Method for Manufacturing a Jaw of Grip Actuator Using Metal Injection Molding And Apparatus Thereof)	(주)씨엠티 김승진	1011819150000	한국
35	1020120004157	미끄럼방지를 위한 자동차페달 표면처리방법 및 그 페달(The method of treating auto's paddale suface to prevent slip wist meatal compesition)	이보현 이창엽	1011905130000	한국
36	1020127007165	영구 자석 및 영구 자석의 제조 방법(PERMANENT MAGNET AND MANUFACTURING METHOD FOR PERMANENT MAGNET)	닛토덴코 가부시카이가사	1011899600000	일본
37	1020127007198	영구 자석 및 영구 자석의 제조 방법(PERMANENT MAGNET AND MANUFACTURING METHOD FOR PERMANENT MAGNET)	닛토덴코 가부시카이가사	1011899370000	일본
38	1020120026223	나노금속입자 제조장치(Nano Metal Particle Manufacturing Equipment)	효립산업주식회사 포항공과대학교 산학협력단	1011902850000	한국
39	1020117020083	고압 성형에 의한 철계 부품의 제조 방법(METHOD OF PREPARING IRON-BASED COMPONENTS BY COMPACTION WITH ELEVATED PRESSURES)	회가내스 아베	1011797250000	스웨덴
40	1020100031768	RF 플라즈마를 이용한 탄탈륨 분말의 정련방법 및 그 방법에 따라 제조된 고순도의 탄탈륨 분말(REFINING METHOD OF TANTALLUM POWDER USING RF PLASMA AND TANTALLUM POWDER THEREOF)	한국생산기술연구원 희성금속 주식회사	1011902700000	한국
41	1020087028226	CBN 콤팩트의 제조 방법(METHOD OF MAKING A CBN COMPACT)	엘리먼트 씹스 (프로덕션) (피티와이) 리미티드	1011909630000	남아프리카
42	1020100040704	발포 금속 제조 장치 및 제조 방법(Apparatus to manufacture metal foam and Method to manufacture metal foam)	한양대학교 산학협력단	1011903840000	한국
43	1020127007199	영구 자석 및 영구 자석의 제조 방법(PERMANENT MAGNET AND MANUFACTURING METHOD FOR PERMANENT MAGNET)	닛토덴코 가부시카이가사	1011898560000	일본
44	1020127007181	영구 자석 및 영구 자석의 제조 방법(PERMANENT MAGNET AND MANUFACTURING METHOD FOR PERMANENT MAGNET)	닛토덴코 가부시카이가사	1011898400000	일본
45	1020127007179	영구 자석 및 영구 자석의 제조 방법(PERMANENT MAGNET AND MANUFACTURING METHOD FOR PERMANENT MAGNET)	닛토덴코 가부시카이가사	1011898920000	일본
46	1020090045322	기계 도금용 투사재 및 고내식성 피막(Shot material for mechanical plating, and high corrosion resistant coating using same)	도와 일렉트로닉스 가부시카이가사 도와 아이피 크리에이션 컴파니, 리미티드	1011881200000	일본
47	1020090126499	수소화티타늄 분말로부터 나노구조의 티타늄을 제조하는 방법 (Method for Making Nanostructured Ti from Titanium Hydride Powder)	전북대학교산학협력단	1011810220000	한국
48	1020100030446	와이어 방전가공기용 급전다이스 제조방법(MANUFACTURING METHOD OF POWER FEED CONTACTS FOR WIRE CUT ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING)	이상도	1011875240000	한국
49	1020107002270	분말 야금용 철계 혼합 분말 및 철분 소결체(IRON-BASED MIXED POWDER FOR POWDER METALLURGY AND IRON POWDER SINTER)	가부시카이가사 고베 세이코쇼	1011871360000	일본
50	1020097002425	분말 단조 부재, 분말 단조용 혼합 분말, 분말 단조 부재의제조 방법 및 그것을 이용한 파단 분할형 커넥팅 로드(MEMBER PRODUCED BY POWDER FORGING, POWDER MIXTURE FOR POWDER FORGING, PROCESS FOR PRODUCING MEMBER BY POWDER FORGING, AND FRACTURE SPLITTING CONNECTING ROD OBTAINED FROM THE SAME)	가부시카이가사 고베 세이코쇼	1011864450000	일본
51	1020090044256	금속 복합분말, 소결체 및 이의 제조 방법(METAL MATRIX COMPOSITE POWDER, COMPOSITE SINTERED BODIES AND PROCESSES FOR PREPARING THEREOF)	서울대학교산학협력단	1011864560000	한국
52	1020100031218	니켈 산화물과 알루미늄 산화물을 첨가한 이산화우라늄 소결체의 제조방법 (URANIUM DIOXIDE FUEL PELLE including NI OXIDE AND AL OXIDE AND THE MANUFACTURING METHOD THEREOF)	한전원자력연료 주식회사	1011822900000	한국
53	1020090095716	전자빔 조사를 이용한 금속 나노입자 제조방법 및 상기 제조방법에 의해 제조된 금속 나노입자(PRODUCTION METHOD OF METAL NANO PARTICLES USING ELECTRON BEAM AND THE METAL NANO PARTICLES)	주식회사 프라우스	1011667680000	한국
54	1020117022421	금속 부재의 표면 경화 방법(METHOD OF HARDENING SURFACE OF METALLIC PART)	얀마 가부시카이가사	1011791510000	일본
55	1020100074407	타이타늄을 포함하는 다층금속 및 이의 제조방법(A multi-layer metal having a titanium and manufacturing method for the same)	한국기계연구원	1011812410000	한국
56	1020100042552	질화알루미늄-h 질화붕소 복합체를 기판으로 하는 열판 및 그 제조방법 (Heating plate with AlN-hBN composite substrate and manufacturing method of the same)	(주)비에이치세미콘	1011791180000	한국
57	1020100037668	분말압연장치 및 이를 이용한 연속압연재 제조방법(A powder rolling apparatus and method for manufacturing continuous rolling materials of use it)	한국기계연구원	1011812380000	한국

