

## 유가금속 재활용 신기술정보(II)

### ㉟. 전지로부터 코발트회수 기술개발(TMC)

리튬이온전지의 스크랩으로부터 회수한 고품위의 코발트를 배터리 업체에 공급하는 전해회수정련기술로서, 샘플출하를 개시하였으며, 본격 플랜트의 생산능력은 월 50톤이다

#### <특징>

- ① 순도 99.8% 이상의 코발트회수에 성공하였으며, 양극에는 불용성이 높은 산화막이 형성되지 않고, 통전성이 양호한 소재를 이용하는 것으로 전류효율을 95%까지 높였다.
- ② 1암페어의 전류로 1시간에 1g의 목적물질을 취득하면 전류효율은 100%로, 통상은 70%의 효율이지만, 독자기술로 거의 100% 까지 끌어올렸으며, 이것에 의해 속도뿐만 아니라 비용면에서도 사업화가 가능할 것으로 판단하였다.
- ③ 원료소스는 리튬이온전지의 생산과정에서 발생하는 양극의 스크랩으로, 이 양극에는 알루미늄판에 리튬산 코발트가 도포 되어 있다

### ㉟ 슈레더더스트(Shredder Dust) 90% 재생기술

폐자동차등의 재단 부스러기인 Shredder Dust를 제철소의 부산물인 코르타르액으로 가열, 비중분리에 의해 90%의 높은 재료 리사이클율을 목표로 한 기술로서, 300℃정도의 온도에서는 페플라스틱과 금속류가 변질되지 않고 상하로 30분에 완전히 분리한다.

#### <특징>

- ① 개발한 「고효율 폐기물 Shredder Dust 분리 리사이클기술」은 서로 붙어 있는 이질수지의 분리기술 등을 기초로 하였으며, 코크스爐에서 석탄을 건류하여 코크스를 제조할 때 발생하는 타르액은 비중이 1 전후로, 이 특수용매에 Dust를 투입하여 저온 열처리하면 페플라스틱에서는 발포우레탄등이 원래의 수지로 감용한다.
- ② PVC류로부터는 유해한 염소가 비산, 액상으로 부유하며, 금속은 알루미늄도 용융시키지 않고 침전하고, 피복 전선류도 커버와 동선이 깨끗이 분리되어 침전한 철, 동, 알루미늄의 분별회수는 磁力등 기존기술로 가능하다.
- ③ 탈염 페플라스틱은 고로에 영향을 주는 염산을 생성하지 않기 때문에 입상 가공만으로 환원제로서 붙어 넣는 것이 가능하다.

### ㉟ 탈황 촉매중의 유가금속, 전량 회수 기술(스미토모금속광산)

비철 정련 기술을 응용해 석유 업계에서 발생하는 탈황 촉매로부터 알루미늄 및 니켈, 바나

동 등의 유가금속을 전량 회수하는 기술로서 유가 금속을 용해하는 전용해법이다.

<특징>

① 습식의 비철 정련 기술과 원자력 발전소용의 원료 정제 기술을 응용하여, 우선 산등으로 녹인 다음 어떠한 촉매를 순서대로 넣어 반응시켜 금속이나 불순물을 1종 혹은 수종씩 제거하는 용매 추출법을 사용하고 있다.

② 종래의 가성소다를 넣어 구워내는 알칼리 배소(焙燒)법으로는 몰리브덴과 바나듐 밖에는 제거하지 못했으나, 전용해법에서는 알루미늄, 코발트, 니켈까지 회수된다.

③ 함유 금속을 모두 회수 할 수 있기 때문에, 잔류물의 용적이 대폭으로 줄 뿐만 아니라 폐액도 간단한 배수 처리로 배출된다

#### ◎ 폐액으로부터 고순도 게르마늄 회수 (新興化學工業)

생산 공정에서 배출되는 각종 폐액 중에서 게르마늄을 고효율로 회수하여 정제하는 기술, 독자 습식법을 토대로 한 공정으로, 지금까지 폐기처리 되었던 폐액으로부터 99.9~99.99%라고 하는 고순도 게르마늄을 회수할 수 있다.

