

## 電氣電子製品の製造工程에서 發生하는 廢棄物로부터 金屬回收에 관한 技術 動向<sup>†</sup>

\*鄭鎮己 · 辛度妍 · 李在天 · 朴相友\*

韓國地質資源研究院, \*시온텍 技術研究所

## Trend on the Metal Recovery Technologies from Electric and Electronic Equipment Manufacturing Process Wastes<sup>†</sup>

\*Jinki Jeong, Doyun Shin, Jae-chun Lee and Sang-woo Park\*

Korea Institute of Geoscience & Mineral Resources (KIGAM) 124 Gwahang-no, Yuseong-gu, Daejeon, 305-350, Korea  
\*Siontech Co., Ltd. 530 Yongsan-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-500, Korea

### 요 약

제품을 제조하는 대부분의 공정에서는 불량품이나 스크랩 등의 폐기물이 발생한다. 전기전자 제품을 생산하는 공정에서도 금속을 함유한 복합물질의 폐기물이 다량 발생하며, 이로부터 금속을 회수하는 것은 자원재활용의 측면 뿐 아니라 매립 등의 처리에 대한 환경부담을 줄이는 효과가 있다. 이 논문에서는 전기전자 제품을 제조하는 공정에서 발생하는 불량품을 포함한 폐기물로부터 금속을 회수하는 기술에 대하여 1975년부터 2011년까지 공개/등록된 미국, 일본, 유럽, 한국의 특허와 SCI급 논문을 조사하였다. 키워드를 이용하여 조사하였고 필터링 하여 특허와 논문을 수집하여 연도별, 국가별, 기관별, 기술별로 분석하였다. 분석결과, 특허의 경우는 한국, 일본, 미국 순으로 많이 제출하였고 논문의 경우에는 대만, 미국 순이었다.

**주제어** : 전기전자기기, 제조공정, 폐기물, 금속회수, 기술동향

### Abstract

Recently, the recovery of resources from waste material of manufacturing electric and electronic equipment has been investigated. It is very important to extract metallic components from electric and electronic manufacturing processes with the view point of recycling of the used resources as well as an environmental protection. In this paper, open/registered patents of US, JP, EP, and KR and SCI journal related to metal recovery technologies from wastes produced in the electric and electronic manufacturing processes between 1975~2011 were reviewed. Patents and papers were collected using key-words searching and filtered by filtering criteria. The trends of the patents and papers were analyzed by the years, countries, companies, and technologies.

**Key word** : Electric and electronic equipment, Manufacturing processes, Metal recovery, Technical trend

### 1. 서 론

폐금속자원 재활용은 폐기물 자원순환의 일환으로 국가정책 및 기술개발이 그간 추진되어 왔으나, 최근 자

원 고갈 및 원자재 가격 상승 등으로 인해 자원부족국인 우리나라에서는 녹색성장의 필수 분야로 그 중요성이 부각되었다. 특히 요즘 자원 난이 날로 심각해짐에 따라 도시광산(urban mining) 사업이 새로운 대안으로 급부상하고 있으며 국가적으로 폐기물 재활용 정책의 선진화에 노력을 기울이고 있다. 폐금속자원은 꾸준히 증가하는 반면, 재활용은 저조한 상태에 머무르고 있기

<sup>†</sup> 2012년 3월 23일 접수, 2012년 5월 3일 1차수정

2012년 5월 22일 수리

\*E-mail: jinkiz@kigam.re.kr

때문에 환경오염이나 자원낭비를 초래하는 요소로 작용하고 있다. 전문가들은 2050년 이전에 니켈, 망간, 리튬, 인듐, 갈륨, 은, 주석 등의 금속이 천연자원으로서 더 이상 존재하지 않을 것으로 예상하고 있다. 이에 선진국들은 천연자원 대체를 위한 폐금속자원 확보에 노력을 기울이고 있으며, 미국, 일본, 독일 등은 산업원료로 활용되는 금속자원의 40% 이상을 폐금속자원 순환을 통하여 확보하고 있다. 따라서 우리나라도 폐금속 재활용 기술개발 및 에너지 절감형 환경산업으로서의 육성이 필요하고, 환경오염과 자원확보 문제를 동시에 개선할 수 있는 개념으로 접근할 필요가 있다.<sup>1)</sup>

