

## 물질흐름 및 특허분석을 통한 주석 스크랩 재활용 기술 동향

†김용환 · 손성호 · 최한신 · 한철용 · 김태범 · 안재우\* · 김홍인\*\* · 이기웅\*\*

한국생산기술연구원, \*대전대학교 신소재 공학과, \*\*성일하이텍 연구소

### Trend on Recycling Technologies of Tin Scrap by Material Flows and Patent Analysis

†Yong Hwan Kim, Seong Ho Son, Han Shin Choi, Chul Woong Han, Tae Bum Kim,  
Jae Woo Ahn\*, Hong In Kim\*\* and Ki Woong Lee\*\*

*Korea Institute of Industrial Technology, Incheon, 406-840, Korea*

*\*Dept. of Advanced Materials & Science, Daejin University, Pocheon, 487-711, Korea*

*\*\*Research & Development Centre, Sungeel Hi-Tech. Ltd., Incheon, 404-250, Korea*

#### 요 약

주석은 땀납, 주석도금강판, 청동 합금, 투명전극용 타겟 및 화학첨가제 등에 널리 사용되고 있다. 최근 자원의 희소성 및 경제성으로 인해 주석 스크랩에 대한 재활용 기술이 연구되고 있다. 본 논문에서는 주석이 함유된 공정 스크랩, 슬러지, 도금 폐액 및 합금의 재활용 기술에 대하여 1970년부터 2013년까지 공개/등록된 한국, 미국, 중국, 일본, 유럽의 특허에 대하여 조사하였다. 특허는 키워드를 사용하여 수집하였으며, 기술의 정의에 의해 필터링 하여 연도, 국가, 출원인 및 기술에 따라 분석하였다.

**주제어** : 주석 재활용, 스크랩, 특허, 분석, 기술동향

#### Abstract

Tin has been widely used to solder, tin plated steel, bronze alloy, sputtering target for transparent electrode and chemical additives. It has been widely reported to the recycling technologies for tin scraps because of the scarcity and economic efficiency of the reserve. This study was analyzed by using open/registered patents KR, US, CN, JP and EP related to recycling technologies for processing scrap, sludges, waste fluid for plating process and spent alloy containing tin in between 1970 and 2013. Patents were collected using key-words searching and filtered by filtering criteria. The trends of the patents were analyzed by year, country, applicant and technology.

**Key words** : Tin recycling, Scrap, Patents, Analysis, Technical trend

· Received : April 29, 2013 · Revised : May 16, 2014 · Accepted : June 9, 2014

†Corresponding Author : Yong Hwan Kim (E-mail : yhkim@kitech.re.kr)

Advanced Process and Materials R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology, 7-47 Songdo, Yeonsu, Incheon, 406-840, Korea

Tel : +82-32-850-0246 / Fax : +82-32-850-0522

©The Korean Institute of Resources Recycling. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 1. 서 론

국내 희유금속 종류 중 하나인 주석(Tin, Sn)은 낮은 용점(232°C), 가단성 및 내부식성의 특성으로 인해 뿔납 재료, 주석도금강판, 합금재료 및 투명전극용 타겟 등 전기·전자산업, 디스플레이산업, IT 산업 및 철강 산업 등에 필수불가결한 핵심 소재이다<sup>1-4)</sup>.

그러나 국내에는 부존자원이 미미하여 대부분의 주석을 중국, 인도네시아 등에서 전량 수입에 의존하고 있는 실정이며, 최근 주석자원 확보의 글로벌 경쟁 및 자원 보유국의 자원 무기화 정책에 따라 가격 변동폭이 급격히 증가하고 있다<sup>5)</sup>.

따라서 국내에서 발생하는 주석 폐자원의 자원이용 효율성 개선과 자원순환을 통한 주석의 재자원화 기술 개발이 요구된다. 국내의 주석 폐자원의 주요 발생원은 주로 뿔납재료, 도금슬러지 및 도금폐액 등의 제품 생산 공정중에 발생하고 있으나, 뿔납 재료를 제외한 도금슬러지 및 도금 폐액 등의 재자원화 기술 및 상용화 시설은 미미한 실정이다<sup>6-7)</sup>.

본 논문에서는 주석 스크랩, 슬러지, 폐액 등의 재활용 기술에 대하여 한국, 일본, 미국, 유럽, 중국 등의 특허 정보를 분석하여 기술개발 동향을 파악하고자 하였다.