<특징>

① 중유회(重油灰)로부터 바나듐을 고효율로 추출하여 정제하는 노하우나, 전자부품으로부터 셀렌을 회수할 수 있는 기술을 바탕으로 사무기기내 부품의 셀렌·비소 완전 분리나 인동·주석땀납으로부터의 인동 회수에 의한 재활용 사업의 일환으로 확립한 게르마늄 회수 기술

② 수지중합 시나 일부 성형품 제조 시에 공정용 촉매로서 염화게르마늄이 대량으로 사용되고 있으나 이것은 생산 공정 후 사용된 폐액으로 처리되어왔지만, 독자적인 습식법에 의해 폐액 중에 포함된 게르마늄 성분을 고효율로 추출, 정제한 후에 제품으로 완전 재활용함으로써 게르마늄은 99.9 내지 99.99 클래스의 고순도 제품이 얻어진다

③ 지금까지의 기술과 비교했을 때, 고가의 금속을 회수하기 때문에 충분히 장점이 있다고 한다.

#### ◎ 폐기 에어컨 및 냉장고 압축기에서 철 회수 (마쓰시다전기산업-松下電器産業)

폐기 에어컨이나 냉장고의 압축기로부터 효율적으로 철을 99% 이상 회수할 수 있는 기술로서, 鋼球가 압축기를 분쇄한 후, 자력 선별기를 2기 통과시켜 철과 영키기 쉬운 모터의

동선을 분리한다.

<특징>

- ① 신기술에서는 처리 중의 열로 남은 기름이 발화하지 않도록 압축기에 물을 넣은 후 다이가 회전하여 90kg의 동선 8개가 교대로 압축기를 두드린다,
- ② 먼저 커다란 채로의 파편은 다시 두드려서, 분쇄된 금속편 중에서 자력을 약하게 한 선별기로 가벼운 철을 회수한 후 별도의 선별기에서 주물등 무거운 철을 끌어낸다
- ③ 가벼운 철을 먼저 회수한 것으로 동선의 얽힘을 막으며 회수한 철은 주물 메이커에 양도하여 다시 압축기의 샤프트나 실린더등의 부품으로 되돌려, 신품 압축기에 사용한다.

#### ◎ 고속 연속 시안, 크롬함유폐수 처리장치(일본테크노)

종래에 비하여 1/20 이하의 낮은 운전비와 고속 연속처리를 실현한 시안, 크롬함유 폐수 대응의 고성능 처리장치로 각종 도금공정 및 녹 방지용 시안 폐액 등의 처리장치로서 판매한다.

<특징>

- ① 독자의 전해 산화법으로 고속 연속처리를 실현하였고 시안 착염 처리의 무해 화도 용이하다.
- ② 동사가 특허를 갖고 있는 일정 주파의 진동을 발생시키는 진동 유동기술과 시안, 크롬에 따른 특정 전해조를 복합화 한 것으로, 전해산화법의 프로세스는 특정주기의 진동류와 전기분해가 조합되어 분해시에 발생하는 산소가스나 수소가스가 통상보다 수배 이상의 산화 및 환원 에너지를 확보, 고효율 에너지와 극간의 배치로 단시간의 연속처리를 가능하게 하였다.

#### ◎ 프린트기판 리사이클 기술(마쓰시다정공)

가전제품이나 전자기기에 사용되는 프린트기판의 리사이클기술로서 기판을 탄화하여, 전자부품의 원료인 납 등의 금속과 활성탄으로 분리하는 기술이다.

<특징>

- ① 장치는 먼저 부품이 실장 된 채의 기판을 200-350℃에서 약 50 분간 가열, 탄화한다.
- ② 장치에는 질소를 혼입하여 밀폐, 공기에 접촉하지 않고 탄화하는 것으로 다이옥신의 발생을 억제, 유해가스 처리비용을 억제하였다.
- ③ 탄화한 기판은 부품마다 파쇄하고, 자석을 이용하여 철만을 제거한 후 비중차를 이용하여 鋼과 납 등의 금속과 활성탄으로 분리한다.