특허제도는 발명을 보호 장려함으로써 국가산업의 발전을 도모하기 위한 제도이며 이를 위해 기술공개에 대가로 특허권을 부여하는 것을 구체적인 수단으로 사용하는 것이다.<sup>2)</sup> 특허요건은 출원발명을 산업에 이용할 수 있어야하고(산업상 이용가능성), 출원하기 전에 이미 알려진 기술이 아니어야 하고(신규성), 선행기술과 다른 것이라 하더라도 그 선행기술로부터 쉽게 생각해 낼 수 없는 것(진보성)이어야 하기 때문에<sup>2)</sup> 특허를 분석할 경우 관련 분야의 원천기술 정보를 획득할 수 있다. 출원 또는 등록된 특허와 논문을 분석하여 기술개발의 흐름 파악, 향후 연구방향에 대한 예측, 중복 연구방지, 타사 연구개발 조직의 운영정보 분석 그리고 주요한 개발자 및 개발회사 파악이 가능하기 때문에 최근에는 기술 동향파악을 위하여 특허/논문 분석이 수행되고 있다.

이에 본 연구에서는 전기전자 제조공정으로부터 금속 회수 기술에 대하여 일본, 미국, 유럽 그리고 한국의 특

허정보와 논문정보를 분석함으로써 기술의 동향을 파악하고자 하였다.

## 2. 기술의 분류

전기전자 제조공정으로부터 금속회수 기술에 대하여 기술의 분류를 Table 1과 같이 크게 대분류에 따라 범용비철금속, 희유금속, 귀금속 회수로 나누고 소분류에 따라 전처리, 습식, 건식, 건/습식 혼합으로 각각 분류하였다.

## 3. 특허/논문검색대상 및 분석 기준

### 3.1. 특허 / 논문검색 대상

본 연구에서는 Table 2와 같이 1975년부터 2011년 8월까지의 공개/등록된 특허와 논문을 수집하여 사전작업을 걸쳐 최종 분석 데이터를 구축하였다.

한국 및 일본, 유럽은 특허 출원 후 1년 6개월 이후에 공개되는 특허제도의 특성상, 2010년 이후에는 미공개 특허가 존재하므로 데이터 신뢰기간은 2009년까지 가능한 것을 밝힌다.

### 3.2. 데이터 구축

DB 구축은 Fig. 1과 같이 4단계로 나누어 볼 수 있다. 전기전자 제조공정으로부터 금속회수 기술 관련 키워드의 조합식을 사용하여 수집된 원데이터(raw data)는 IPC, 각 기술의 정의 등의 기준에 의해 148건의

**Table 1.** Technical clarification of metal recovery technologies from electric and electronic manufacturing processes

기술 분야	대분류(금속별)	소분류(기술별)
전기전자 제조공정에서 발생하는 폐기물로부터 금속 회수 기술	범용비철금속	전처리
	희유금속	습식
	귀금속	건식
		건/습식 혼합

**Table 2.** The object of analysis

	국가	분석기간	정보원	대상(건)
특허	한국	1975년~2011년 8월	Wips DB	66건
	일본			47건
	유럽			28건
	미국			7건
논문	-		Scopus	83건

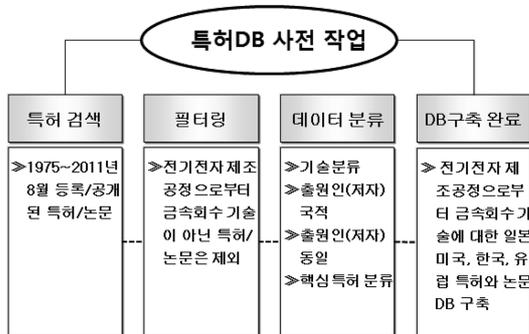


Fig. 1. Construction flow-sheet of data analysis.

분석 대상 특허와 83건의 분석대상 논문을 추출하였다. 분석 대상 특허/논문은 기술분류, 동일 출원인 명칭통일, 출원인국적, 핵심특허분류 등의 사전작업을 통하여 DB 구축을 완료하였다.

