



미래창조과학부 중소기업지원 통합센터

www.smehappy.re.kr

중소기업의 기술애로문의,

장비
지원

인력
지원



지금,
전화주세요!

정부출연연구기관이 함께하겠습니다.



1379

중소기업지원 통합센터

중소기업지원 통합센터는 25개 과학기술분야 정부출연 연구기관이 중소기업의 기술지원 강화를 위해 모인 통합지원항구입니다.

중소기업지원 통합센터의 대표번호 1379는 전화 한 통(1)으로 3일만에 중소기업과 정부출연 연구기관이 친구(79)가 되는 번호입니다.



희소식

희망의 미소를 전달하는 소식지

2018 SEPTEMBER

09

NEWSLETTER 발행인 이성일 | 편집인 임경묵 | 발행일 2018. 9. 30 | 통권 39호

미래를 여는 창

한국-호주 간 희토류 및 고용점 금속소재 확보를 위한 워크숍 개최

호주와의 국제기술협력 네트워크 구축으로 희토류 및 고용점 금속소재 확보 국제 공조 구축

소재 강국인 중국의 부상에 대응하기 위해 미래 산업의 핵심 소재인 희토류와 고용점 금속소재의 안정적인 물량 확보가 절실한 상황이다. 이에 지난 8.16.(목) 한국희소금속산업기술센터 회의실에서 '한국호주 희토류 및 고용점 금속소재의 안정적 확보를 위한 워크숍(Korea-Australia Joint Workshop on Sustainable Supply Chain of Rare Earth Elements and Refractory Metals)'을 개최했다.

센터와 한국지질자원연구원의 DMR 융합연구단이 공동 주관한 워크숍에는 호주의 커틴 대학교(Curtin Univ.)와 알케인(ALKANE) 사의 국외 인사를 포함하여 국내외 산·학·연 관련 외부 인사 40명이 참석해 열린 논의를 나누었다. 워크숍은 한국과 호주 간 희토류 및 고용점 금속 연구의 현황과 공동연구 계획을 공유함으로써 양국 간 관련 분야에 관한 국제공조 체제를 구축한다는 목적 하에 진행되었다.



양국은 ▲ 지속 가능한 희토류 공급을 위한 문제점 파악 및 해결책에 대한 논의 ▲ 호주의 Dubbo project와 한국 정부 정책의 희토류 프로그램 현황 공유 ▲ 호주의 고용점 금속의 광업 및 소재화 현황과 한국의 고용점 금속 관련 기술 및 산업 현황 공유 ▲ 한국과 호주의 독자적인 희토류 및 고용점 금속 안정적 공급망 프로그램 개발에 대한 논의 ▲ 한국과 호주의 정부 정책 현황, 기업 연구 동향 등 최근 정보 공유 등이 이루어졌다. 이를 바탕으로 양국은 정부의 지원 프로그램을 통해 원소별 안정적인 자원 확보를 위한 기술개발 수행과 지속적인 교류 활동을 통한 체계적인 공동연구 프로그램 개발 노력을 약속했다.

CONTENTS

01 미래를 여는 창

- 한국-호주 간 희토류 및 고용점 금속소재 확보를 위한 워크숍 개최

02 희소식 인터뷰

- 고부가가치 소재 개발로 비철금속 산업의 미래를 밝히다
한국생산기술연구원 강원지역본부 비철금속소재부품그룹

04 첨단산업의 비타민, 희소금속 A to Z

- 갈륨 _ Gallium, Gr



06 장비 속으로

- 분석장비 2종, 공정장비 2종

08 희망 나침반

- 중소기업지원 통합센터

한국생산기술연구원 강원지역본부 비철금속소재부품그룹

고부가가치 소재 개발로 비철금속 산업의 미래를 밝히다



비철금속 분야 R&D 리딩그룹



비철금속은 말 그대로 철 이외에 금속을 지칭한다. 그만큼 비철금속의 범위는 넓다. 구리, 아연, 납, 주석, 금, 은, 백금, 알루미늄, 니켈 등이 주요 비철금속으로 꼽혔는데, 최근 들어 공업의 새로운 발달로 타이타늄, 나이오븀, 바나듐, 몰리브데넘, 텅스텐 등 새로운 금속들이 활용되고 있다. 철의 활용은 인류 문명에 압도적인 영향력을 갖는 것이지만, 비철금속 역시 자동차, 조선, 기계, 전기, 전자, 정보통신 등 주요 산업 분야에서 빠질 수 없는 주요 재료로 사용되고 있다. 특히나 전기자동차나 소재 경량화와 같은 멀지 않은 미래의 주요산업으로 주목받는 제품 생산에 꼭 필요한 소재들이지만 국내에 자원이 부족하고, 전반적으로 공업 재료로 사용하기 위한 새로운 비철금속의 기술 노후화가 부족하다는 지적이 여전히 존재한다.