<처리비용>

1 톤 당 약 5 만엔

### ◎ 도금 폐액 리사이클 시스템(니찌에이하드크롬공업)

폐액을 여과나 전기분해하는 것에 의해 크롬슬러지 등의 불순물을 제거, 도금 가공액으로서 재이용하는 도금 폐액 리사이클 시스템.

<특징>

- ① 도금처리 시에 증발하여 안개상으로 된 폐액을 액화, 이것을 여과하고, 더욱이 격막 전해장치라 불리우는 장치로 전기분해 및 탈수 등의 처리를 행하는 일련의 작업으로 불순물이 제거되어, 다시 도금 가공액으로서 재이용할 수 있다.
- ② 폐액을 약품처리 할 필요가 없어 원가절감에도 기여하며, 크롬 슬러지에 포함 된 6가 크롬은 유해물질로 되 있기 때문에 미세하게 분쇄하여 왕겨 등의 천연 유기물과 혼합하여 소각, 자기를 띤 산화철이나 산화크롬으로 하며, 이들 물질은 자석등으로 재이용이 이론상 가능하여 현재 구체적인 방법을 연구중이다.

### ◎ 폐기 제판필름에서 PET 와 은 회수 및 재이용 사업 (光陽化學工業)

바이오기술을 활용하여 사용후의 폐기 製版 필름에서 PET와 은을 분별 회수 및 재이용 하는 사업으로, 현재 소각 및 매립으로 처분되고 있는 製版필름의 재 이용과 환경개선에 기여 하는 것으로 기대되고 있다.

<특징>

- ① 기본기술은 오사까 府立산업기술연구소 및 오사까 부립대학을 핵으로 한 공동연구그룹이 신에너지-산업기술종합개발기구(NEDO)로부터의 위탁연구로서 확립하였으며, 이 연구개발 성과를 이어받아 인큐베이터로 실용화를 위한 실증연구를 지속하고 있으나, 필름구입 루

트 및 회수한 銀, 재생 PET의 판매처에 대한 대책이 마련됨에 따라 2001년 봄부터 자사공장과 주요도시에 전개하는 프랜차이즈 체인을 시작으로 5년 후에는 10억엔 규모의 사업으로 육성할 방침이다.

② 제판 필름은 0.1mm두께의 PET상에 감광재인 은을 포함하는 乳劑層과 보호층을 제라틴 단백질로 고화한 구조이며, 개발기술은 이 2가지의 층을 신 개발한 단백질 분해효소로 분해하여 반응용액으로부터 은을 회수하고, 남은 PET필름도 下塗層을 완전히 제거하여 순도가 높은 PET수지로 재생한다.

③ 일련의 처리를 알카리액에 의한 전 처리층, 효소 반응층, 세정층으로 된 20㎡의 연속분별 회수장치로 행한다.

현재, 제판 필름용에 연간 2만톤의 PET와 250톤의 은이 사용되고 있으나, 유효한 회수기술이 없었기 때문에 일반 산업폐기물로서 매립하거나 은을 회수한 후 소각 처분되고 있어, PET의 리사이클률은 제로였다. 제판 필름은 배출사업소가 한정되고, 배출량도 비교적 안정할 뿐 아니라 은의 회수가 가능하므로 리사이클에는 유리한 것으로 되었다.

### ◎ 배수 중 붕소 회수사업 본격화(일본練水)

신규 붕소흡착수지를 이용한 고순도의 붕소회수기술을 활용한 사업화를 본격화 하였다.