## 2. 글로벌 주석자원현황 및 국내 물질흐름

### 2.1. 주석 자원현황

Fig. 1(a)는 2012년 국가별 주석 가용자원 보유량과 생산량의 비율을 나타낸 그림으로 중국이 세계 주석 자

원의 약 31%(세계 : 4,910,000톤, 중국 : 1,500,000톤)를 보유하고 있으며, 인도네시아(점유율:16%)와 브라질(점유율:14%)이 주요 보유국으로 글로벌 주석 자원의 61%를 보유하고 있다.<sup>3)</sup> Fig. 1(b)의 2012년 글로벌 주석 생산량의 그림에 따르면 중국이 전세계 생산량의 44%(생산량: 110,000톤)로 전세계 생산량의 1위를 점유하고 있으며, 인도네시아 18% 및 페루 13%로서 이들 주요 3개국의 생산 점유율은 75%에 이르고 있어 주석의 자원 및 생산 편중도가 심한 것으로 분석되었다.

USGS(United States Geological Survey) 통계 자료를 바탕으로 2000년부터 2011년까지의 주석의 글로벌 생산현황과 중국의 생산량을 Fig. 2에 나타내었다.<sup>8)</sup> 주석은 2000년부터 2007년까지 글로벌 생산량이 점진적으로 증가하는 양상을 보인 후 2008년부터 생산량의 감소를 볼 수 있다. 이는 2008년 글로벌 금융위기에 의한 글로벌 경기 둔화로 인해 자원의 생산이 저하된 것으로 판단된다. 아울러, 글로벌 주석 생산량과 중국의 집중도를 살펴보았을 때 중국이 전세계 생산량의 40% 이상을 점유하고 있는 것으로 조사되었으며, 이는 중국의 생산량이 글로벌 생산-공급을 결정짓는 핵심요인인 것으로 보여진다. 이는 중국이 전세계 주석 자원 및 생산량의 점유율이 가장 큰 국가로서 자원 보유 및 생산이 중국에 과도하게 집중되어 있으므로 향후 주석자원의 중장기적인 공급 안정성 확보에 대한 국가적 차원의 전략이 필요할 것으로 생각된다.

### 2.2. 국내 주석 물질흐름 분석

Fig. 3은 국가통합자원관리 시스템에서 2009년 조사한 주석의 물질흐름도를 보여주고 있다<sup>9)</sup>. 주석은 국내

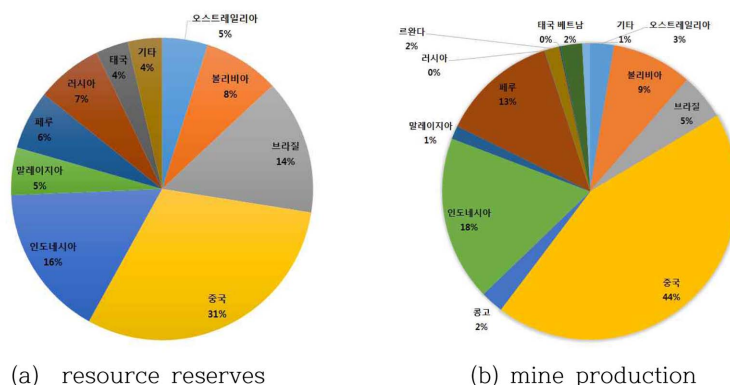


Fig. 1. World resource reserves and mine production of Tin in 2012.

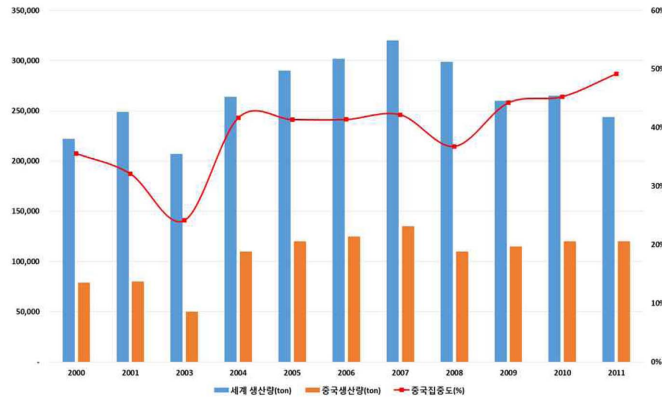


Fig. 2. Changes in Global tin production with year.

