

희소금속산업기술센터 연구 장비 활용 안내

01

한국희소금속산업기술센터 홈페이지
(<https://kiram.re.kr>) 회원가입, 로그인

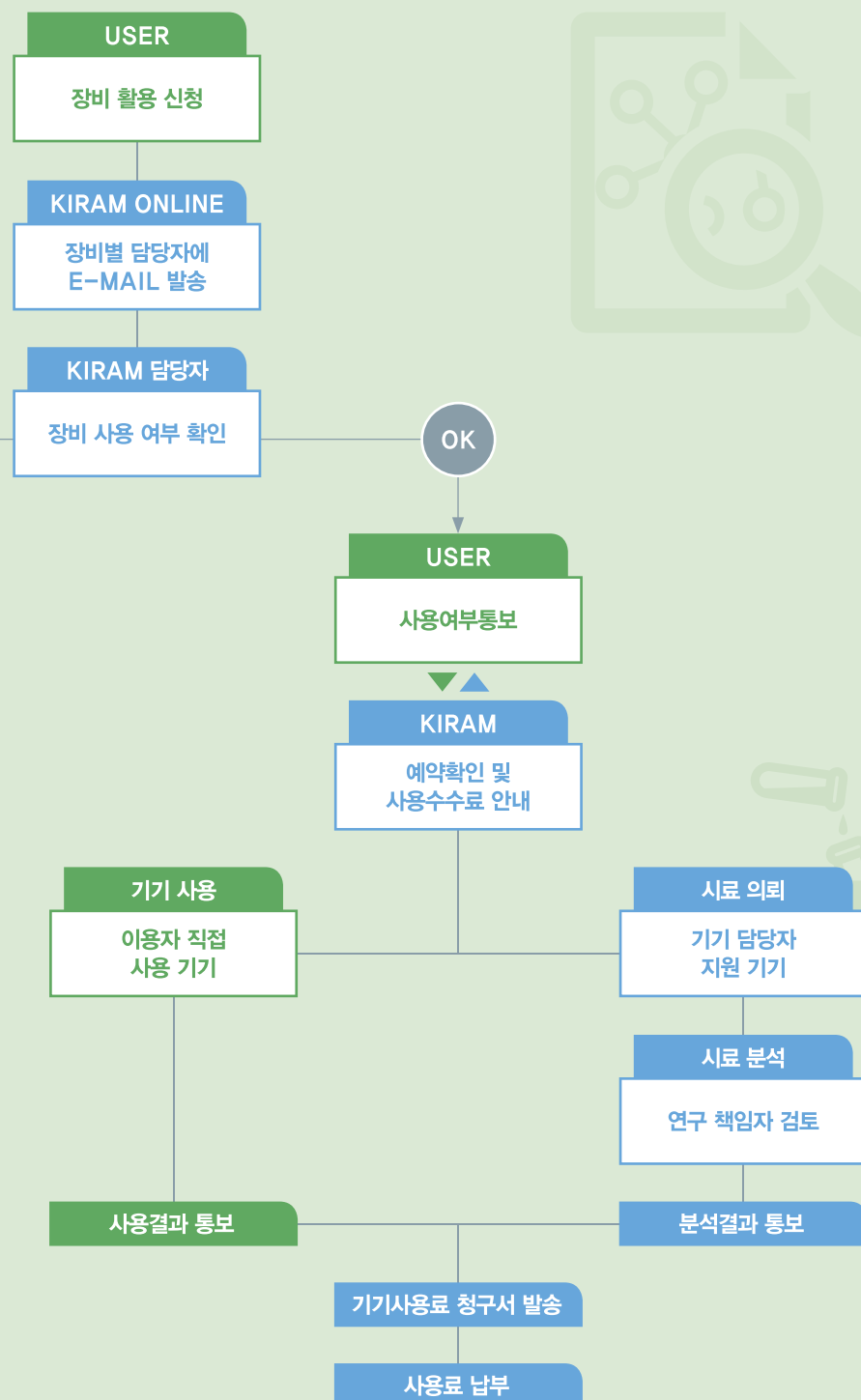
02

기업지원 탭의 장비 사용 확인 후
활용하고자 하는 장비 사양 등 확인

03

아래 절차로
장비 활용 신청

문의처 : 분석장비 032-458-5111
공정장비 032-458-5115



2019 06

희망의 미소를 전달하는 소식지

회소식

한국희소금속산업기술센터

Newsletter



발행인 이성일 편집인 임경묵 발행일 2019. 6. 19 통권 38호

COVER NEWS

우즈베크 내 희소금속센터 개소,
지속적인 협력을 위한
발판을 마련하다

**‘한-우즈벡 희소금속센터’ 개소식 및
‘제3회 희소금속 워크숍’을 위해 우즈벡 방문**

희소금속산업기술센터는 3년 전부터 우즈베키스탄의 풍부한 자원과 한국의 기술력을 활용한 경제 협력을 위한 논의를 추진해 왔다. 2016년 인천에서 열린 '제1회 희소금속 워크숍'에서 양국의 희소금속 기술 수준의 전반을 확인했으며 이후 2017년 타슈켄트에서 열린 '제2회 희소금속 워크숍'에서 중점 협력 분야를 고용점 희소금속으로 정의하며 경제 협력 논의에 가속도가 붙었다. 그 일환으로 한국의 희소금속산업기술센터를 벤치마킹한 우즈베키스탄 내 '한-우즈벡 희소금속센터'가 치르치크에 설치되었다. 지난 4월 20일 '한-우즈벡 희소금속센터'의 개소식 및 '제3회 희소금속 워크숍'을 위해 생산기술연구원 원장을 포함한 직원과 희소금속 관련 전문가, 희소금속 장비와 IT 종합시스템 수출 기업 관계자를 포함 총 20여 명이 우즈베키스탄을 방문했다. 개소식에서는 센터 설립의 목적과 구성, 현황 브리핑, 센터 투어



▲ 지난 4월 우즈베크에서 개최한 희소금속 워크숍 현장



▲ 좌측부터 알말릭광업공사 쿠사놈 회장,