#### <특징>

① 이 붕소회수기술은 배수를 붕소 선택성 흡착수지에 접촉시켜, 붕소를 흡착 제거한 후 질산등에서의 약품으로 붕소를 세정하고, 세정 배액을 신규의 특수 수지(흡착제)로 정제, 순도 99.99%이상의 붕산용액을 얻는 것이다

② 이온교환수지를 이용한 회수방법은 응집제등을 이용하는 회수방법에 비하여 슬러지 등의 폐기물 생성이 없기 때문에 유망시 되었으나, 회수한 붕소의 이용방법이 요구되어, 금번 붕소의 최대기업인 일동전공의 자가 소비용에 수요를 기대할 수 있어 리사이클 시스템을 확립하였다

③ 일동전공은 폼베에 배액을 회수하는 전국의 크롬산의 리사이클 시스템을 확립하고 있으며, 도금, 알루미늄 콘덴서 공장 등 크롬산 배액을 배출하는 공장에 설치 정기적으로 폼베를 회수, 재생공장에 집약하는 것으로 붕소회수도 이 네트워크를 이용한다

### ◎ 오니로부터 동 회수 프로세스 (후지쯔)

프린트기판 공장에서 기판의 세정공정에서 생기는 동을 포함하는 오니를 회수하여 재자원화 하는 프로세스로서, 독자의 처리기술로 리사이클의 경제성을 실현하였다.

<특징>

- ① 기판 세정후의 폐수를 수처리제인 "제라닉"을 사용하여 응집 침전시키고, 독자의 반응 프로세스 처리로 고농도의 동을 포함하는 오니로서 회수한다
- ② 공장폐수로부터 금속류를 재자원화하는 경우 건조오니중의 금속함유율이 10% 이상이면 채산성이 있지만, 금번 프로세스는 지금까지의 실증시험으로 오니중의 동의 함유율이 50%가 넘는 것을 확인하였다.

### ◎ 자동차 및 폐가전을 철 원료로 재생 투입 전로(NKK)

電爐의 대부분은 공장에서 발생하는 철함유율 95% 이상의 고급 스크랩을 사용하지만 신형 전로는 철함유율 40%정도의 가전제품을 파쇄한 저급 스크랩도 간단한 전처리만으로 원료로 이용할 수 있으며, 다이옥신 발생량도 규제값의 40% 정도이다.

<특징>

- ① 신형로는 연속적으로 스크랩을 투입하는 밀폐형으로, 로의 상부로부터 넣은 스크랩을 낙하시키면서 중앙부에서 하부의 예열을 사용하여 1000℃ 정도로 가열한다.
- ② 하부에서 산소와 탄소를 흡입하여 로내 온도를 1500℃까지 올려 용철을 생산하며, 밀폐형으로 하는 것에 의해 대량으로 포함하는 저품위 스크랩에서도 원료로서 이용할 수 있다.
- ③ 신형로는 플라스틱을 로의 중앙부의 고온의 예열로 증발시키는외에 용철의 바로 위에 산소를 불어넣어 용철이 있는 하부에 낙하하지 않도록 하였으며, 로의 상부 및 중앙부에서 발생할 위험이 있는 다이옥신도 로 외로 배출하지 않는다

### ◎ 공장배수로부터 금속류 회수하는 수 처리제(미쓰비시상사)

공장배수로부터 금속류를 회수하는 수 처리제로서, 오니에 포함된 동 및 아연 등 금속자원을 회수하기 쉽고, 리사이클을 의식한 설계의 제품으로, 제로배출을 위해 이뤄지는 금속류를 포함하는 폐액의 처리가 문제가 되고 있는 프린트기판 공장 및 도금공장을 주 대상으로 판매할 예정이다.