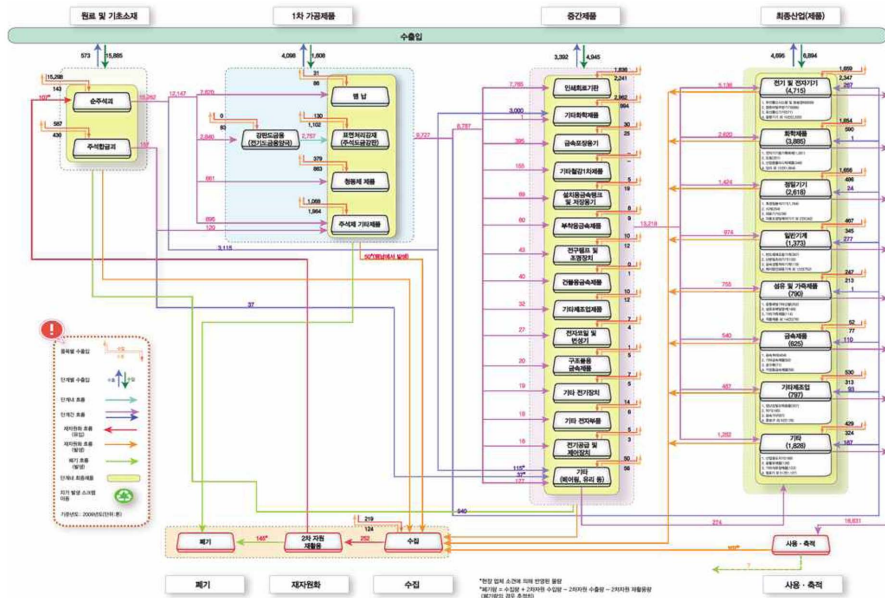


Fig. 3. Domestic material Flow of Tin in 2009.

부존 자원 및 제련 시설이 미비하여 순도 99.9% 이상의 주석 피(ingot)와 합금괴를 전량 수입하고 있는 실정이며, 2009년 기준으로 순주석금속 15,262톤과 합금 약 157톤이 수입되었다.

기초소재인 순금속과 합금의 국내 수급량 중 약 52%에 해당하는 7,870톤이 뿔납(solder)으로 가공되며, 주석도금강판용 전기도금양극이 약 2,840톤, 기타화학제품이 약 3,000톤 그리고 청동합금 제품 제조에 661톤의 수요를 갖는다. 1차 가공제품 중 약 7,765톤의 뿔

납은 중간제품 단계의 인쇄회로 기판으로 투입되며, 남은 1차 가공 제품 중 약 3,000톤은 기타 화학제품으로 투입되어 최종제품에 사용되는 것으로 조사되었으며, 중간제품에서 최종산업(제품산업)에 투입되는 13,218톤중 약 38.9%에 해당하는 5,136톤이 전기·전자산업으로 투입되는 것으로 분석되어 주석의 가장 큰 수요처는 전기 전자산업으로 조사되었다.

주석금속의 순환자원은 주로 뿔납 및 전자스크랩의 형태로 약 157톤이 수거되는 것으로 조사되었다. 수집

된 157톤의 대부분은 뿔납 스크랩의 형태로서 이들 합금은 비교적 재자원화가 용이하여 정제 후 뿔납으로 사용되는 것으로 조사되었다.

그러나 국내 주석 재자원화 자료에 의하면 주석 스크랩의 주된 발생원은 주석도금강판 제조 시 발생하는 주석 도금 슬러지, 주석 도금 폐액 및 폐 ITO 타겟 슬러지는 각각 금속 기준으로 4,000톤, 100톤 및 100톤으로 추정되며, 이들 스크랩은 국내 기술개발 및 상업화가 미비하여 저급품으로 해외에 매각 및 그중 일부를 국내에서 저급품의 형태로 재활용 되고 있는 것으로 조사되었다.

따라서 최근 들어 거래 가격의 상승과 납 사용규제에 따른 전기·전자, 배관 및 뿔납용 주석의 사용이 급증함에 따라 주석 제품 가공중에 발생한 공정 스크랩의 기술개발이 필요할 것으로 판단되어진다.