한국생산기술연구원 이성일 원장

가 진행됐다. 관계자들은 센터에 설치된 전용 공간과 연구동을 둘러보았다. 이어서 한국에서 도입한 장비의 시운전과 IT솔루션시스템을 활용한 한국 센터와의 자동 번역 화상회의 시연을 진행했다. 워크숍에서는 희소금속 응용 기술 및 산업 분석과 앞으로의 전략 수립 의견 공유와 토론이 있었다. 그리고 희소금속 산업·정책·연구 분야 최신 기술 개발 동향과 한국 기업을 소개하는 30여 편의 포스터를 홍보했다. 이를 통해 희소금속 산업기술센터는 올해 말까지 총 두 번에 걸쳐 장비 28종의 단계적 구축을 약속하며 한국의 희소금속 가공 장비 및 정보 통신 기업의 우즈베키스탄 시장 진출 및 안정적인 협력 기반을 마련하게 됐다. 또한 센터의 원활한 운영을 위해 전문 엔지니어와 석·박사 양성하고 고용점 희소금속(텅스텐, 몰리브덴) 국제공동연구를 수행하는 등 지속적인 산업 협력을 강화할 예정이다.

C O N T E N T S

01

COVER NEWS

우즈베크 내 희소금속센터 개소,
지속적인 협력을 위한 발판을
마련하다

02

BEST PARTNER
(주)센코에서 전기화학식
가스센서 속 희소금속을 만나다

03

INFORGRAPHIC

04

RARE METAL MATERIALS
화학공업의 꽃, 촉매와 희소금속

06

MORE AND MORE
분석장비 2종, 공정장비 1종

08

VITAMIN PLUS
장비 활용 홍보



(주)센코에서 전기화학식 가스센서 속 희소금속을 만나다

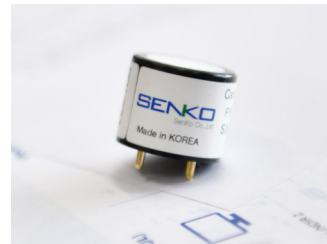


센코는 국내 유일 전기화학식 가스센서 원천기술을 보유하고 있으며, 제품 제조부터 상용까지 성공한 기업이다.
2004년 설립되어 15년이라는 긴 시간 동안 국내 가스센서 업계를 이끌어온 센코의 하승철 대표를 만나
전기화학식 가스센서와 그 원리에 있어 필수 소재인 희소금속 이야기를 들었다.