한국생산기술연구원 강원지역본부의 비철금속소재부품그룹은 희소금속을 포함한 비철금속 분야 연구개발의 리딩그룹으로서 국내 비철금속 산업 발전을 위한 인프라 구축과 소재의 고부가가치화를 위한 연구를 수행하고 있다. 이를 통해 중요성이 날로 더해가는 희소금속 산업의 경쟁력을 확보하여 지역 경제는 물론, 국가 경쟁력을 갖춘다는 각오이다.

비철금속 산업의 고부가가치화를 위하여



한국생산기술연구원 강원지역본부의 비철금속소재부품그룹은 2012년에 설립된 연구그룹으로 생기원 내에서도 비교적 신설된 연구그룹이다. 산업의 비타민이라고도 불리는 희소금속은 산업의 필수 소재로서 가치가 급등 또는 급변하고 있고, 4차 산업혁명이라는 거대한 흐름에서 뒤처지지 않기 위해 활용성이 높은 비철금속 분야의 산업 경쟁력 강화는 시대의

요구가 되었다. 이와 같은 시대의 요구에 대응하기 위한 목적 아래 그룹의 설립이 이루어졌었다.

2018년 현재 설립 6년차를 맞는 그룹은 크게 3D 프린팅용 금속분말, 내열합금, 자원재활용의 세 가지 분야로 구성하여 연구를 수행하고 있다. 그룹장을 맡고 있는 박광석 박사는 연구의 기획 의도에 대해 이렇게 밝혔다.

“그룹은 연구과제 기획 과정에서 지역산업 육성과 지원이라는 생기원의 역할에 초점을 맞추었습니다. 그 결과 영동 지역에 발전소가 많다는 점에 착안해서 발전소 효율성을 높이고 오염물질 배출을 저감할 수 있는 내열합금 재료 연구, 지역의 금속 산업에 적합한 규모이면서 부가가치가 높은 3D 프린팅용 금속분말 연구, 국가적 이슈이면서 높은 경제적 가치를 창출할 것으로 기대되는 자원재활용 연구를 중점적으로 수행하고 있습니다.”

그 중에서도 현재 그룹의 대표적인 연구과제는 타이타늄을 3D 프린팅용 분말로 만드는 것이다. 입체 조형물을 프린트 하듯 제작할 수 있는 3D 프린팅 기술이 향후 제조업에 미치는 영향은 실로 막대할 것으로 예상되고 있고, 그 분야 또한 우주항공, 자동차, 부품, 소비재, 의료 등 다양하다.

타이타늄은 인체에 친화적인 성질을 이용해 인체삽입용 의료부품이나 임플란트 제작 등으로 활용되고 있는 대표적인 고부가가치 비철금속 소재다. 하지만 소재 특성상 분말로 만들기가 어렵고 그만큼 분말 가격이 비싸다. 국내에서는 전량을 수입에 의존하고 있는 실정이어서 관련 산업 활성화에 장애가 되고 있다. 그룹에서는 3년 전부터 고품질이면서도 상대적으로 낮은 가격에 제공할 수 있는 타이



타늄 분말 생산기술을 연구해왔다.

“산소에 친화적인 타이타늄의 특성 때문에 산소 오염을 막기 위해 생산 공정이 까다로워지고, 가격도 높아지게 됩니다. 이미 값싼 타이타늄 분말을 얻을 수 있는 공정은 개발되었지만, 그 공정으로는 3D 프린팅에서 사용할 수 있는 형태의 타이타늄 분말을 얻을 수 없었습니다. 또한 산소 오염을 막기 위해 마그네슘을 활용하는 과정에서 환경오염과 작업자가 위험한 환경에 노출되는 문제도 해결할 필요가 있었습니다.”

기존의 공정과는 다르게 열역학을 기반으로 한 연구를 통해 타이타늄으로부터 산소를 빼내는 데 성공한 그룹은 마침내, 수입산의 분말과 품질이 동등하면서 가격은 60%정도로 낮춘 타이타늄 분말 생산기반을 마련하는데 성공했다.