<특징>

- ① 신 수처리제는 탄산이온과 염소이온을 특수한 방법으로 반응시킨 알카리용액으로, 프린트기판공장의 동 함유 배수 및 용융 아연 도금공장의 아연을 포함하는 배수 등의 처리에 효과가 있다.
- ② 공장에 있는 기존의 수처리 설비(Ph 조정槽)에 1ℓ당 0.1~1ml 정도 첨가해 배수 중에 포함된 동 및 아연의 수산화물과 탈수 반응시켜 응집 침전시키는 반응으로 발생 오니를 최대 1/2로 삭감될 수 있다.
- ③ 지금까지 이 회사가 판매하고 있는 수 처리제와 달리 소비자는 기존의 처리 프로세스에 사용하고 있는 약제를 변화시키지 않고 도입할 수 있으며, 또한 도입효과에 대한 시각적 판단이 가능해 배수의 수질판별이 쉽다. 가격은 1kg당 150~250 엔이 될 전망이다.
- ④ 신 처리제에서는 수세수와 폐액을 혼합하여 처리해 동 및 아연을 포함하는 오니를 회수, 비철(非鐵)업자의 정련소에 가져가 재자원화가 가능하게 되어 사용자는 폐기물 처리비용의 삭감과 동시에 공장의 제로 배출화를 달성할 수 있다.

#### ◎ 리튬이온 2차전지 리사이클 기술(도시바)

습식 프로세스로 코발트-리튬을 99.8% 이상의 순도로 회수하여 전지로 리사이클하고, 가격도 신제품과 동등하게 억제하는 리튬이온 이차전지 리사이클 기술.

##### <특징>

- ① 처리방법은 전지를 해체하여 건식선별하여, 금속성분을 모으고 코발트분은 농축하며,이 코발트 rich의 선별물을 산으로 습식용해, 불순물인 동 및 알루미늄 등을 제거하여 고순도의 순 산화 코발트를 석출하여 회수한다.
- ② 산 용해에서의 고순도화와 그 전차리의 조합이 기술의 핵심이며, 선별은 자력, 분별, 비중선별로 행하고, 산 용해는 희황산에 첨가물을 가하여 70℃에서 불순물을 제거, 코발트를 침전시켜 필터 프레스하여 수산화 코발트 케익으로서 취출한다.
- ③ 입경조정으로 구상 코발트로 하여 순도 99.8%로 원료 베이스로 한다.
- ④ 코발트를 회수한 폐액은 이온교환막으로 탄산리튬을 99.9% 순도로 취출한다

#### ◎ 폐기 전지전자제품의 소재분리 및 재생순환 시스템 연구(사국산업기술진흥센터)

각종 전기전자제품과 부품구성이 유사한 사용이 끝난 퍼스컴을 목표로 하여, 재이용 시스템이 충분히 확립 되 있지 않은 프린트 회로기판, 세션 비닐선 등의 소재분리 및 재생순환 기술의 확립을 목적으로 한 연구이다.

<특징>

① 프린트 회로기판등의 고속재단 및 剝線기술의 확립

사용후의 퍼스컴으로부터 수작업으로 분별한 프린트기판 등은 고속재단, 100 $\mu$ m 이하의 미분말화, 펠렛 및 고화판으로 하는 것에 성공하였다. 또한, 배선용 세션의 비닐과 동선은 고속 剝線기술로 분리하였다.

② 탄산가스 회수기술 및 레이저 조사, 고분자분리 및 회수, 적층기술의 확립

微분말은 閉장치내에서 가열하고, 탄산가스등은 용매중에 회수하여 방출이 없는 처리기술을 확립하였다. 펠렛 및 고화판은 엑시머 및 YAG레이저 조사에서의 파장등 조사조건을 제어하여 고분자 및 유가금속으로 분리하였다. 또한, 적용에 의한 고분자 적층피막 제조에 성공하였다.

③ 고분자성분의 이용기술

용매중의 고분자성분은 고순도 에폭시 분말로서 합성하였다.

◎ 반도체 폐기물로부터 비소와 갈륨을 분리회수 장치(長州산업)

반도체의 제조공정에서 발생하는 폐기물로부터 유독한 비소와 희소 원소인 갈륨을 분리 회수하는 희소원소 회수장치로서, 물질에 고유의 증발 온도차를 이용하여 분별 회수하는 구조로, 회수 후에 발생하는 맹독의 알신도 대폭 감소한다.