▲ (주)센코 하승철 대표

전기화학식 센서란?

가스센서는 감지 방법에 의해 크게 전기화학식(electrochemical), 광학식(optical), 반도체식(semiconductor), 촉매식(catalytic)으로 나뉜다. 이 중에서 산화와 환원 반응에 의해 동작하는 전기화학식 가스센서는 O₂, CO, CO₂, H₂S, HCHO 등을 감지하는 데 있어 갖추어야할 민감도, 선택성, 안정성, 재현성에 있어 가장 뛰어난 특성을 가졌다. 또, 우수한 선형성과 반복성을 가지고 있으며 반응 속도는 보통 30에서 60초, 최저 검출 농도 범위는 가스 종류에 따라 다르지만 0.02에서 50ppm이다. 이와 같은 장점으로 인해 기존의 산업 안전, 환경 뿐 아니라 모빌리티, 웨어러블 디바이스, 가전, 헬스케어 등으로 적용 영역이 점차 넓어지고 있다.



필수 소재로서의 희소금속

전기화학식 가스센서는 내장되어 있는 전극의 작용에 의해 측정 대상 가스가 산화, 환원 반응을 일으킬 때 발생하는 전류를 측정해 측정 대상 가스의 농도를 감지하는 원리로 동작한다. 측정 대상 가스에 대한 선택성을 향상시키기 위해서는 물리적인 흡수 또는 화학적으로 반응하는 촉매가 필요한데, 이 촉매에 소량의 희소금속이 사용된다.

촉매에 들어가는 희소금속은 백금, 루테튬, 팔라듐으로 각각 O₂, CO, CO₂, H₂S, HCHO 등의 가스와 반응한다. 가스가 전해질로 들어와 촉매와 만나는 부분이 3중점인데, 3중점이 많을수록 가스 감지 감도가 높아질 수 있다. 특히 기판에 희소금속을 효율적으로 코팅할 수 있는 기술이 중요한데, 센코는 그동안의 노하우와 실험을 통해 최적의 상태를 만들어내고 있다.

“전기화학식 가스센서에 있어서 희소금속은 절대적으로 필수입니다. 희소금속의 종류에 따라 각각 다른 가스가 반응하고, 이로 인해서 가스 농도를 알 수 있기 때문입니다.”

원천기술로 가스센서 분야 확대

센코의 전기화학식 가스센서 원천기술은 국내 유일로, 하승철 대표의 ‘전자 코(Electronic nose)’ 연구를 기반으로 시작됐다. 아직 나노 단위로 희소금속을 취급하지 못하는 우리나라의 환경적 단점에도 불구하고 센코는 시제품 제작, 연구 장비 대여 등 희소금속산업기술센터와의 연계는 물론 빼어난 자체 연구 개발로 탁월한 길을 개척하며 2018년 300만 달러 수출탑을 수상했다.

센코는 앞으로 희소금속을 소재로 하는 전기화학식 가스센서의 원천기술을 가지고 에너지, 산업 안전, 환경 뿐 아니라 아토피, 천식 등 공기 오염을 통해 병이 발생하는 헬스케어 분야에도 진출할 예정이다. 또, 유럽방폭인증(ATEX), 북미반폭인증(CSA), 미국방폭인증(UL), 국제방폭인증(IECEx) 취득을 바탕으로 해외 수출 시장도 더욱 넓힐 계획이다.

“희소금속을 소재로 하는 제품을 개발하는 기업들에게 희소금속센터가 먼저 다양한 분야를 지원해 줄 수 있다는 것을 알려주면 좋겠습니다.”

센코와 같이 희소금속을 소재로 하는 기업과 희소금속산업기술센터와의 더 많은 인연을 통해 국내외 희소금속 소재의 신시장이 더 활짝 열리기를 기대한다.