내열합금과 관련한 연구는 그룹에서 중장기적인 호흡을 갖고 수행 중인 과제에 속한다. 최근 들어 금속 분야에서 핫 이슈로 떠오르고 있는 것이 고엔트로피합금(High-entropy alloys, HEAs)으로, 4~5개의 금속이 섞여 하나의 금속이 됨으로써 기존의 기능을 상회하는 특성을 갖게 되는 것을 말한다. 철, 코발트, 니켈을 기초로 한 철기 초내열합금, 코발트기 초내열합금, 니켈기 초내열합금 등이 기존의 대표적인 내열합금이었는데 이들은 700~800℃의 고온을 견딘다. 현재, 그룹에서는 몰리브덴(Mo), 나이오븀(Nb), 바나듐(V) 등의 금속을 활용한 HEAs 연구를 통해 기존의 초내열합금 이상의 고온을 견딜 수 있는 소재 개발을 위한 연구를 수행 중이다.

고엔트로피합금은 최신 기술로 당장의 성과를 기대할 수 있는 분야는 아니다. 하지만 수십 g 단위의 생산에 불과했던 기존의 성과에서 수십 kg의 생산이 가능한 기술을 확보한 그룹은 향후 발전소와 로켓 발사체 등에 활용을 목표로 연구에 박차를 가하고 있다.

네오디뮴(Nd) 영구자석에서 네오디뮴을 회수하는 자원재활용 기술은 비교적 가까운 시일 내에 산업화가 가능한 연구 분야다. 전기자동차의 모터 등에 사용되는 네오디뮴을 효과적으로 회수하여 재활용한다면 경제적으로도 그 가치가 크다. 하지만 박 그룹장은 효과적으로 네오디뮴만을 회수하기란 어려운 일이라고 한다.

“기업 측에서는 원하는 것은 네오디뮴인데 회수 공정에서 철과 다른 원소가 섞이게 됩니다. 그래서 이들을 분리하기



위한 공정이 늘어나고 비용이 올라가죠. 네오디뮴만 회수하는 기술이 쉽지는 않지만 지금 열역학적인 기술 접근을 통해서 효과적인 회수 방법을 연구하고 있습니다.”

지역산업 육성으로 이어지는 연구 성과



생기원의 주된 임무 중 하나는 중소·중견기업 성장을 위한 기술지원으로, 그룹 역시 R&D를 통한 지역산업의 비철금속 산업 육성과 활성화에 기여하기 위한 노력을 기울이고 있다. 강원도 강릉시 옥계 지구는 이미 수년 전 동해안환경제자유구역으로 지정되었으나 여러 해 지지부진하다가 최근 기공식을 가지며 첨단소재 융·복합 산업지구 조성을 위한 본격적인 첫걸음을 내딛었다. 희소금속을 포함한 비철금속과 관련한 첨단 산업지역으로 강원도를 육성하겠다는 계획을 실현하는데 그룹의 역할이 적지 않다. 그룹 내에서 이루어지는 주요 연구들은 모두 실제 산업화를 목표로 삼고 있다.

“옥계 지역이 동해안환경제자유구역이 지정되었고, 우리 그룹은 지역본부로서 지역산업에 기여해야 할 의무가 있습니다. 현재 연구가 거의 완성단계인 타이타늄 분말 공정은 해당 분야의 기업과 기술이전을 조건으로 지역에 기업을 유치하자는 MOU를 맺었습니다.”

박 그룹장의 발언에서 지역산업 육성에 기여하고자 하는 그룹의 의지가 엿보였다.

그룹은 한국희소금속산업기술센터와 연구 기획, 공동연구 등의 과업을 수행하며 정기적으로 교류하고 있다. 센터와 그룹에게는 국내의 희소금속 산업 육성을 위한 인프라를 구축한다는 공동의 임무가 주어졌다. 향후 예측되는 희소금속 산업의 성장세에 비해 국내 인프라가 부족한 상황에서 센터와 그룹의 긴밀한 협력은 그 중요성을 강조해도 지나치지 않을 것이다.

지금까지 기반 구축에 힘을 쏟아왔던 그룹의 연구는 이제 성과가 나타나기 시작했다. 기반이 갖춰지지 않은 환경 속에서 그룹이 기울여왔던 노력이 결실을 맺기 위해서는 앞으로가 더욱 중요할지도 모른다. 그리 멀지않은 미래에 낭보가 들려오기를 기대한다.