<특징>

① 장치는 화합물반도체의 제조공정에서 발생하는 사업폐기물을 진공중에서 고온으로 가열(900-1200 $^{\circ}$ C), 폐기물에 포함된 유독성물질 및 희소원소의 증발온도가 각각 다른 것을 이용하여 분별한다.

② 특정용도의 반도체의 폐기물을 사용한 실험에서는 순도 97% 이상의 금속비소와 희소원소인 갈륨의 분리회수에 성공하였으며, 처리후의 폐기물로부터 발생하는 알신의 양을150



ppb 이하로, 독성이 현저히 저하하는 것도 알았다.

#### ◎ 고순도 금속 비소 리사이클기술(후루까와기계금속)

용도처인 갈륨비소(GaAs)결정재료를 회수 및 분리, 이중 비소를 반도체 디바이스재료의 원료소스로서 재자원화는 것으로, 현재 이동체 통신기기등 전자재료용으로 고 순도 금속비소의 수요는 호조로 내년이래 시장확대가 지속할 것으로 전망되어 자원의 유효활용 및 수요가의 폐기물처리의 부담경감을 도모할 생각이다.

##### <특징>

수요가로부터 GaAs를 회수하여, 동사가 갈륨과 비소로 분리하며, 갈륨은 GaAs 업체가 재이용하며, 고 순도 금속비소는 회수 및 분리하면 저 순도 금속비소가 되어 이 분리된 저 순도 비소의 재활용을 목표로 하지만, 저 순도 비소는 고순도 제품에 비하여 용도가 한정되므로 각종 반도체 디바이스의 원료소스 등으로 재자원화 하는 기술확립을 목표로 한다.일련의 리사이클 시스템이 확립되면 수요가의 폐기물처리 부담이 경감되는 외에 자원의 유효활용,원가절감효과를 기대할 수 있다.

#### ◎ 폐 촉매로부터 바나듐 회수 프로세스(석유산업활성화센터)

제유소에서 발생하는 폐 촉매로부터 고 순도 금속 바나듐의 회수기술에 대하여 조사하여 새로운 프로세스를 제안 하였으며, 환원분위기에 있는 폐 촉매를 저가인 염소를 이용하여 직접 환원하는 프로세스 기술을 제안하였다.

##### <특징>

① 제안한 신기술은 염소화 반응공정에 의해 폐 촉매 중의 바나듐을 염소화 하여 VCl<sub>4</sub>로서 회수-염소가압증류로 VCl<sub>4</sub>와 S<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>의 분리 및 고 순도화-열분해 및 불균화반응에 의한 탈 염소-수소직접 환원에 의한 금속 바나듐화의 공정으로 구성된다.

② 종래법과 비교하여 반응공정수가 적어 단순하고 종래법에서는 촉매재생이 어려웠으나 촉매담체가 기존적으로 보존되므로 재생이 용이하다

#### ◎ MOCVD용 귀금속 리사이클 시스템(田中貴金屬工業)

MOCVD(유기금속 기상 성장법)에 의한 전극 성막용 귀금속(루테튬, 프라티나, 인듐) 유기화합물의 리사이클 시스템으로, 이 시스템의 이용으로 반도체업계는 캐퍼시터의 전극제조 비용을 종래의 1/3 이하로 삭감할 수 있다.

<특징>

① 차세대 메모리에는 고,강유전체가 사용되므로 이것에 대응하는 캐퍼시터의 전극으로 루테튬, 프라티나등의 귀금속이 이용되며 더구나 MOCVD법에서는 유효하게 사용되는 귀금속화합물은 사용량의 10% 미만으로 나머지 90%는 성막처리 후에는 폐기된다.

② 동사는 도금액 및 스퍼터링 등으로부터의 귀금속회수에는 고유기술을 갖고 있으며, 금번도 독자의 노하우로 리사이클 시스템을 확립한 것이다.