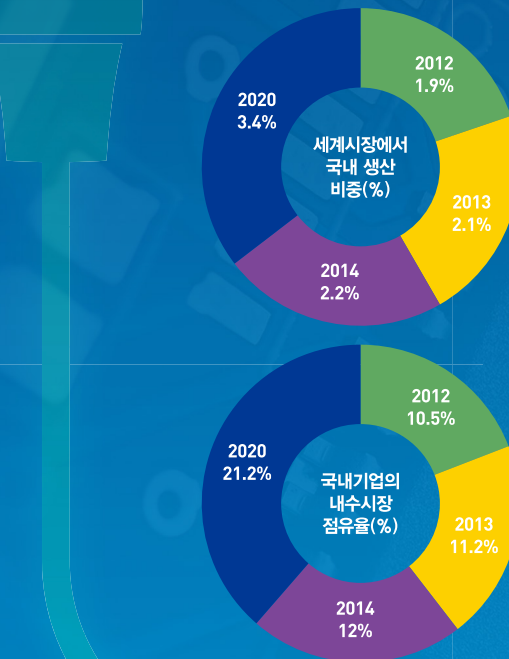
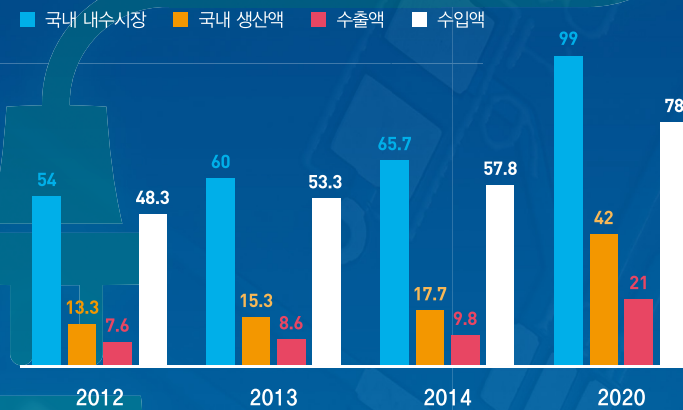


전기화학식 가스센서의 현황

1. 국내시장 동향

국내 센서 관련 내수시장은 2012년 약 54억 달러 규모에서 2020년 99억 달러 규모로 연평균 10.4% 성장할 것으로 전망되며, 국내 기업의 내수시장 점유율은 10.5% 수준으로 매우 낮다.

Ⅰ 국내 센서 시장 규모현황 및 전망 Ⅰ



출처: ETRI(2015), 센서산업과 주요 유망센서 시장 및 기술 동향

백금

백금은 타 금속에 비해 무겁고, 가단성과 연성이 있는 귀금속으로, 전이 금속에 속한다. 부식에 대한 저항이 강하며, 니켈이나 구리 광석이나 자연 금속 상태로 산출된다. 또한 훌륭한 촉매로 장신구나 실험 장비, 전기 콘센트, 의료 기기, 자동차 배출 가스 제어 장치 등에 사용된다.

루테튬

루테튬은 앞전이 금속과 후전이금속의 공통적 특성을 모두 갖고 있어 응용성이 매우 큰 전이금속이다. 지구상에 존재하는 원소 중에서 존재량이 적은 순위로 대략 6번째가 되는 아주 희귀한 금속에 속한다. 산업에서 생산된 루테튬의 약 50%는 전자 산업 재료로, 약 40%는 화학공업 촉매로, 그리고 나머지는 금속 합금제와 도금 등으로 사용된다.

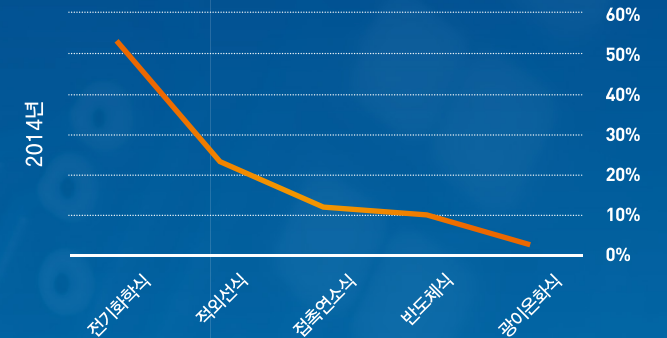
팔라듐

팔라듐은 백금족 금속 중에서 녹는점(1554.9°C)이 가장 낮고, 밀도가 12.023g/cm³로 가장 가볍다. 연성과 전성이 좋으며, 거의 모든 금속들과 합금을 잘 만든다. 자체 부피의 900배나 되는 수소(H₂) 기체를 흡수할 수 있으며, 수소는 팔라듐 원자 사이를 쉽게 이동할 수 있다. 백금족 금속 중에서는 화학 반응성이 가장 크다.