한국생산기술연구원 강원지역본부 비철금속소재부품그룹(그룹장 박광석)은 2012년 신설된 그룹으로, 현재 55명의 전문연구 인력이 희소금속을 포함한 비철금속의 산업용 부품 재료화, 소재화 연구를 중점으로 한다. 현재는 비철금속의 새로운 내열합금, 3D 프린팅용 금속분말, 자원재활용을 위한 자원회수기술 연구를 수행하며 해당 지역의 산업 활성화에도 기여하고 있다.

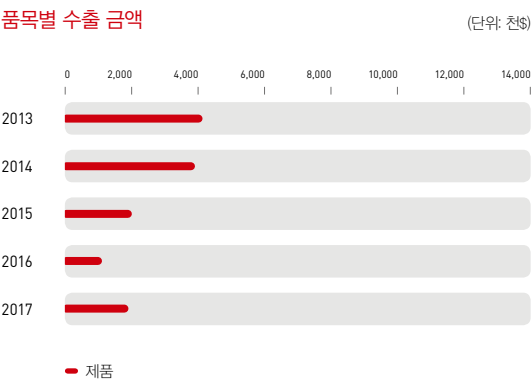
갈륨

Gallium, Gr

1869년, 위대한 화학자인 멘델레예프는 다양한 원소들 사이의 규칙을 통찰해 주기율표를 세상에 발표했다. 하지만 당시의 과학자들은 멘델레예프의 작업을 인정하지 않았다. 그도 그럴 것이 주기율표의 몇몇 칸은 아무런 원소가 적혀 있지 않은 채 비어있었다. 멘델레예프는 빈칸을 채울 원소가 아직 발견되지 않았을 뿐이라며, 도리어 발견될 원자들의 원자량과 성질을 예언했다. 사람들은 이를 비웃었다.

그로부터 약 6년이 지난 1875년, 프랑스의 화학자 부아보드랑이 새로운 원소를 발견했다. 멘델레예프가 아직 발견되지 않았을 뿐이라고 했던 바로 그 원소 중 하나였다. 멘델레예프의 예언은 적중했다. 부아보드랑은 자신의 조국 프랑스를 기리기 위해 자신이 발견한 원소에 프랑스의 옛 명칭인 갈리아(Gallia)를 따 갈륨(Gallium)이라 이름 붙였으나, 아무래도 그 영광은 멘델레예프에게 돌아간 듯하다.

화학 역사의 확실한 한 페이지를 장식하며 등장한 갈륨은 매우 낮은 녹는점에 비해 끓는점이 높은 점 등 흥미로운 성질을 지니고 있는 금속으로, 화합물들이 반도체나 LED 생산에 쓰이면서 그 활용도와 중요성 또한 확대되고 있다.



갈륨의 특징

갈륨(Gallium, 원소기호 Ga)은 은색 금속으로 자연에서 원소로 존재하지 않고 갈라이트, 저마나이트 등의 광물에 화합물 형태로 존재한다. 금속이나 대단히 물러 칼로 자를 수 있다. 또한 녹는점이 29.76℃로 낮아 손에 쥐고 있는 것만으로도 녹는다. 하지만 끓는점은 2,204℃이기 때문에 2174도의 범위에서 액체로 존재할 수 있는 독특한 성질을 지니고 있다. 액체에서 고체 상태로 변할 때 부피가 팽창하기 때문에 갈륨 액체를 유리나 금속 용기에 보관하는 것은 위험하다.

화학적 성질은 알루미늄과 비슷하며, 실온에서는 산화물 보호피막을 만들어 내부가 공기나 물에 반응하지 않기 때문에 안정된 상태를 보인다. 고온에서는 산소와 반응하여 산화갈륨을 만든다. 액체 상태의 갈륨은 취급하기가 어렵고, 다른 금속에도 쉽게 침투하는 성질을 갖고 있다. 갈륨 생산은 중국, 독일, 카자흐스탄 등이 주도하고 있다.