	출원번호	발명의명칭	출원인	등록번호	국가
58	1020097013840	봉지용 금속 페이스트, 압전소자의 기밀 봉지방법, 및 압전 디바이스 (Metal paste for sealing, method for hermetical sealing of piezoelectric element, and piezoelectric device)	다나카 홀딩스 가부시끼가이샤	1011815790000	일본
59	1020090104063	저온에서의 결정성 티탄산바륨 나노입자의 제조방법(METHOD OF MANUFACTURING CRYSTALLINE BARIUM TITANATE NANOPARTICLES AT LOW TEMPERATURE)	(주)엠제이씨엔엠	1011808290000	한국
60	1020090131564	티타늄 산화물로부터 티타늄을 함유하는 금속상이 포함된 분말을 제조하는 방법 (Method for manufacturing titanium-containing powder material having titanium containing phase by using titanium oxide)	한국기계연구원	1011802640000	한국
61	1020127007202	영구 자석 및 영구 자석의 제조 방법(PERMANENT MAGNET, AND METHOD FOR PRODUCING PERMANENT MAGNET)	닛토덴코 가부시끼가이샤	1011746180000	일본
62	1020107005497	소결체의 제조 방법, 소결체, 당해 소결체로 이루어지는 스퍼터링 타겟 및 스퍼터링 타겟-백킹 플레이트 조립체(METHOD FOR PRODUCING SINTERED BODY, SINTERED BODY, SPUTTERING TARGET COMPOSED OF THE SINTERED BODY, AND SPUTTERING TARGET-BACKING PLATE ASSEMBLY)	제이엑스 닛코 닛세키 킨조쿠 가부시끼가이샤	1011750910000	일본
63	1020100126172	은 그레놀 제조장치(APPARATUS FOR PREPARING SILVER GRANULE)	주식회사 케이지에스엠	1011743530000	한국
64	1020100052432	나노분산 및 통전 변색 특성이 우수한 산화텅스텐 나노분말의 제조방법 및 이 방법에 의해 제조된 산화텅스텐 나노분말 함유 나노분산졸(MAKING METHOD OF TUNGSTEN TRIOXIDE NANO POWDER HAVING EXCELLENT NANO DISPERSION AND ELECTROCHROMISM AND NANO DISPERSION SOL CONTAINING TUNGSTEN TRIOXIDE MANUFACTURED BY THE METHOD)	주식회사 마프로 황태경	1011756070000	한국
65	1020100034689	저밀도 금속봉재 및 이의 제조방법(A low-density metal rod or bar and manufacturing method for the same)	한국기계연구원	1011735400000	한국
66	1020100026953	폐 루테늄(Ru) 타겟을 이용한 고순도화 및 미세화된 루테늄(Ru)분말 제조법 (Manufacturing method of a high purity and refining Ru powder using a waste-Ru target)	희성금속 주식회사	1011756760000	한국
67	1020100019755	치밀한 산화아연계 투명전도막 타겟의 제조방법(A Preparation Method of Densified Zinc Oxide Based Transparent Electroconductive Film Target)	희성금속 주식회사 안동대학교 산학협력단	1011756720000	한국
68	1020100016156	압분자심용 철기 연자성 분말 및 그 제조 방법과, 압분자심(IRON-BASED SOFT MAGNETIC POWDER FOR DUST CORE, METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME, AND DUST CORE)	가부시끼가이샤 고베 세이코쇼	1011754330000	일본
69	1020090087220	스파크 플라즈마 소결에 의한 세라믹 분말 합성용 금형(Mold for synthesis of ceramic powder using spark plasma sintering)	한국기계연구원	1011777780000	한국
70	1020100062871	초경합금 소결체 및 이의 제조방법(SINTERED BODY OF HARDMETAL CEMENTED CARBIDE AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME)	한국야금 주식회사	1011656990000	한국
71	1020090111844	자전고온합성법을 이용한 마그네슘계 수소화물의 제조방법(Manufacturing method of magnesium based hydride using self-propagation high temperature synthesis)	한국세라믹기술원	1011730200000	한국
72	1020110004526	보일러용 열전소자 분말재료 제조 장치 및 이 장치에 의해 제조된 열전소자 분말재료를 원료로 하는 보일러용 열전소자(APPARATUS FOR MANUFACTURING THERMOELECTRIC ELEMENT POWDER FOR BOILER AND BOILER THERMOELECTRIC ELEMENT OF RAW MATERIAL IN THERMOELECTRIC ELEMENT MANUFACTURED BY THIS)	배회자	1011710570000	한국
73	1020110029878	STEP법에 의한 탄소재료를 알루미늄 속 에 캡슐화하는 방법 (Encapsulation of carbon material within aluminum Using STEP-method)	성균관대학교산학협력단 주식회사 대유신소재	1011693550000	한국
74	1020120012136	주석(Sn) 또는 SAC(Sn-Ag-Cu) 나노입자를 이용한 낮은 녹는점의 솔더 페이스트 제조방법 및 이에 따라 제조된 솔더 페이스트(MANUFACTURING PROCESS OF Sn OR SAC NANO SOLDER PASTE WITH LOW MELTING TEMPERATURE AND THE SOLDER PASTE MANUFACTURED BY THE METHOD)	아이에스피(주) 이종현 장석필 김영국 김종철 김현진 김희상 조경진	1011667900000	한국
75	1020100098041	나노덴드라이트의 제조방법(Process for Preparing Nanodendrites)	(주)디엔에프	1011686530000	한국
76	1020127007185	영구 자석 및 영구 자석의 제조 방법(PERMANENT MAGNET AND MANUFACTURING METHOD FOR PERMANENT MAGNET)	닛토덴코 가부시끼가이샤	1011659370000	일본
77	1020107001983	금속의 초미세분말 제조방법(PROCESS FOR PRODUCING ULTRAFINE METAL POWDER)	타이요 닛폰 산소 가부시끼가이샤	1011676680000	일본
78	1020100116482	슬러리-액상환원법을 이용한 구리 분말 제조 장치 및 이를 이용한 전자소재용 구리 분말 제조 방법(APPARATUS FOR MANUFACTURING CUPPER POWDERS USING SLURRY AND WET CHEMICAL REDUCTION AND METHOD OF MANUFACTURING CUPPER POWDERS FOR ELECTRONIC MATERIALS USING THE METHOD)	한국지질자원연구원	1011676810000	한국
79	1020100075827	질산은을 이용한 은분말 제조방법(Method for manufacturing silver powder from silver nitrate)	이장훈 이부훈 이륜관 이관우	1011669860000	한국