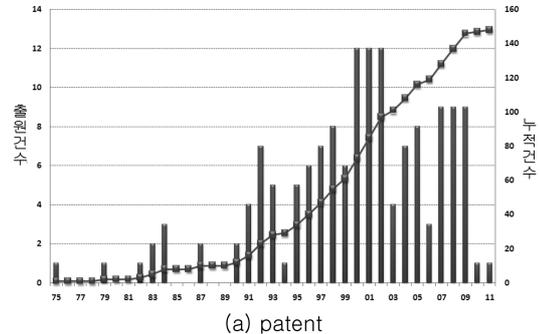
4. 전체 동향

4.1. 연도별 동향

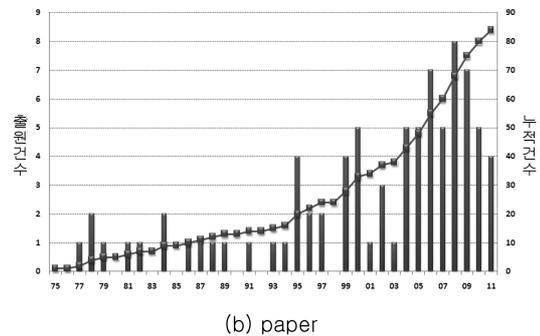
전체 특허/논문 동향을 알아보기 위해서 Fig. 2와 같이 전체 연도별 특허출원과 논문발표 건수 및 누적 건수를 그래프로 나타내었다.

특허의 경우 1990년 초반 본격적인 특허출원을 보이고 있으며 2000년까지 꾸준히 상승세를 보이다가 2003년에 감소하였으나 이후 특허출원이 다시 상승하고 있는 것으로 나타난다. 그래프 상에서 2010 특허출원 건수가 급격하게 감소하는 것은 출원된 특허들의 많은 수가 아직 심사단계에 있으며 공개 되지 않았기 때문이다.

논문의 경우 1990년대 중반이후 본격적인 논문발표를 보이고 있으며 꾸준히 증가하고 있는 경향을 보이고 있으며, 2009년부터 약간의 감소를 보이거나 이는 일시적인 현상으로 보인다.



(a) patent



(b) paper

Fig. 2. A trend of the applied patent/paper for metal recovery technologies from electric and electronic manufacturing processes.

4.2. 국가별 동향

국가별 특허/논문 동향을 살펴보기 위해 Table 3은 전체 국가별 특허출원과 논문발표 현황 및 점유율을 나타낸 그래프이다. 한국이 특허에서 59건(39.9%)으로 가장 높은 순위를 나타내고 있으나 논문의 경우 6건(7.8%)으로 낮은 점유율을 나타내고 있다. 일본은 특허 52건(35.16%)으로 한국 다음으로 높은 점유율을 나타내나 논문의 경우 5건(6.5%)으로 낮은 점유율을 나타내고 있다. 이는 SCI급의 논문만을 검색하여 분석하였기 때문에 한국과 일본의 논문 점유율이 낮게 나왔다. 다만

Table 3. The number of applied patent/paper by the nationalities of applicants & authors

특허		논문					
국가	건수	국가	건수	국가	건수	국가	건수
KR	59	TW	17	JP	5	HK	2
JP	52	US	9	IN	4	TR	2
US	27	GB	7	DZ	3	UA	2
DE	6	CN	6	DE	3	MY	1
TW	4	KR	6	RU	2	기타	14

Table 4. Main Applicant and organization

특허		논문	
주요 출원인	건수	주요 기관	건수
Astec Irie (JP)	10	National Taiwan University (TW)	4
Nikko Materials (JP)	6	Newcastle University (GB)	3
Kreisler, Lawrence (US)	6	KIGAM (KR)	3
Dowa Metals & Minings (JP)	5	University of Mentouri Constantine (DZ)	3
포항산업과학연구원 (KR)	5	National Cheng Kung University (TW)	3
Atotech Deutschland (DE)	4	I.T.O Co. (JP)	2
Shibley Company (US)	4	HungKuang University (TW)	2
Nalco Chemical (US)	4	Nagoya University (JP)	2
명진화학 (KR)	3	National Kaohsiung University of Applied Sciences (TW)	2
대일개발 (KR)	3	Dahan Institute of Technology (TW)	2

의 경우 특허의 분석 DB가 미국, 일본, 유럽, 한국특허만을 대상으로 하여 특허에서는 낮은 점유율을 보였지만 논문발표에서는 17건(22.1%)으로 높은 점유율을 나타내고 있다. 미국은 특허 27건(18.2%), 논문 9건(11.7%)으로 각각 2위와 3위로 나타나고 있다.