갈륨 (Gallium, Ga)

원자번호	31
원자량	69.72g/mol
녹는점	29.76℃
끓는점	2205℃
밀도	5.91g/cm ³
몰 열용량	25.86J/mol·K(25℃)



갈륨의 활용

녹는점이 낮고 끓는점이 높아 액체 상태로 존재하는 범위가 큰 갈륨은 고온 측정용 온도계의 충전제로 사용된다. 갈륨 합금은 녹는점이 더욱 낮아 실온에서도 액체로 존재하는데, 갈륨에 인듐과 주석을 섞은 갈린스탄(Galinstan)은 녹는점이 -19℃로 인체에 위험한 수는 대신 의료용 온도계로 널리 사용된다.

대부분의 갈륨은 갈륨비소(gallium arsenide, GaAs)를 만드는 데 쓰인다. 이 화합물은 반도체 생산에 사용되는데 실리콘에 비해 전자 이동 속도가 6배 빨라 연산처리 속도에 강점이 있다. 또한 작은 배선용량, 비교적 간단한 트랜지스터 구조, 적은 열 발생 등 고집적화에 적합해 실리콘을 대체할 반도체 재료 및 전력소자로 주목받고 있다.

갈륨비소의 발광성과 빛에너지를 전기에너지로 바꾸는 데 효율적인 특성 덕분에 발광 다이오드(LED) 제작에도 주재료로 사용된다. 형광등이나 백열등에 비해 밝고 에너지 효율성이 높은 LED는 건물 조명, 신호등, 텔레비전, 전광판 등 다양한 분야에서 활용되고 있어 LED의 기본 반도체 물질로 사용되는 갈륨비소, 질화갈륨(GaN), 인화갈륨(GaP)의 활용도 또한 증가하고 있다.

질화갈륨의 경우 인체에 적합한 것으로 밝혀져 두뇌치료용의 안전한 전극이나 신체 내 조직을 감시하기 위한 인체 삽입용 칩의 개발도 기대해 볼직하다.

갈륨의 무역 현황

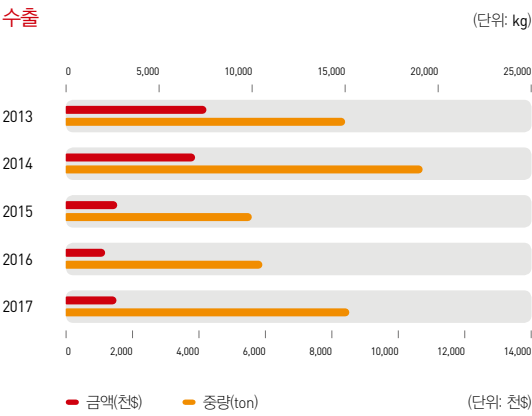
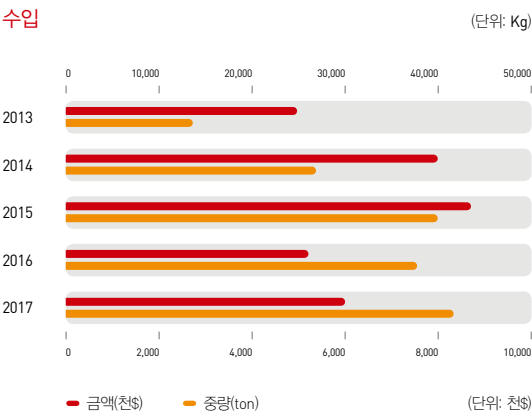
반도체와 LED 제작 등에 사용되는 갈륨은 수출입 양쪽에서 최근 몇 년 사이에 꾸준한 증가 추세를 보이고 있다.

총 수입량은 2009년부터 지속적으로 증가하고 있다. 2012년까지는 10톤 미만의 소량이 수입되었으나, 이후 수입량이 대폭 늘어 2017년에는 42톤에 다다랐다.

괴, 웨이스트와 스크랩, 분 품목과 기타 품목으로 나뉘는 갈륨의 두 가지 품목 중 기타 품목이 전체 수입량의 76%를 차지했고, 괴, 웨이스트와 스크랩, 분 품목은 24%를 차지했다. 수입단가는 2011년 최고치를 기록했다가 이후 해마다 꾸준한 감소세를 보였다.

갈륨의 수출량은 2011년 22톤으로 최대치에 도달한 이후 2012년에 절반 이하로 줄어들었다. 이후 회복세를 이어가다가 2015년 들어 종전 수출량 최대치의 절반 이하로 다시 감소했으나 다시 상승세로 돌아서 2017년 15톤의 수출량을 기록했다.