	출원번호	발명의명칭	출원인	등록번호	국가
80	1020090115867	금속 나노 입자의 연속 제조 방법 및 상기 방법으로 제조된 금속 나노 입자 (FABRICATION METHOD FOR CONTINUOUS PREPARING METAL NANOPARTICLE AND METAL NANOPARTICLE PREPARED THEREBY)	한국과학기술연구원	1011663650000	한국
81	1020127003511	희토류계 자석용 원료 합금의 수소 분쇄가루의 회수방법 및 회수장치 (METHOD AND DEVICE FOR RECOVERING HYDROGEN PULVERIZATION DUST OF RAW-MATERIAL ALLOY FOR RARE-EARTH MAGNET)	히타치 긴조쿠 가부시카가이샤	1011666620000	일본
82	1020107003236	금속 베젤에 유리 인서트를 일체형으로 트랩하기 위한 방법 및 제조된 전자 디바이스 (METHODS FOR INTEGRALLY TRAPPING A GLASS INSERT IN A METAL BEZEL AND PRODUCED ELECTRONIC DEVICE)	애플 인크.	1011658920000	미국
83	1020100080360	내마모성이 향상된 초경합금의 제조방법(MANUFACTURING METHOD OF HARD METAL HAVING IMPROVED ABRASION RESISRANCE)	권오걸	1011654050000	한국
84	1020100004489	스프로켓-크랭크 샤프트용 소결 합금 및 스프로켓-크랭크 샤프트의 제조방법 (Sintering alloy for sprocket-crank/shaft and manufacturing method of the sprocket-crank/shaft)	한국분말야금(주)	1011650740000	한국
85	1020090082043	카르복시산 유도체를 이용한 저온 수계 C I (G) S (C u I n x G a 1 - x S e 2) 나노입자의 제조방법(Water-based Preparation Method of CI(G)S (CuInxGa1-xSe2) Nano Particles using Carboxylic Derivatives)	한국화학연구원	1011647970000	한국
86	1020110130575	고밀도로 압축 성형된 복합 자성 시트의 제조방법 및 그 제조방법에 의한 복합 자성 시트(Method for manufacturing high-density compressed composit magnetic sheet)	(주)메인일렉콤	1011617370000	한국
87	1020107004927	아산화 니오븀 또는 니오븀의 분말을 제조하는 방법(Process for preparing powder of niobium suboxides or niobium)	닝시아 오리엔트 탄탈럼 인터스트리 코포레이션 엘티디	1011585200000	중국
88	1020100103015	F e - S i 자성 분말의 제조 방법(METHOD FOR MANUFACTURING Fe-Si MAGNETIC POWDERS)	한국과학기술연구원	1011620980000	한국
89	1020100068551	카트리지 방식의 스파크 방전 입자 발생기(Cartridge Type Spark Discharge Aerosol Generator)	(주)에이치시티 황정호	1011603060000	한국
90	1020097022051	코어/셸 복합 나노입자를 제조하는 방법(PROCESS FOR PRODUCING CORE/SHELL COMPOSITE NANOPARTICLE)	도요타 지도샤(주)	1011579420000	일본

분말야금산업의 아시아 시장 전망 (PM2012 YOKOHAMA 후기)

김휘준(한국생산기술연구원 뿌리산업연구부문/수석연구원)

분말야금 분야의 전시회로서 가장 큰 규모인 “Powder Metallurgy World Congress & Exhibition”이 “Challenge for the next generation”의 구호아래 지난 10월 14일부터 18일까지 일본의 요코하마에서 개최되었다. “PM2012 YOKOHAMA” 주최측의 발표에 의하면 730명의 등록인원 및 6,900명의 방문자들이 참여하여 성공적으로 개최되었다고 한다. 국내에서도 이재성 전임회장님, 한유동 회장님을 비롯하여 50여명에 달하는 우리 학회 회원 및 한국분말야금협회(KPMA) 회원들이 연구발표 및 전시회에 참여하여 정보교류 및 인적교류망 확장의 기회를 가졌다.

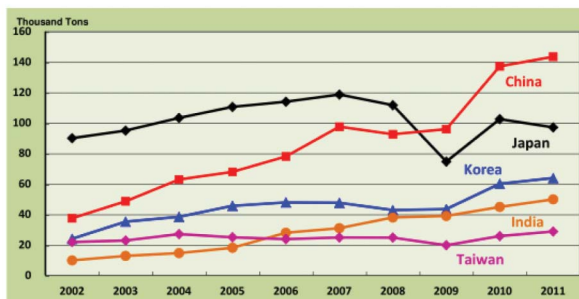
이번 “PM2012 YOKOHAMA”에서는 Technical Program 및 Exhibition의 기존 프로그램이외에도 일본분말야금 협회(JPMA) 주최로 JPMA Special Seminar가 마련 되어 분말야금 공정에서 친환경 및 에너지 절약 공정 (Environment and Energy Saving) 기술에 대해 JPMA로부터 수상을 받은 대표적인 기술들이 소개되었다.

토고 연주로 대미를 장식한 Open Ceremony에 이어 개최된 Global Review Session에서는 아시아, 북미, 그리고 유럽의 분말야금 시장에 대한 발표가 있었다. 본고에서는 Kazuyoshi Tsunoda JPMA회장이 발표한 아시아 분말야금 시장의 현황, 일본의 기술개발 동향

및 향후 목표 등에 대해 발췌하여 소개하고자 한다.

아시아 분말야금 제품은 그림 1에서와 같이 일본, 중국, 한국, 인도, 대만을 중심으로 제조되고 있는데, 2009년 이후 일본의 생산량이 급격히 감소하여 중국이 아시아 최대 생산국으로 부상했으며, 한국은 꾸준한 증가세를 유지하고 있다. 2011년 기준으로 중국이 약 14만톤, 일본이 10만톤, 우리나라가 60만톤 규모이며, 인도가 50만톤 수준으로 중국과 함께 급격하게 성장하고 있다.