4.3. 주요출원인 동향

Table 4는 특허와 논문의 주요출원인 및 주요기관 현황을 나타낸 것이다.

특허와 논문 모두 주요 출원인 및 주요 기관의 점유율이 전체 출원인 및 기관의 약30% 초반대로 비교적 낮은 점유율을 보이고 있다.

주요출원인 10위까지의 출원인 중 일본과 미국, 한국이 3개 기관으로 가장 많았으며 독일이 1개 기관으로 확인되었다. 반면 논문의 경우 특허에서는 조사되지 않은 대만의 National Taiwan University가 4건, 영국의 Newcastle University, 한국의 한국지질자원연구원(KIGAM), 알제리의 University of Mentouri Constantine, 대만의 National Cheng Kung University가 각각 3건의 순으로 나타났다. 상위 10위권 내의 발표기관을 살펴보면 대만이 5개 기관으로 가장 많았으며 일본이 2개 기관, 한국, 영국, 알제리가 1개 기관으로 확인되었다.

4.4. 기술별 동향

전기전자 제조공정으로부터 회수대상 금속군은 크게 범용비철금속, 귀금속 제의 희유금속, 귀금속 회수 기술로 나눌 수 있다. 특허출원 건수를 나타낸 Fig. 3(a)를

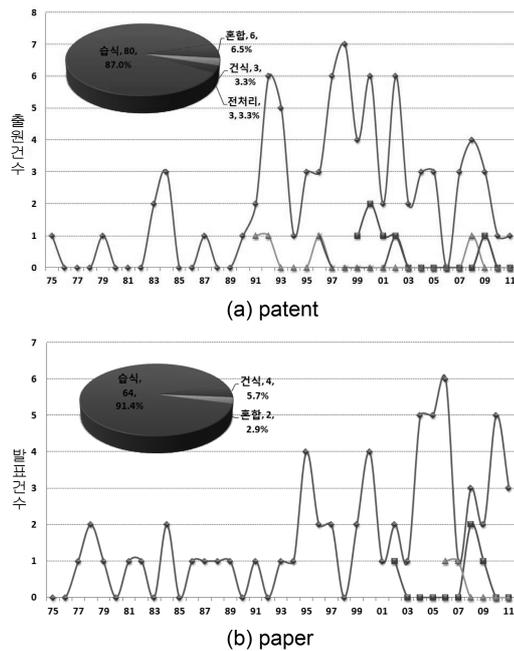


Fig. 3. The number of the applied patent/paper according to technologies for metal recovery technologies from electric and electronic manufacturing processes.

살펴보면, 범용비철금속 회수 기술에 대한 특허가 90건으로 전체의 48.9%를 차지하고 있으며 희유금속 회수 기술이 82건으로 44.6%, 귀금속 회수 기술이 12건으로 6.5%, 전처리 기술이 10건으로 5.2%의 점유율을 보이고 있다. 또한 논문발표 건수를 나타낸 Fig. 3(b)를 살

**Table 5.** The number of applied patent/paper by the nationalities of applicants & authors.<sup>4)</sup>

	금속	KR	JP	US	DE	TW	Total
범용비철금속	Cu	32	27	22	1	3	85
	Zn	2		8			10
	Pb	1	1	7		1	10
	Al	2	1	6			9
희유금속	Ni	13	11	7			31
	In	10	16		1		27
	백금족		5	8			13
	Sn	7	1	7	1	1	17
	Mn			6	4		10
	Co			7			7
	Ba		1	6			7
	Cr			6			6
	Be			6			6
	Mg			6			6
	V			6			6
	Sb			6			6
	Se			6			6
	희토류	5					5
	Si	1	1				2
	Ga		2				2
	Mo	1					1
	Ti		1				1
	Ta		1				1
	Cd				1		1
귀금속	Au	3	1	8			12
	Ag	1		7			8

해보면, 범용비철금속 회수 기술이 70건으로 전체의 70.7%를 차지하고 있고 희유금속 회수 기술은 29건으로 29.3%의 점유율을 보이고 있으며 귀금속 회수 기술과 전처리 기술에 관한 논문발표는 보이지 않는다.