2. 기술구분에 따른 시장동향

기술구분에 따른 점유율은 2014년을 기준으로 전기화학식(52.4%)이 가장 많은 비중을 차지하고 있고, 이어 적외선식(23.1%), 접촉연소식(11.8%), 반도체식(9.4%), 광이온화식(3.3%) 순으로 차지하고 있다. 2021년에는 접촉연소식과 반도체식 가스센서의 시장점유율이 줄고, 적외선식 가스센서의 점유율이 늘어날 것으로 전망된다.

Ⅰ 기술구분에 따른 가스센서 점유율 Ⅰ



출처: Frost&Sullivan(2015), Type of Gas Detected-Total Gas Sensors, Detectors, and Analyzers Market, 재구성

3. 기술방식에 따른 특징

Ⅰ 기술방식에 따른 특징 Ⅰ

구분	전기화학식	광이온화식(적외선식)
동작원리	가스와의 반응에 의한 전극간의 기전력 변화	가스에 의한 적외선 흡수도 변화
대표 감지가스	CO, CO ₂ , O ₃ , SO ₂ , NO, NO ₂ , VOC	CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , SO ₂ , O ₂ , CxHy
감지가스 선택성	중	상
민감도	상	중
반응시간	빠름	느림
소모전력	중	저
가격	저	고
크기	소형	대형

출처: KEIT(2016), 대기환경 센서 기술동향(KEIT PD Lssue report), 중소기업청(2015), 중소기업 기술로드맵 2016-2018(나노융합편), 재구성

화학공업의 꽃, 촉매와 희소금속

촉매는 화학공업의 꽃이라 불리며 각종 화학반응에서 소량 첨가하여 열역학적으로 가능한 화학반응속도를 조절하기 위해 사용되는 것으로 정의되며 희소금속이 대량 사용되고 있다. 이 때 반응속도를 빠르게 하는 것을 정촉매, 반응속도를 느리게 하는 것을 부촉매라고 부른다.

촉매는 화학공업의 꽃이라 불리며 각종 화학반응에서 소량 첨가하여 열역학적으로 가능한 화학반응속도를 조절하기 위해 사용되는 것으로 정의되며 희소금속이 대량 사용되고 있다. 이때 반응속도를 빠르게 하는 것을 정촉매, 반응속도를 느리게 하는 것을 부촉매라고 부른다.

촉매를 구분하는 방법에는 촉매재료에 따른 구분 (금속촉매, 금속산화물 촉매 등) 혹은 촉매의 기능에 따른 구분 (산화반응촉매, 중합촉매, 수소화반응촉매 등) 및 촉매의 재료와 기능을 동시에 고려한 촉매의 구분 (금속산화물 촉매이면서 산화촉매 혹은 탈수소화 촉매 등) 등이 있을 수 있다. 또 하나의 촉매구분법은 촉매와 촉매 반응계의 상 (phase)에 따라 촉매를 구별하는 것으로 균일계 촉매 (homogeneous catalyst), 불균일계 촉매 (heterogeneous catalyst)로 구별할 수 있다.

대부분의 촉매반응 속도는 반응온도의 증가에 따라 증가하기 때문에 대량생산을 지향하는 현대의 석유화학공정에서는 대부분 기상반응물-고체촉매계인 불균일계 촉매반응공정이 운전되고 있다. 반면에 특수 용도의 소량 생산품 혹은 특수 반응계가 요구되는 반응의 경우 액상반응물-액상촉매 (균일계 촉매반응) 혹은 액상반응물-고체촉매 (불균일계 촉매반응)계가 이용된다.