분말야금 제품을 합금계로 성장 구분하면 97% 이상이 철계 분말제품이며, 동계 분말의 경우 베어링과 같이 내마모성 부품에 사용되고 있으며, 적용 산업군으로 분류하면 자동차 산업에 가장 많이 사용되고 있다. 자동차 산업이 활성화 되어 있는 일본과 한국의 경우 분말야금 제품 중에서 자동차 산업에 사용되고 있는 비중이 각각 92%, 90%로 높았으며, 분말야금제품의 자동차 산업에 의존성이 크다는 것을 확인할 수 있었다.



[그림 1] 아시아 주요 5개국 분말야금 제품 생산량의 연도별 추이
(출처: JPMA 2003-2011 Annual Report)

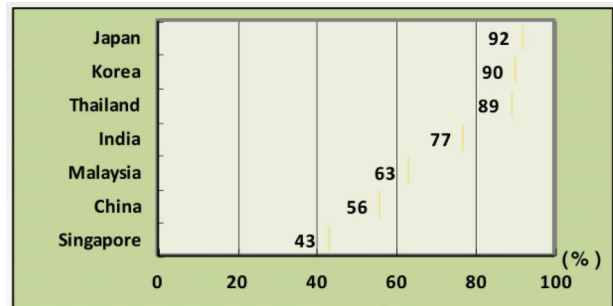
[표 1] 아시아 지역에서 분말 제품 및 베어링의 생산량 (단위: metric tons)

Area	Iron-base	Copper-base	Total	11/10(%)
China	134,544	8,884	143,428	104.6
Japan	93,538	3,567	97,106	94.7
Korea	62,543	1,318	63,861	106.2
India	35,400	14,500	49,900	111.1
Taiwan	27,000	1,800	28,800	116.3
Thailand	15,401	145	15,546	101.1
Malaysia	6,009	162	6,171	98.7
Singapore	1,744	674	2,418	108.4
Total	376,179	31,050	407,229	102.5

(출처: JPMA 2011 Annual Report)

한편, 중국의 경우 자동차 생산대수는 아시아에서 가장 많았음에도 불구하고 분말야금 제품 중에서 자동차 산업에 적용대는 비중이 56%로 다양한 산업분야에 적용되고 있지만 상대적으로 높은 수준의 제품특성을

요구하는 자동차용 분말야금 부품의 생산에는 기술수준이 아직 미흡한 것도 원인 중의 하나라고 판단된다.



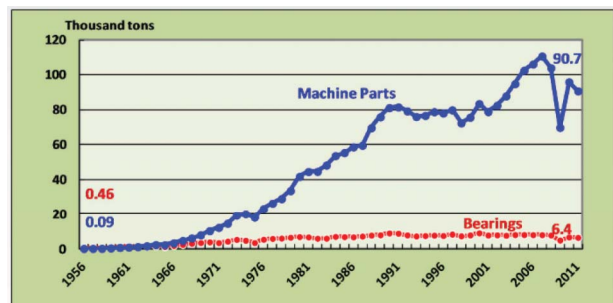
[그림 2] 아시아 지역에서 분말야금 제품 중에서 자동차 부품의 비중
(출처: JPMA 2011 Annual Report)

[표 2] 아시아 지역에서 자동차 생산량 (단위: 천대)

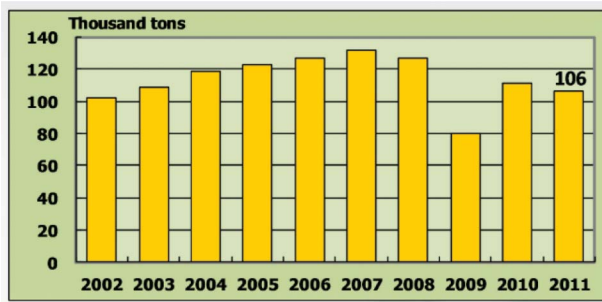
Area	2009	2010	2011	11/10(%)
China	13,790	18,264	18,419	133.6
Japan	7,934	9,628	8,398	105.8
Korea	3,512	4,271	4,657	132.6
India	2,641	3,557	3,926	148.6
Thailand	999	1,644	1,457	145.8
Malaysia	489	567	533	108.9
Taiwan	226	303	343	151.7
Total	29,591	31,050	33,806	114.2

(출처: OICA)

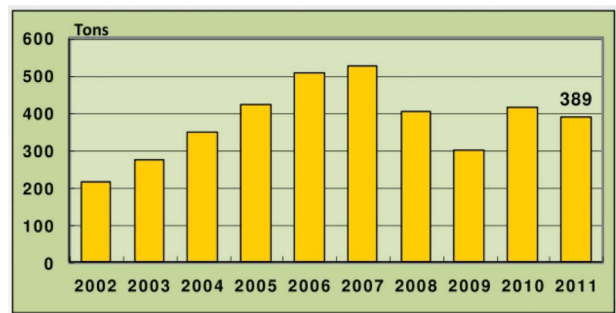
일본에서 2011년 분말야금 제품의 생산량은 기계 부품이 9만톤, 베어링 제품이 6천 4백톤으로 대부분 기계 부품에 적용되고 있으며, 이 중에서 철계 합금 제품이 10만 6천톤, 동합금 제품이 5,173톤, 스테인리스강 제품이 2,841톤으로 분말야금 소재로는 철계합금이 대부분 사용되고 있다.