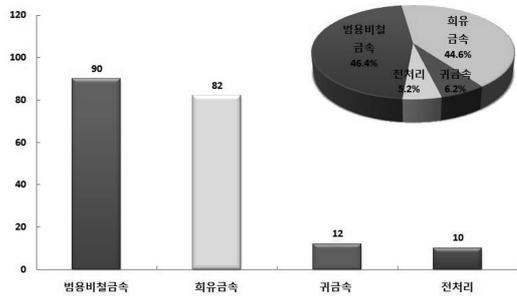
Table 5와 6에 전기전자 제조공정으로부터 금속회수 기술의 금속 종류별 특허출원국가 현황과 논문발표국가 현황을 나타내었다. 전기전자 제조공정으로부터 금속을 회수하는 기술 관련 특허에서 회수 대상 금속군 별 특허 수를 보면 인쇄회로기판의 제조과정에서 발생하는 폐액으로부터 구리의 회수에 관한 특허가 가장 많이 조사되었으며 다음으로 ITO(Indium Tin Oxide) 공정단계

에서 세정 후 인듐을 함유한 폐액이나 폐 ITO 타겟으로부터 인듐의 회수에 관한 특허가 많이 조사되었다. 논문에서도 특허와 마찬가지로 회수되는 금속의 종류가 인쇄회로기판의 제조과정에서 발생하는 폐액으로부터 구리, 니켈의 회수에 관한 내용이 많이 연구되었다.

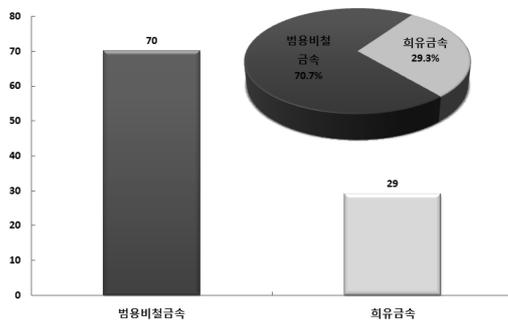
Fig. 4는 특허와 논문의 범용비철금속 회수 기술 대한 세부기술별 동향을 나타낸 것이다. 특허의 경우, 습식이 80건(87.0%)으로 범용비철금속 회수 기술 대부분을 차지하고 있으며 건/습식혼합이 6건(6.5%), 건식과 전처리가 각각 3건(3.3%)의 순서로 나타났다. 특허의 대부분을 차지하는 습식 기술은 1990년대부터 활발한

**Table 6.** The count of the paper in the country for rare metal type

	금속	TW	US	GB	CN	KR	JP	IN	DZ	DE	RU	HK	TR	UA	기타	Tatal
범용비철금속	Cu	12	7	6	3	4	3	3	3	2	1	2	2	2	20	70
	Zn	3			1		1								1	6
	Pb			1		1										2
희유금속	Al									1						1
	Ni	2					1		2						3	8
	Sn		3	2		2										7
	In	3	1	1	2	1										8
	Cr	2									1				1	4
	Mg						2									2
	Cd	2														2
	Si	1														1
	B						1		1							2
	Ce	1														1
	Mn	1														1



(a) patent



(b) paper

**Fig. 4.** A trend of the applied patent/paper according to the year in non-ferrous metal recovery technology.

특허활동을 보이고 있으며 1992년에 급격하게 증가하였으나 바로 감소하였다. 이후 다시 증가하였으나 1990년대 후반부터 서서히 감소하는 경향을 보이고 있다.

논문의 경우, 습식이 64건(91.4%), 건식이 4건(5.7%), 건/습식 혼합이 2건(2.9%)의 순서로 나타나며 가장 높은 점유율을 보이고 있는 습식 기술은 1990년대 중반 이후 증가하고 있다.

Fig. 5는 특허와 논문의 희유금속 회수 기술 대한 세부기술별 동향을 나타낸 것이다.

특허의 경우, 습식이 68건(76.4%)으로 희유금속 회수 기술 대부분을 차지하고 있으며 전처리가 8건(9.0%), 건식이 7건(7.9%), 건/습식혼합이 6건(6.7%)의 순서로 나타났다. 특허의 대부분을 차지하는 습식 기술은 1887년 1건의 특허가 출원된 이후 1990년대 초반에 3건의 특허가 출원되었으며 이후 특허가 출원되지 않다가 1995년부터 특허가 증가하기 시작하여 2001년과 2002년에 가장 많은 9건씩의 특허가 출원되었으며 이후 최근까지 매년 4건 안팎의 특허가 꾸준히 출원되고 있다.