〈촉매의 물질과 기능에 따른 분류 및 반응계 상에 따른 분류〉

구분	촉매의 종류	대표적 촉매 예
촉매 재료별 분류	귀금속 촉매	Pt, Pb, Ir, Rh
	금속촉매	Fe, Ni, Co
	금속산화물촉매	MgO, TiO ₂ , V ₂ O ₅ , ZnO
	복합산화물촉매	Fe ₂ O ₃ -MoO ₃ , Mo-V-P-O
	고체산촉매	제올라이트, 헤테로폴리산
	무기산촉매	HF, H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄
	이온교환수지촉매	Amberlyst-15
촉매 기능별 분류	부분산화촉매	V ₂ O ₅ , TiO ₂ , Fe ₂ O ₃ , -MoO ₃ , Ag
	에폭시화촉매	Ag/α-Al ₂ O ₃
	이성화촉매	제올라이트, 헤테로폴리산, 담지금속
	수소화촉매	Raney Ni, Ni/Al ₂ O ₃ , Pd/C
	탈수소화촉매	Cr ₂ O ₃ -Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , supported Ni
	알킬화촉매	Friedel-Crafts 촉매, 제올라이트
	cracking 촉매	Zeolite in SiO ₂ -Al ₂ O ₃ matrix
	reforming 촉매	Pt, Pt-Re on acidified Al ₂ O ₃
	수소첨가탈황촉매	Co-Mo/Al ₂ O ₃ , Ni-Mo/Al ₂ O ₃
	알파-올레핀 중합촉매	TiCl ₄ , Cp ₂ ZrCl ₂

출처: 박정기, (2010), "리튬이차전지의 원리 및 응용", 홍릉과학출판사



대표적인 희소금속이 활용되는 촉매 산업을 설명하고자 한다.

1) 접촉개질용 촉매

접촉개질은 탄화수소의 방향족화 및 이성화반응에 의해 옥탄가가 낮은 나프타를 개선하여 고옥탄가의 가솔린을 제조하는 프로세스이다. 촉매의 개선을 위해서는 기본적으로 탈수소기능을 갖는 백금 (Pt)계 금속과 이성화기능을 갖는 고체산으로 구성된 대표적인 기능촉매이다. 즉, Pt의 분산에 유효한 알루미늄 담체에 Pt나 Pt에 레늄 (Re) 등 제2 금속성분을 첨가한 2원 촉매 (Bimetallic Catalyst)로 사용하고 있다. 고온점의 Re를 첨가하는 효과로는 촉매열화의 원인인 Pt입자의 응집을 방지하여 Pt의 분산력을 높이고 해리되는 수소의 이동에 의한 분해 및 코커 (Coker) 생성을 억제함으로써 촉매의 활성을 높이고 수명을 연장시키는 장점을 들 수 있다. Re 대신 Ir, Sn, Pb를 첨가하기도 하고 담체로 알루미늄 대신 ZSM-5 (제올라이트계열, Mobil사)가 사용되기도 한다.

2) 수소화분해용 촉매

수소화분해는 상압 또는 감압추출을 통해 등유 및 경유를 제조하는 프로세스로서 탈촉매로는 합성실리카·알루미늄에 니켈 (Ni), 몰리브덴 (Mo), 텅스텐 (W), 코발트 (Co) 또는 백금 (Pt)계를 담지한 것이 사용된다.

3) 수소화탈황용 촉매

수소화탈황은 나프타의 전처리 프로세스로서 촉매로는 알루미늄 담체에 Co-Mo, Ni-Mo, Ni-Co-Mo를 첨가한 촉매나 실리카·알루미늄 담체에 Ni, Co, Mo를 첨가한 것이 사용된다. 공급원료유가 중금속 등 촉매독 (Catalytic Poison)을 함유하지 않고 운전조건이 마일드하여 수 년에 이르는 촉매수명 때문에 촉매수요의 상승은 거의 없는 편이다.

4) 무공해프로세스의 개발과 촉매

종래에는 아세틸렌을 원료로 하여 아세트알데히드, 염화비닐, 초산비닐 등을 제조할 때 유해한 수은화합물을 배출해왔지만 현재는 독성이 거의 없는 금속 또는 그 화합물을 촉매로 사용하는 방법으로 개선되었다. 또 비스무스 (Bi)·몰리브덴 (Mo)을 촉매로 한 아크릴로니트릴의 초기 제조법은 대량의 유황을 발생했지만 최근에는 개선된 촉매에 의해 현저히 감소되었다.