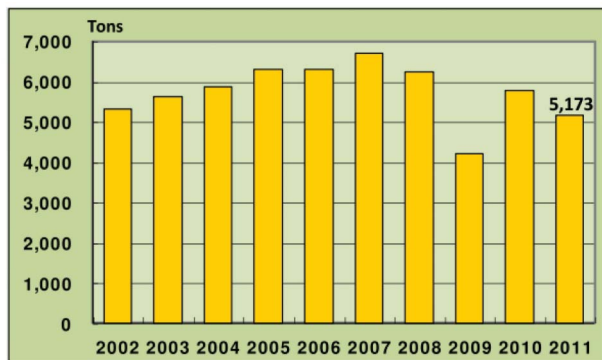
[그림 3] 일본에서 기계류 부품 및 베어링 생산량의 연도별 추이
(출처: JPMA Statistics)



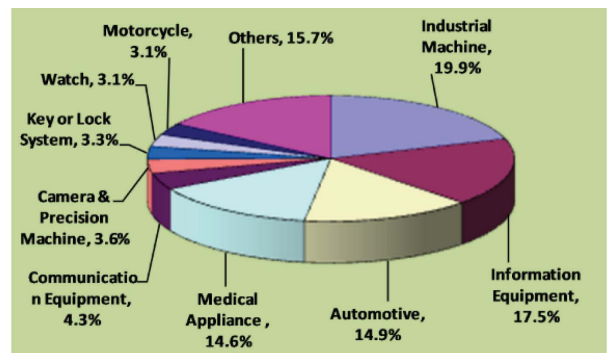
[그림 4] 일본에서 철분말 생산량의 연도별 추이
(출처: JPMA Statistics)



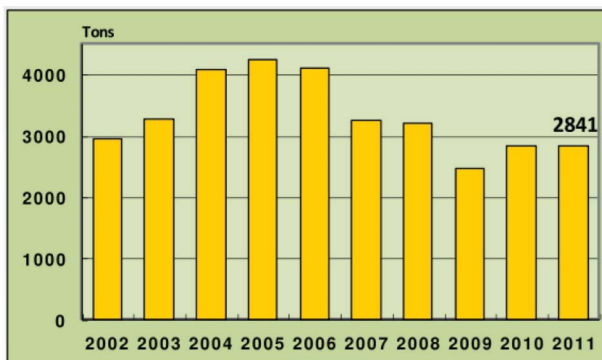
[그림 7] 일본에서 MIM 제품에 사용되는 금속분말의 연도별 추이
(출처: JPMA Statistics)



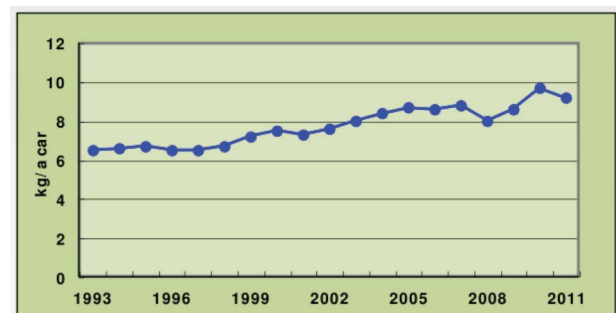
[그림 5] 일본에서 동분말 생산량의 연도별 추이
(출처: JPMA Statistics)



[그림 8] 일본에서 MIM 시장의 적용분야별 비중
(출처: JPMA Statistics)

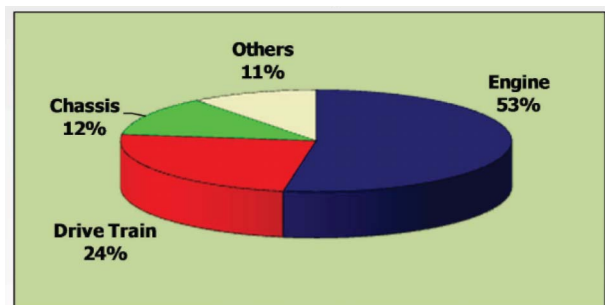


[그림 6] 일본에서 동분말 생산량의 연도별 추이
(출처: JPMA Statistics)



[그림 9] 일본에서 자동차에 적용되는 PM 부품의 연도별 추이
(출처: JPMA Statistics)

한편, 정밀부품 제조 공정 중의 하나인 MIM(Metal Injection Molding) 공정에 의해 일본에서 1년 동안 사용되는 금속분말은 2011년 기준으로 389톤이며, 산업 기계 및 정보기기산업 등에 가장 많이 사용되고 있다. 일본에서 자동차 1대당 사용되는 분말야금제품의 중량은 약 10kg 정도이며, 엔진부품이 가장 많은 53%, 구동 부품, 샤프트 부품 등이 다음 순으로 많이 사용되고 있는 것으로 보고되고 있다.

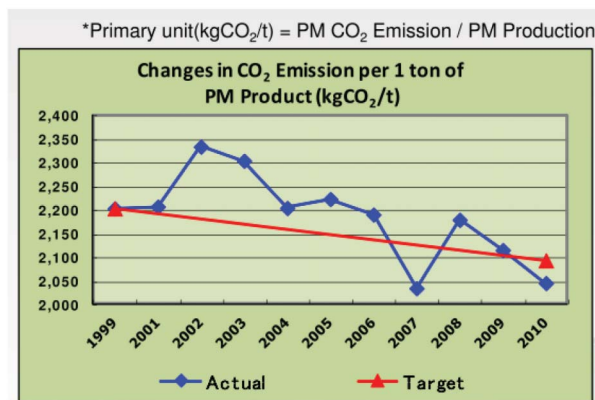


[그림 10] 일본에서 자동차에 적용되는 PM 제품의 부품별 비중
(출처: JPMA Statistics)

일본 분말야금협회에서는 환경규제 및 에너지 고효율화에 대응하기 위하여 분말야금 제품의 제조공정에 있어 친환경 및 에너지 저감 기술개발을 위해 세부적인 목표를 수립하고 있다. 이 계획에 의하면 분말야금 제품 1톤을 생산하는데 발생하는 이산화탄소량을 2009년 2,115 kg에서 2020년 2,009 kg으로 5 % 저감하고, 제조 공정 중에 발생하는 폐기물의 경우, 2009년 4.1 kg/톤에서 2020년 3.1 kg/톤으로 25 % 저감하는 목표를 수립했다고 한다.

우리나라 분말야금업계에서도 환경규제 및 에너지 고효율화에 대응하기 위한 목표 및 전략 수립이 시급하다고 사료된다.

이번 “PM 2012 World Congress & Exhibition” 기간 중에는 아시아분말야금협회인 APMA의 조직위원회 회의가 개최되어 이재성 전임회장님, 한유동 회장님, 배창환 KPMA 회장님이 참석하셨으며, 2차 APMA 컨퍼런스가 2013년 11월 2일부터 5일까지 중국의 Xiamen에서 개최된다고 한다. 그리고, “PM 2014 World Congress & Exhibition”은 2014년 미국의 Orlando에서 개최될 예정이다.