논문의 경우, 습식이 22건(75.9%)으로 희유금속 회수 기술 대부분을 차지하고 있으며 건식이 4건(13.8%), 건/습식 혼합이 3건(10.3%)의 순서로 나타났다. 습식 기술은 습식 기술에 관한 논문은 1999년과 2009년에 가장 많은 3건의 논문이 발표되었고 건식 기술에 관한 논문은

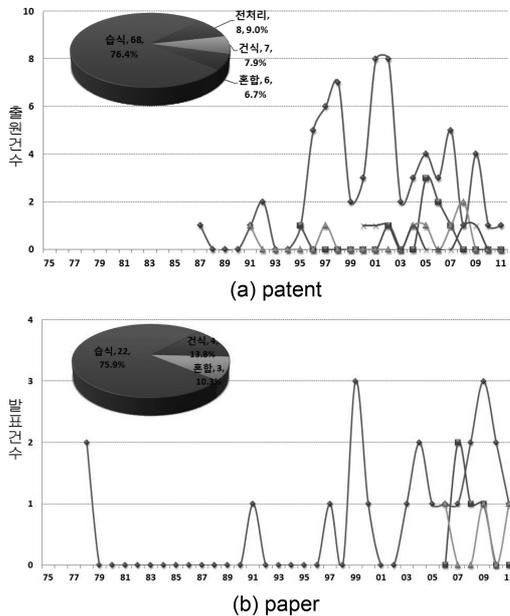


Fig. 5. A trend of the applied patent/paper according to the year in rare metal recovery technology.

2007년~2009년에 발표되었다.

4.5. 핵심특허 및 논문 분석

Table 7에 전기전자 제조공정으로부터 금속 회수 기술에 대한 핵심특허와 논문을 기술적 관련성 및 중요도를 기준으로 정리하여 나타내었다. 핵심특허 및 논문을 살펴보면 인쇄회로기판의 제조과정에서 발생하는 폐액으로부터 구리, 니켈 주석의 회수, ITO 공정단계에서 세정 후 인듐을 함유한 폐액이나 폐 ITO 타겟으로부터 인듐의 회수에 관한 특허와 논문이 주를 이루고 있다.

범용비철금속 회수 측면에 있어서 National Taiwan University의 Chang F.-C.등은 인쇄회로기판 산업 슬러지에 EDTA나 DTPA를 혼합하여 Cu-EDTA나 Cu-DTPA로 만든 후 철 분말을 첨가하여 구리를 회수하는 논문을 발표하였고, Chung-Shan Medical University의 Chang S.-H.등은 전기도금이나 인쇄회로기판 공정에서 생성되는 폐액을 전기분해를 이용하여 구리를 회수하는 논문을 발표하였다.

희유금속 회수 측면에 있어서 Sumitomo Metal Mining은 납땜 함유 니켈 합금을 질소 분위기에서 페로실리콘(FeSi)을 첨가하고 1400°C이상 1600°C 이하의 온도에서 환원 용융하여 납, 주석, 니켈을 분리 회수하는 특허를 출원하였고, Nikko Materials는 백금 함유

스크랩을 산으로 용해하고 잔사를 제거한 후 백금을 용해한 산과 염화암모니아 용액을 반응시켜 염화백금산 암모늄으로서 침전 회수하고 가열하여 백금 스펀지를 얻는 것을 특징으로 한 고순도 백금의 회수 방법에 대한 특허를 출원하였으며, Dowa Metals & Minings는 ITO 타겟으로부터 전해에 유해한 금속 이온을 유화물로서 석출 제거한 뒤 인듐을 전해 채취하는 특허를 출원하였다. Shinko Pantec는 인듐 함유 염화 제2철 에칭 폐액에 알루미늄을 첨가하여 알루미늄과 인듐과의 이온화 경향의 차이에 의하여 인듐을 석출용 금속의 표면에 석출시키는 것에 의해 인듐을 회수하는 특허를 출원하였고, Mitsubishi Materials는 타겟 폐재로부터 인듐을 분리하고 타겟 폐재의 재이용을 가능하게 하는 타겟 폐재와 인듐의 분리 회수 방법에 대한 특허를 출원하였으며, Astec Irie는 염화철계 에칭폐액에 철분을 혼합하고 철분과 금속이온을 반응시켜 불순물 금속이온을 제거하는 염화철계 에칭폐액의 재생방법에 대한 특허를 출원하였다. Atotech Deutschland는 과망간산염 에칭액을 재생하는 전기화학 장치용 캐소드에 대한 특허를 출원하였고, RD Chemical Company는 도금 폐액에 수산화칼륨 수용액, 글루콘산 수용액을 첨가하여 전해 도금하여 주석을 회수하는 특허를 출원하였으며 Amia Co.와 Persee Chemical Co.는 주석/납 박리 폐액을 전기분해를 이용하여 주석과 납을 회수하는 특허를 출원하였다.