공해방지기술에는 물리적, 화학적, 생화학적 등 각종 기술이 있고 환경오염물질의 종류, 농도에 따라 단독 또는 복합적으로 사용되어

왔다. 여기에 촉매기술은 극미량의 오염물질까지도 정확하고 신속하게 무공해성분으로 분해 또는 전환할 수 있는 가능성을 가지고 있으며 다른 기술과 더해져 환경을 위해 큰 역할을 할 것으로 예상하고 있다.

5) 공해방지용 촉매

자동차에 적용되는 촉매는 높은 사용온도 범위에서 정화성을 가져야 하며 진동에 대한 내구성 및 배기가스에 함유된 피독물질 (Pb, S, P 등)에 대한 저항력을 가져야 한다. 주로 사용되는 촉매로는 귀금속류 (Pb, Pt, Rh), 비금속류 (Na, Ca, Ti, Fe, Zn, Sn, Ba), 희토류, 페로브스카이트 구조체 등이 있다. 이 중 귀금속류는 주황성물질로서 꼭 필요한 물질이지만, 세계적으로 생산량이 극히 제한된 자원이므로 수년내 공급부족과 가격폭등이 예상되고 있다. 특히 3원촉매에서 불가결한 성분인 Rh는 Pt 생산량의 약 1/17 정도이기 때문에 해결방안으로 Rh 사용량의 감소, 폐촉매의 귀금속 회수, 대체촉매의 개발 등이 요구되고 있다. 현재는 이러한 노력으로 Rh와 Pd의 사용비율이 10:1에서 5:1로 감소되고 있다.

산업용 배기가스 처리촉매는 기본적으로는 자동차용 촉매와 같으며 CO, HC 등을 완전 산화해 배기가스를 무취, 무해화 시킬 목적으로 사용된다. 사용되는 분야는 도장, 인쇄공장, 화학공장 등 넓은 분야에 걸쳐 있으며 처리대상가스의 양이나 성상도 다양하다. 촉매로는 자동차용촉매와 같이 귀금속류와 비금속류로 나뉘지만 귀금속촉매가 처리능력이 우수하기 때문에 배기가스 처리촉매의 대부분을 차지하고 있다.

6) 광촉매

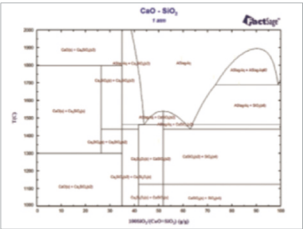
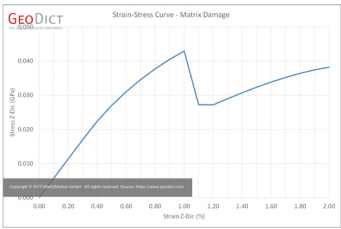
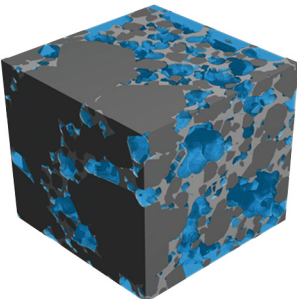
광촉매는 빛을 에너지원으로 촉매반응 (산화, 환원반응)을 촉진시켜 각종 세균 및 오염물질을 분해시켜주는 반도체 물질을 의미한다. 광촉매에 사용할 수 있는 물질로는 TiO₂ (anatase), TiO₂ (rutile), ZnO, CdS, ZrO₂, V₂O₃, WO₃ 등과 페로브 스카이트형 복합 금속산화물 (SrTiO₃) 등이 있다.