수출 품목은 괴, 웨이스트와 스크랩, 분과와 기타 두 가지 품목이며, 전자의 품목이 전체 수출량의 42%를 차지했고, 후자의 품목이 58%를 차지했다. 수출단가 역시 수입단가와 마찬가지로 2011년 최고치를 기록한 이후 꾸준히 감소하여 2017년에는 kg당 100달러를 약간 웃돌고 있는 상황이다.



한국희소금속 산업기술센터

분석장비

장비담당자 : 조혜미(E-mail : heymee@kitech.re.kr / 연락처 : 032-458-5116)

- 물리(7종)** 입도분석기, 마이크로 분말 입도분석기, 비표면적분석기, 진동자 테스터기, 비커스경도계, 표면조도측정기, 만능인장시험기
- 열물성(4종)** 열전도도 분석기, 고온열분석기, 시차주사열량계, 열기계분석기
- 조직(3종)** 금속현미경, 원자현미경, 탁상형 주사전자현미경, 주사전자현미경, 후방산란전자회절장치
- 성분(5종)** 유도결합플라즈마, 가스크로마토그래프질량분석기, N/OH분석기, CS분석기, X선 형광분석기, 휴대용 X선 형광분석기
- 특수분석(9종)** 광발광 측정기, 자외선 가시광선 분광분석기, 직류자화특성측정장치, 전위차계, 비저항 탐사 시스템, 유도분극탐사기, 팩트 셰이저, 탐침위치장비, 반도체 특성 분석기
- 시편준비(7종)** 자동 연마기, 백금 코팅기, 핫마운팅기, 회전증발기, 저속정밀절단장치, 고속정밀절단장치, 원심분리기



탄소/황분석기
CS Analyzers

- 사양**
 - Furnace power : 18 MHz, 2200W max
 - Sample size : 1g
 - 측정범위 – 탄소 : 0.6ppm ~ 6.0% at 1g
 - 황 : 0.6ppm ~ 6.0% at 1g
- 용도**
 - 희소금속 기반 소재의 탄소, 황 함량 고정밀 분석에 활용



N/O 가스분석기
Oxygen Nitrogen Hydrogen Determinator

- 사양**
 - FEATURES
 - Fractional Analysis of O and N
 - Furnace temperature : up to 3000C
 - Furnace power : 0 to 8 kW
 - Gas required : Helium 99.995% pure 2 to 4 bar(30 to 60 psi)
 - Nitrogen 99.995% pure 2 to 4 bar(30 to 60 psi)
- 용도**
 - 철강, 비철금속, Ceramic, 신소재 등 무기 물질 중에 함유되어 있는 산소와 질소의 함량을 ppm 단위까지 측정하는 장비로 연구개발 및 제조공정 개선에 활용



공정장비

장비담당자 : 이상현(E-mail : sanghyun@kitech.re.kr / 연락처 : 032-458-5117)

- 희토 자석(6종)** 글로브 박스, 건식파쇄장치, 습식나노파쇄장치, 스트립 캐스터, 수소분사 진공로, 기능성 분말 성형기
- 희토 형광체(1종)** 형광체합성장비
- 희소금속 성형(2종)** 열간가압소결로, 통전활성소결장치
- 고용점/활성 금속(9종)** 용융염전해정련장비, 자연연소고온합성기, 진공열처리로, 와이어제조장치, 고주파용해로, 유도용해장비, 진공유도로, 진공가압주조로, 전기로
- 희소금속 분말(3종)** 전기선폭발장치, 아토마이저 2kg, 아토마이저 20kg
- 희소금속 코팅(2종)** 아크 플라즈마 증착기, 건식박막증착시스템
- 전처리(1종)** 밴드쏘



고주파 유도 분말제도 장치
Pilot scale equipment for powder

- 사양**
 - 입력전원(In-put) : 35KVA
 - 출력(Out-put) : 75kW(MAX)
 - 주파수(Frequency) : 10KHz
 - 도달압력 : 5x10⁻³ Torr
- 용도**
 - 금속응고를 이용한 합금 분말 제조 장비(최대 1회 20kg-Cu 기준)



고주파 용해로
High Frequency Induction Melting

- 사양**
 - 입력(In-put) : 35KWA
 - 출력(Out-put) : 20KW(MAX)
 - 주파수 : 10 KHz
- 용도**
 - 고용점 금속과 저용점 금속의 합금을 위한 활용
 - 고주파 유도 용해를 이용한 모합금 제작