[그림 11] 분말야금산업의 환경규제에 대응하기 위한 JPMA의 실천계획 및 성과



[그림 12] 분말야금산업의 환경규제에 대응하기 위한 JPMA의 2020년의 목표

분말야금 기술 강습회 소개

하국현(재료연구소 분말기술연구그룹/책임연구원)

분말 야금 분야의 기술 경쟁력 확보를 위한 전문 인력 양성 및 기존 전문 인력의 기술 고도화를 위한 분말야금 기술 강습회가 (사)한국분말야금학회와 한국기계연구원 부설 재료연구소, 경상대학교의 산학협력선도대학(LINC)육성사업단이 공동으로 11월 15일부터 16일 양일간 창원 소재 재료연구소에서 개최되었다. 2005년부터 시작된 기술 강습회는 분말야금에 대한 전반적인 지식 전달과 함께 현장에서 요구되는 실무적인 내용을 교육하였으며, 2005년부터 2012년까지 총 1,200여 명의 인원이 교육을 수료하였고 각 과정을 수료하는 교육 대

상자에게는 엄격한 규정에 의하여 (사)한국분말야금학회가 발행하는 수료증을 발급하여 산업체의 신뢰도를 더욱 높이고 있다. 이번 2012년 기술 강습회에는 초급 과정 57명, 중급 과정 20명이 참석하여 성황리에 개최되었다.

기술 강습회의 과정은 초급 전문 인력 양성을 목적으로 하는 초급 과정과 분말 야금 분야 종사자들의 전문 인력 기술 고도화를 위한 중급 과정으로 나뉘어 실시되었다. 초급은 현장 초급 기술자, 현장 관리자 및 대학의 관련 학과, 연구기관 종사자들을 대상으로 하여 다양한 분말

강습회 소개

관련 기술을 종합적으로 교육하였으며, 기술 강습의 주요 내용은 분말야금 기술의 기초과정이라 할 수 있는 분말야금 공정의 개요 및 제조방법, 성형, 소결, 분석 기초 등 분말 야금 분야 종사자들이 반드시 알아야 할 기본적인 내용을 담았다.



[그림 1] 중급 과정 강의 모습

또한 분말야금 분야에 대한 중견 이상의 경력자를 대상으로 하고 있는 중급 과정은 분말 야금 분야 종사 인력의 재교육을 통한 미래 첨단 분말 소재 산업으로의 기술 고도화 목적으로 보다 심화된 내용으로 분말의 성형 및 소결 기술등 현장에서 접하는 문제점을 해결할 수 있는 다양한 기법들을 소개하였다. (표 1)

[표 1] 초급 및 중급 교육 내용

분 류	내 용
초급 과정	분말야금 공법의 개요 및 특징
	금속분말 기본 물성평가
	분말제조 방법 별 특성 및 최신 분말 제조기술
	분말 소결 제품의 조직 검사와 소결 문제해결
	소결과 미세조직 설계
	Mechanical Testing for P/M Parts
	분말소결 제품 기기분석
	Powder Injection Molding
	소결분위기
중급 과정	분말 성형 기술
	상온 진공 분사공정 및 응용
	분말야금 금형설계 기술
	소결과 미세조직 설계
	신소결 방법
	소결 공정의 문제 해결(철계)
	분말소결제품 기기분석
	소결 부품의 성형 기술
	철계 나노 분말 재료의 성형과 소결

기술 강습회 참석자들의 경력을 분석해보면 초급의 경우에는 1년 미만의 입문자들이 많았으나 1년~3년 정도의 초급 경력자들도 다수 포함되어 있었다. 중급의 경우에는 1년~3년 정도의 초급 경력자들도 있었으나, 5년 이상의 현장 전문가들의 참여도 많았으며, 이와같이 기술 강습회는 기초 초급 기술인을 위한 현장 실무교육과 함께 중견 관리자를 위한 재교육의 기능도 동시에 수행하고 있음을 알 수 있다.

또한 강습 참석자들의 소속기관을 보면 분말야금 생산업체가 대부분을 차지하고 있으며, 분말제품 관련 업체 및 분말야금 기타 관련 업체, 그리고 연구소 및 대학의 참여도도 높았다. 참여 기관의 규모는 100인을 초과하는 중견 이상 기업의 종사자가 많았는데, 이는 일정 수준 이상의 기술 수준을 보유하고 있는 기업일수록 종사자들의 교육에 대한 관심이 높고 교육 효과에 대한 호응도가 높았음을 알 수 있다.

2013년에도 산업체 및 대학 연구소의 분말 야금 종사자들을 대상으로 하는 교육을 계획하고 있으며, 강습회에 바라는 여러 의견들을 수렴하여, 교육 내용을 더욱 보완하고, 개최장소, 시기 등을 참여자 위주로 개편하여 2013년에도 보다 알찬 강습회가 될 수 있도록 준비할 예정이다.

[표 2] 강습 참여자의 소속기관 업종

	분말야금 생산업체 (소결, 조경, 다이아몬드 등)	분말야금 사용업체	분말제품 관련업체 (장비제조설비, 금형, 측정기)	학교 혹은 연구소
초 급	20	4	3	8
중 급	12	1	0	0

[표 3] 강습 참여자의 소속기관 규모

	25인 이하	26인~50인	51인~100인	100인 이상
초 급	5	2	2	26
중 급	0	0	4	9

[표 4] 강습 참여자의 경력

	1년 미만	1년~3년	3년~5년	5년 이상
초 급	14	13	1	7
중 급	2	6	1	4

2006 PM/World Congress을 생각하며

권영순(울산대학교 첨단소재공학부/명예교수)

한국분말야금학회(이하 학회)가 설립되고 국제학회를 처음으로 개최한 것이 2006 PM/World Congress인 것으로 생각된다. 범구문인형 교수님과 윤덕용 교수님이 주축이 되어 창립된 학회가 내년 2013년이면 만 20주년이 되고, 이제는 나름대로 골격을 갖춘 경쟁력 있는 전문학회로 성장하였다.