### 3. 특허 검색대상 및 분석기준

#### 3.1. 특허 검색대상

주석재활용 기술 관련 특허를 분석하기 위해서는 전 세계 모든 특허를 검색하는 것이 이상적이나 본 조사에서는 Table 1과 같이 WIPSON DB를 사용하여 1970년부터 2014년 1월까지 공개/등록된 한국, 일본, 중국, 미국, 유럽 및 PCT 특허로 제한하였다. 본 논문에서는 검색된 특허 중 요약문을 검토하여 유효한 특허 286건을 대상으로 분석하였다.

한국, 일본 그리고 유럽은 특허 출원 후 1년 6개월 이후에 공개되는 특허제도 특성으로 인해 2014년 이후에는 미공개 특허가 존재하므로 데이터 신뢰기간은 2013년까지로 볼 수 있다.

#### 3.2. 데이터 구축

특허 DB 구축은 주석 재활용 기술 중에서 스크랩, 슬러지, 폐액 및 합금 등 주로 제품 생산 공정중에 발생하는 스크랩을 대상 소재로 하여 관련 키워드의 조합식을 사용하여 조사하였으며, Table 2와 같이 전처리, 정·제련, 고순도화 기술 등 3개의 기술 분야로 나누어 분석하였다.

### 4. 주석 재활용 특허 동향 분석

#### 4.1. 거시적 특허 동향

주석 재활용 기술의 특허 출원 동향을 알아보기 위하여 연도별 특허출원 및 누적 건수를 Fig. 4에 나타내었다. 주석 스크랩, 슬러지, 폐액 및 합금의 재활용에 관한 특허는 1975년 출원을 시작으로 특허 출원의 증가와 감소가 반복적으로 나타나고 있으며, 1990년대 초반까지 5건 이하의 특허가 꾸준히 출원되었다. 이후 지속적으로 특허 출원이 증가하여 1997년에 약 14건의 특허 출원의 1차 정점기 이후 특허출원이 감소세를 보인 후 2007년에 33건의 특허가 출원되어 2차 특허 출원 정점기 이후 매년 20건 이상의 활발한 특허 활동을 보이고 있다. 그래프 상에서 2012년 이후 특허출원 건수가 감소하는 이유는 출원된 특허들 대다수가 아직 공개

Table 1. Analysis of the patents for tin scrap

Classifications	Patents
search database	WIPSON DB
Number of analysis	286
Search period	1970. 01~2014.01

Table 2. Technical classification of recycling for tin scrap

해당 기술		대분류	중분류	소분류
해당 기술	대상 소재			
주석 재활용 기술	스크랩, 슬러지, 폐액, 합금	전처리	건식	파·분쇄, 분리·선별, 열처리, 환원, 조립화, 기타
			습식	세척, 여과, 침전, 기타
		정·제련	건식	진공, 열처리, 환원, 용융 고액분리, 주조, 기타
			습식	이온교환, 치환, 산조질, 막분리, 농축, 침전, 전해조, 전해액, 전극, 탈리, 전류밀도, 기타
		고순도화	잉곳	-
			분말화	-
화합물	-			

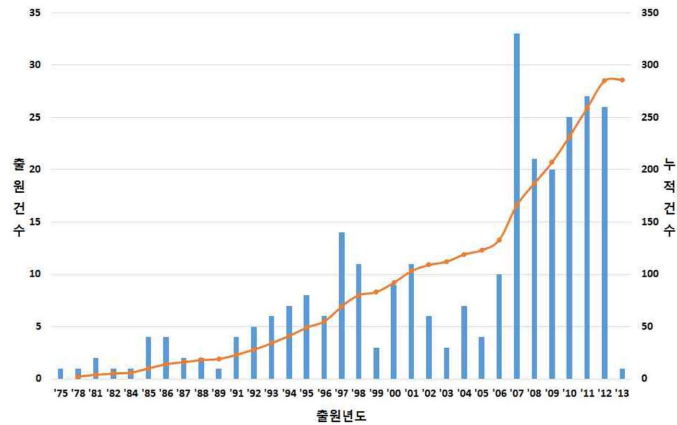


Fig. 4. Trend of the applied patents with the year.