Tatung University의 Lee I.H.등은 폐액으로부터 구리, 아연, 카드뮴을 이온교환수지를 이용하여 회수하는 논문을 발표하였고 목포대학교의 Lee M.-S.등은 폐 질산 에칭 수용액으로부터 전해채취, 침탄을 이용하여 구리, 주석, 납을 회수 하는 논문을 발표하였으며<sup>3)</sup> Texas A and M University의 Hsieh S.-J.등은 ITO 타겟이나 ITO 에칭 폐액으로부터 아연이나 마그네슘을 이용하여 인듐을 회수하는 논문을 발표하였다. Newcastle University의 Scott K.은 박리 폐액을 전기분해로 금속을 전극에 전착시켜 주석, 구리, 납을 회수하는 논문을 발표하였고, Hungkuang University의 Liu H.-M.등은 에칭 폐액으로부터 초임계 이산화탄소 추출을 이용한 인듐의 회수에 대한 논문을 발표하였다.

5. 결 론

본 연구에서는 전기전자 제조공정으로부터 금속 회수 기술에 대한 특허와 논문을 분석하였고, 핵심특허와 논

Table 7. The list of core patents & papers.<sup>5)</sup>

	특허번호/논문, Vol, Page	공개(등록)일	출원인(저자)
범용비철 금속	Separation and Purification Technology Vol. 53, Page. 49~56	2007	Chang F.-C.,Lo S.-L.,Ko C.-H.
	Journal of Hazardous Materials Vol. 163, Page. 544~549	2009	Chang S.-H.,Wang K.-S.,Hu P.-I.,Lui I.-C.
희유금속	[JP]1999-106845	1999.04.20	Sumitomo Metal Mining
	[JP]2003-027154	2003.01.29	Nikko Materials
	[JP]2006-206990	2006.08.10	Dowa Metals & Minings
	[JP]2008-207976	2008.09.11	Shinko Pantec
	[JP]2008-133538	2008.06.12	Mitsubishi Materials
	[KR]0325981	2002.02.14	Astec Irie
	[US]7056424	2006.06.06	Atotech Deutschland
	[US]6290835	2001.09.18	RD Chemical Company
	[US]6685820	2004.02.03	Amia Co., Persee Chemical Co.
	Journal of Hazardous Materials Vol. 138, Page. 549~559	2006	Lee I.H.,Kuan Y.-C.,Chern J.-M.
	Hydrometallurgy Vol. 70, Page. 23~29	2003	Lee M.-S.,Ahn J.-G.,Ahn J.-W. <sup>3)</sup>
	Materials Science and Engineering B: Solid-State Materials for Advanced Technology Vol. 158, Page. 82~87	2009	Hsieh S.-J.,Chen C.-C.,Say W.C.
Resources, Conservation and Recycling Vol. 20, Page. 43~55	1997	Scott K.,Chen X.,Atkinson J.W.,Todd M., Armstrong R.D.	
Journal of Hazardous Materials Vol. 172, Page. 744~748	2009	Liu H.-M.,Wu C.-C.,Lin Y.-H.,Chiang C.-K.	

문 내용을 분석한 결과는 다음과 같다.

연도별로 살펴보면 특허의 경우 2000년까지 꾸준히 상승세를 보이다가 2003년에 감소하였으나 이후 특허 출원이 다시 상승하고 있는 것으로 나타나며 논문의 경우 꾸준히 증가하고 있는 경향을 보이고 있다.