Opening Ceremony



Exhibition Hall

2000년 PM/World Congress가 일본에서 개최 될 때 6년 뒤 차기 개최지를 한국으로 결정하였고, 개최 준비는 2002년도 이후부터 조금씩 해왔던 것 같다. 조직위원장이셨던 문인형 교수님의 큰 걱정 중 하나가 재정문제였던 것 같으며 내게 그 임무를 주셨고, “걱정 마십시오, 반드시 해결 합니다”라고 아무 근거도 없이 답변을 드리곤 했다. 사실 재정문제 뿐만 아니라 PM/World Congress 그 자체를 분말야금협회(이하 협회)에서 해결해 나가야 하지만, 당시까지만 해도 협회의 활동이 소극적이어서 학회주관으로 2006 PM/World Congress를 추진하였고 재정문제를 나에게 맡기신 것 같았다. 문인형 교수님, 윤덕용 교수님을 비롯한 선배 회장단이 학회를

열심히 가꾸어 오셨고, 업체와의 관계에서 제일 중요한 신뢰를 쌓아 오신 것이 재정문제를 해결 할 수 있는 핵심이고 유일한 믿음의 끈이었다.

문인형교수님이 정년퇴임을 하시고 다음해 우리들의 결을 떠나신 후, PM/World Congress 조직위원회는 다시 재편되어 윤덕용교수님께서 위원장을 맡으시게 되었고 나는 나름대로 큰 고민에 빠졌다. 문교수님과의 약속인 재정문제를 해결이 쉽지는 않을 것 같았기 때문이다. 그러나 2006 PM/World Congress의 성공여부가 학회로서는 탄탄한 기반을 다질 수 있는 유일한 기회라고 생각되었기에 재정문제의 해결이 그 단초를 제공할 수 있겠다는 믿음을 가지게 되었다.

그 당시의 학회에서 내 위치는 부회장 이었으며, 회장 및 차기회장인 수석부회장과 더불어 조직위원회 전체 회의를 이끌어 갔으며, 몇 차례의 회의를 해오곤 했지만 재정문제의 해결이 선결되지 않는 이상, PM/World Congress 개최규모를 비롯한 세밀한 계획은 어렵게 되었고, 당시에는 최저예산으로 소극적으로 대회를 개최하자는 흐름이 지배적이었다. 협회와의 협조에 자신감이 없는 그 때는 당연한 생각이었고 조직위원회 위원들의 고민도 충분히 이해가 되었다. 나는 김영도교수를 포함한 패기 있고 믿을 수 있는 젊은 학회 임원들과 이 문제를 숙고하였고, 무엇을 어떻게 해야 하나냐에 대한 정리는 쉽게 되었다. 작게는 문인형교수님과의 생전의 약속인 재정문제 해결과 크게는 국제대회 개최(2006년) 이후 경쟁사회에서 학회가 갖추어야 하는 기반 즉, 전문학회로서의 발전된 학회와 협회의 활성화 및 국제화가 그 해답이 되리라 확신하였다. 이를 위해서는 2006년 국제학회를 적극적으로 최대 예산으로 성공적으로, 화려하게 개최해야만 했다. 조직위원회가 재구성되고, 본격적인 가동에 앞서 창성 배창환회장께서 4000만원을 먼저 협찬해주셔서 기획사 섭외를 비롯한 순조로운 시작이 가능해졌고, 마음속으로 고마움을 간직하고 있다가 이제야 감사의 말씀을 드리게 되어 죄송한 마음이다.

재정문제는 2005년도 까지는 해결되어야 나머지 문제의 구체적인 계획이 설립될 수 있기에, 당시 조직위원회 사무총장인 강석중교수에게 처음으로 구체적인 규모를

이야기 하며 14~16억(학회 재정 확충 4~6억 포함)에 대한 재정문제는 무조건 해결할 테니 나머지 가장 중요한 국제대회의 성공적 개최를 부탁하였다.

재정문제를 해결하기 위해 선결문제가 두 가지가 있었다. 그 하나가 이웃 일본의 도움을 이끌어 내야하고, 협회의 회원회사 방문 시 학회에서의 내 위치가 최소한 차기회장(국제학회 개최회인 2006년)에 내정 되어야 당당하게 요구하고, 설득 할 수 있을 것 같았다. 그때까지 만해도 회장의 임기가 2년이었으며, 2005년도에 최소한 수석 부회장이 되어야 하겠기에 회장의 임기를 1년으로 단축 조정하였다. 계획대로 되었으면 2006년 국제학회 개최년도에 회장의 책무를 맡게 되어 있었으나, 당시 수석 부회장의 일신상의 문제로 2005년도 회장으로 취임하였고, 어떻게 보면 재정문제라는 큰 짐을 해결하기 위해서는 회장의 직위가 더 나았던 것으로 생각되기도 했다.



Gala Dinner



Award Luncheon

학회회장으로서 2005년 일본 춘계분말야금학회 학술 대회 개최 시에, 선문대학교 임태환교수와 일본을 방문하여 일본 분말야금학회, 협회 회장단과 회동을 하였다. 일본어를 잘 못하는 나로서는 일본통인 임태환교수의 도움이 절실하였다. 일본분말야금협회(JPMA)가 지난

일본에서의 PM/World Congress를 주관하였고, 당시 JPMA 와타나베 회장(스미토모회사 중역)과 많은 이야기를 했고, 2006년 PM/World Congress에 JPMA/JPMI 회원들 400명의 참석과 전시부스 50개 이상을 사용해 달라는 요구사항을 당당하게 말하자 오히려 임태환교수가 크게 놀라는 눈치였다. 와타나베 회장은 친한파이며, 한국의 분말야금관련 기업체에 큰 영향력을 행사하는 실력자였으며, 그분의 도움으로 쉽게 우리 협회 회원회사의 찬조문제를 해결 할 수 있는 단초가 제공되어 지금도 그분에게 감사한 마음을 간직하고 있다. 귀국길에 가와사끼제철 분말 관련 부문장을 만나서 전시회 부스 사용과 참가비 형태로 2000만원의 협찬을 약속받았다. 귀국 후에 조선내화에서 와타나베 회장에게서 연락을 받았으며 아무런 대가없이 2000만원 찬조를 약속해주셨고, 스미토모와 관련 있는 국내기업체 사장들에게서 먼저 전화를 주셔서 협회 회원회사의 협찬은 비교적 쉽게 풀 수 있었다.