한국희소금속 산업기술센터

☞ 분석장비

물리(7종)	입도분석기, 마이크로분말입도분석기, 비표면적분석기, 진동자테스터기, 비커스경도계, 표면조도측정기, 만능인장시험기
열물성(4종)	열전도도분석기, 고온열분석기, 시차주사열량계, 열기계분석기
조직(3종)	금속현미경, 원자현미경, 탁상형주사전자현미경, 주사전자현미경, 후방산란전자회절장치
성분(5종)	유도결합플라즈마, 가스크로마토그래프질량분석기, N/OH분석기, CS분석기, X선형광분석기, 휴대용 X선형광분석기
특수분석(11종)	광발광측정기, 자외선가시광선분광분석기, 직류자화특성측정장치, 전위차계, 비저항 탐사시스템, 유도분극탐사기, 팩트세이지 , 탐침위치장비, 반도체특성분석기, 전자파내성시험기, 소재구조 및 물성 모델링 시뮬레이션 시스템
시험준비(8종)	자동연마기, 백금코팅기, 핫마운팅기, 회전증발기, 저속정밀절단장치, 고속정밀절단장치, 원심분리기, 고점도물질분산기



소재구조 및 물성 모델링 시뮬레이션 시스템

Simulation and modelling system of materials' microstructure and properties

Ⅰ 사양 Ⅰ

- 소재 입자의 형태, 크기, 방향, 조성비 등의 설계 인자를 활용하여 3D 형상의 가상 모델의 생성
- 미세 조직 형상에 따른 열전도도 및 전기전도도를 X, Y, Z 방향에 따른 이방성 결과로 확인
- 3D 형상을 여러 단계에 거쳐 인장 및 압축 시 응력, 변형률, 온도, 속도 고려 각 단계의 변화된 형상 모델 확인, Strain-Stress curve 도출

Ⅰ 용도 Ⅰ

- 3D 모델의 편집 및 Matlab, excel 등 호환
- grain, fiber 등 다양한 형태의 입자로 이루어진 형상 모델 생성 및 분석
- μ -CT, FIB-SEM 등 image를 바탕으로 3D 모델 생성
- 3D 모델을 바탕으로 한 열적, 전기적, 기계적 특성 해석 및 예측

팩트 세이지

FactSage

Ⅰ 사양 Ⅰ

- 열역학 D/B 기반 계산프로그램
 - Maximum number of elements for one calculation : 40 elements
 - maximum temperature : 9999 K
 - Maximum pressure : 100 GPa

Ⅰ 용도 Ⅰ

- 재료 생산응용 및 재활용관련 반응 계산
 - 연소, Heat Balance 계산 및 반응 자유에너지계산
 - 건식아금공정 열역학계산
 - 응고 열역학 계산
 - 다원계 상태도계산

☞ 공정장비

희토 자석(6종)	글로브박스, 건식파쇄장치, 습식나노파쇄장치, 스트립캐스터, 수소분사진공로, 기능성분말성형기
희토 형광체(1종)	형광체합성장비
희소금속 성형(3종)	열간가압소결로, 통전활성소결장치, 등방압분말성형장치
고융점/활성 금속(10종)	용융염전해정련장비, 자전연소고온합성기, 진공열처리로, 와이어제조장치, 고주파용해로, 유도용해장비, 진공유도로, 진공가압주조로, 전기로, 전자빔청정용해장치
희소금속 분말(3종)	전기선평발장치, 아토마이저2kg, 아토마이저20kg
희소금속 코팅(2종)	아크플라즈마증착기, 건식박막증착시스템
전처리(1종)	밴드쏘



등방압분말성형장치

Cold Isostatic Press

Ⅰ 사양 Ⅰ

- 최대 압력 : 6000 bar
- 내부 용기 : 80d * 300

Ⅰ 용도 Ⅰ

- 금속 및 세라믹 분말의 성형
- 고밀도 압분체 제조



전자빔청정용해장치

Electron Beam Melting Equipment For Clean Metal Preparation

Ⅰ 사양 Ⅰ

- Electron bombardment cathode self-accelerating type
- 100 kW (10 ~ 30kV, 3.4A)
- X-deflection Angle $\pm 45^\circ$
- Y-deflection Angle $\pm 45^\circ$
- Max. scanning width ± 250 mm (Within max deflection angle, Crucible ~ Electron gun: 1000mm)
- X,Y-Scanning Frequency 200Hz

Ⅰ 용도 Ⅰ

- 희소금속 기반 고용점 소재의 고순도 용해 정련 및 고순도 합금 제조