국가별로는 특허의 경우 한국과 일본이 해당 기술을 주도하고 있으며 논문의 경우 대만, 중국 등 아시아 국가들의 활동이 높게 나타났다. 기술별로는 특허와 논문의 경우 인쇄회로기판 제조공정에서 나오는 폐액으로부터 구리 등을 회수하는 범용비철금속 회수 기술에 대한 점유율이 높게 나타났으며 인듐과 니켈 등과 같은 희유금속을 회수하는 특허의 점유율도 높게 나타났다. 금속을 회수하는 방법으로는 대부분이 습식법을 이용하여 금속을 회수하고 있다.

핵심특허와 논문을 살펴보면 범용비철금속 회수의 경우, 인쇄회로기판의 제조공정에서 발생하는 폐액으로부터

전기분해 등을 이용하여 구리를 회수하는 논문발표가 주로 나타났다. 희유금속 회수의 경우에는, 인쇄회로기판의 제조공정에서 발생하는 에칭폐액이나 도금폐액, 박리폐액 등에서 주석을 회수하거나 ITO 공정단계에서 세정 후 인듐을 함유한 폐액이나 폐 ITO 타겟으로부터 인듐을 회수하는 특허와 논문이 주를 이루고 있다.

국내 산업의 발달에 따라 인쇄회로기판의 도금, 에칭 폐액과 같은 전기전자 제조공정으로 발생하는 산업폐기물의 발생량이 급증하고 있으며 이로 인한 환경오염이 사회문제로 대두되고 있다. 또한 이 중 전기전자 제조공정으로 발생하는 산업폐기물에 함유되어 있는 희유금속, 범용비철금속, 귀금속은 첨단산업의 소재 원료로 매우 중요한 위치를 차지하고 있을 뿐 아니라 고가로서 부가가치가 높기 때문에 폐기물로 처리하기에는 매우 아까운 자원이 아닐 수 없으며 자원재활용의 측면에서 회수되는 것이 국가 경제적으로 요구된다. 그러므로 이

를 회수하고 재활용함으로써 비용의 저감은 물론 자원의 유효이용 측면에서 대단히 유용하다고 할 수 있다. 본 논문을 통해 금속회수 기술 관련 특허 및 논문의 동향을 분석한 결과 주로 일본, 미국 등의 국가에서 연구가 활발하게 진행되고 있음을 알 수 있었다. 또한 이 분야에서 후발 주자로서 우리 나라의 국제경쟁력 강화를 위한 적극적인 연구개발 투자가 필요함을 알 수 있다.

## 후 기

본 논문은 환경부 글로벌탑 환경기술개발사업 중 폐 금속유용자원재활용기술개발사업의 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.(과제번호:11-A01-MD)

---

### 鄭 鎮 己

- 현재 한국지질자원연구원 광물자원연구본부 책임연구원
- 당 학회지 제15권 5호 참조

---

### 李 在 天

- 현재 한국지질자원연구원 광물자원연구본부 책임연구원
- 당 학회지 제10권 6호 참조

## 참고문헌

1. 이선희, 조영민, 2010 : “폐금속자원 재활용의 국가정책 및 국내현실에 관한 고찰”, 공업화학 전망, **13**(1), pp. 2-9.
2. 특허청, <http://www.kipo.go.kr/>
3. Lee M.-S, Ahn J.-G, Ahn J.-W, 2003 : “Recovery of copper, tin and lead from the spent nitric etching solutions of printed circuit board and regeneration of the etching solution”, Hydrometallurgy, **70**(1)-(3), pp. 23-29.
4. 김유상, 2010 : “인쇄회로기판 제조공정의 폐 Back Board 및 금 회수”, 한국자원리사이클학회지, **19**(1), pp. 57-65
5. 유경근, 이재천, 정진기, 강경석, 2009년 : “특허검색에 의한 폐전기.전자기기 재활용 기술 동향”, 한국자원리사이클학회지, **18**(4), pp. 70-81

---

### 辛 度 妍

- 현재 한국지질자원연구원 광물자원연구본부 금속회수연구실 연구원
- 당 학회지 제21권 2호 참조

---

### 朴 相 友

- 현재 주식회사 시온텍 사원
  - 당 학회지 제21권 1호 참조
-