일본 방문을 성공리에 마치고 이제는 협회회원사인 국내 기업체와의 문제를 어떻게 풀어나 갈 것인가에 집중하였다. 외국 기업체와의 첫 만남이 주선되어 조직위원장인 윤덕용교수님과 사무총장인 강석중교수님과 함께 약속된 장소에서 인사를 하고, 협찬에 대한 실타래를 풀려고 마음먹고 이야기를 시작하였는데, 모시고 간 두 분의 성격상 회사근황과 경제이야기만 하다가 본론은 시작해 보지도 못하고 이야기를 끝냈다. 상대방을 설득하여 협찬을 이끌어 내야하는데 아무런 도움을 받지 못했고, 이후부터는 회사방문 시 회사의 책임 있는 사람(사장, 회장)과 10분~15분 독대를 요청하였으며, 학회 회장으로서 설득하고 당당히 요구하였다.

전시 및 재정위원회 위원들과 상의한 결과, 전체예산을 16억 정도로(학회 적립금 6~7억 포함)결정하였고, 참가비 8~9억, 부스2억을 포함한 협찬비 10억 정도를 8~9월(2005)까지 해결해야만 했고, 학회회장자격으로 회사를 방문, 책임 있는 대표와 독대 후에 결정된 사항을 학회에 연락해주면 당시 안인엽교수를 포함 한 전시, 재정위원회 위원들이 회사를 방문해서 계약서를 작성하고 마무리를 지었다.

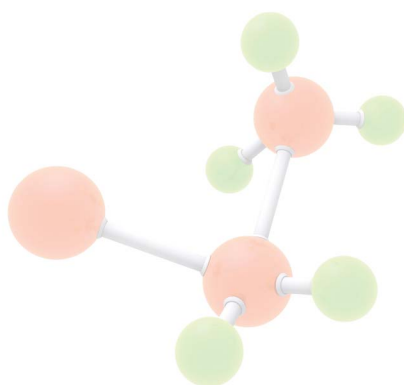
협찬을 위한 현장방문의 시작은 한국을 대표하는 분말야금관련 회사를 곰곰이 생각하다가 대한중석(당시에 대구텍)을 자연스럽게 떠올리고 대구로 향했다. 당시 이스라엘사람인 모세샤론사장을 독대하고 대구텍의 전신인 대한중석이 갖는 상징성을 이야기하고 7500만원을 요구하였다. 샤론사장은 이스라엘인답게 근거를 제시해

달라고 했고 (부스이용과 참가비, 조그마한 협찬을 포함하여 3000만원이 넘지 않을 것이라고 계산해두고 있었다고 함), 나는 대한중석의 상징성에 무게를 두고 설득하였다. 본래 10~15분 예정의 독대가 1시간가량 지난 후 내 고집대로 7500만원으로 결정하고, 샤론사장이 부사장, 홍보부장을 불러서 결정사항을 이야기 해주고 충분히 활용하여 손해 보지 않도록 계획을 세우라고 하면서 홍보 효과를 극대화하기 위한 전시장 중앙의 부스를 선택하는 빈틈없는 행위를 보면서 감탄한 기억이 난다. 그 뒤로 대한소결금속, 한국야금, 신한다이아몬드, 웨가니스 등 등의 12~13개 회사를 방문하고 2개월 남짓 몰입으로 5억 가까운 협찬을 받아내고 재정문제의 근간을 해결하였다.

2006 PM/World Congress를 준비하면서 나름대로의 원칙을 세워두고 그 원칙을 지키려고 무던히 노력했던 것이 그 이후의 대학교수 직분 수행의 큰 지침이 되었다. 이제 정년퇴임을 했고, 그 때의 이야기를 웃으면서 할 수 있기에 그 원칙을 말해도 될 것 같아 적어보면 다음과 같다.

- 솔직하게 이야기하고, 정직하게 말하자.
- 상대방을 설득할 수 있는 근거를 제시하자.
- 내가 할 수 있는 일만 열심히 하자./다른 일은 그 일을 잘 할 수 있는 사람에게 그 일을 맡기자.
- 최소한의 시스템을 도입하자(위원회일 경우, 위원들에게 맡길 일을 준비하고, 그 일을 하게 하자.)
- 그 일을 할 동안에는 왜 이 일을 하는지 항상 생각하자.
- 일할 때 만나는 사람들을 항상 감사하게 생각하자.

2006 PM/World Congress에 대한 지난 일들을 생각하면서, 지도교수이셨던 돌아가신 문인형 교수님께서 믿어주시고 맡겨 주신데 대해서 먼저 감사드리고, P/M 국제학회를 아주 성공적으로 치른 강석중, 이재성 교수들을 포함한 조직위원회 여러분, 그 때 정말 수고 많으셨습니다. 그리고 많은 협찬과 협심하여 PM/World Congress를 성공리에 마치게 해주신 한국분말야금협회 회원회사 임원 여러분들께 정말 머리 숙여 고맙다고 인사드립니다.



>> 2013년 행사안내 <<

- 행 사 명 : 2013년 신년 교례회
- 일 시 : 2013년 1월 10일(목) 18:00
- 장 소 : 르네상스 서울호텔 4층 토파즈
- 주 최 : (사)한국분말야금학회

- 행 사 명 : 2013년도 춘계학술대회
- 일 시 : 2013년 4월 4일(목) ~ 5일(금)
- 장 소 : 경주 호텔현대 2층
- 주 최 : (사)한국분말야금학회

- 행 사 명 : APMA2013 (2nd International Conference on Powder Metallurgy in Asia)
- 일 시 : 2013년 11월 4일(월) ~ 6일(수)
- 장 소 : Xiamen, China
- 주 최 : SATIPM
- 홈페이지 : www.apma2013.org

- 행 사 명 : 2013년 추계학술대회 및 20주년 기념행사
- 일 시 : 2013년 10월 30일(수) ~ 11월 1일(금)
- 장 소 : 미정(추후 홈페이지(www.kpmi.or.kr)에 공지 예정)
- 주 최 : (사)한국분말야금학회

(사)한국분말야금학회는 1993년 설립되어, 드디어 2013년에는 20주년을 맞이하게 됩니다.

2013년에 개최되는 (사)한국분말야금학회의 모든 행사에 회원님들의 많은 관심과 협조 부탁드립니다.