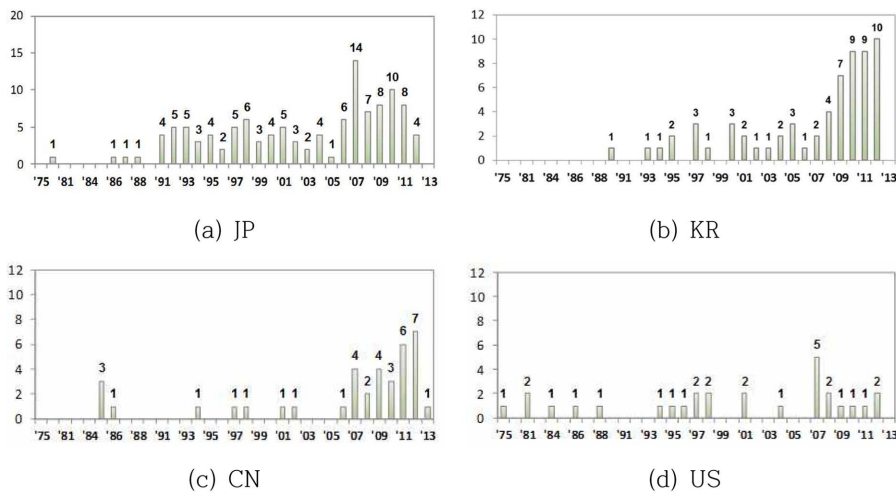


Fig. 5. Number of applied patents with country and year.

되지 않은 것으로 판단된다.

Fig. 5는 출원연도에 따른 주요 국가별 특허 출원 동향을 나타낸 그림이다. Fig. 1(a)에서 보여지는 바와 같이 일본(JP)은 1970년대 후반에 특허 출원을 시작으로 지속적인 기술개발을 통해 꾸준한 특허 활동을 보이고 있으며, 2000년도 진입후에도 지속적인 특허 출원을 보이고 있다. 한국(KR)(Fig. 5(b))은 2000년 초반까지 출원건수가 미미하나 2000년 후반부터 폭발적인 증가세를 보여주고 있으며, 중국(CN)(Fig. 5(c))도 2000년 후반부터 활발한 출원세를 보이고 있다. 이에 반해 미국(US)(Fig. 5(d))은 특허 출원 활동이 미미한 것으로 나타났다.

4.2. 국가 및 출원인별 특허 동향

국가별 특허 동향을 살펴보기 위해 Fig. 6에 국가별 특허 출원과 점유율을 나타내었다. 일본이 117건(41%)으로 주석 재활용 기술 분야에서 가장 높은 점유율을 보이고 있으며, 한국이 63건(22%)으로 2위, 중국 37건(13%)과 미국 28건(10%)으로 각각 3위와 4위의 순위로 나타내고 있다.

국가별 특허 동향에서 출원인 동향을 살펴본 결과, 일본에 출원된 특허 117건 중 109건(93%)이 내국인이 출원하여 내국인 비중이 가장 컸으며, 외국인 출원은 8건(7%)으로 한국 2건, 미국 3건 및 유럽국가 3건으로 조사되었다. 우리나라는 63건의 특허 중 내국인 출원은

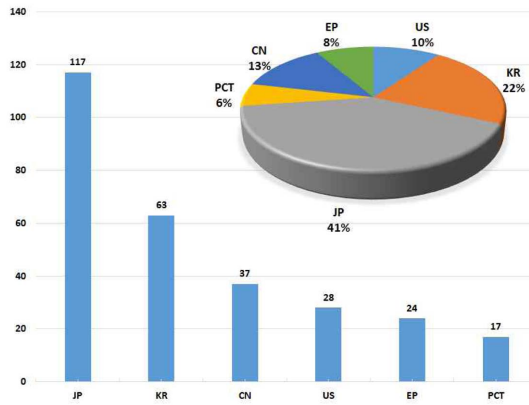


Fig. 6. Number and share of patents by country wise.

45건(71%)이었으며, 외국인 출원은 18건(29%)으로 일본 11건, 유럽 4건, 미국 2건 및 중국 1건으로 조사되었다. 중국도 일본과 한국과 유사하게 내국인의 출원 비율이 62%로 내국인 출원 비중이 높은 것으로 조사되었다.

그러나 미국과 유럽에 출원 및 등록된 특허는 외국인 출원 비율이 각각 82%와 54%로 조사되었으며, 이들 국가에 출원한 외국 출원인 비율은 일본이 각 48%와 62%의 비중으로 조사되었다. 이는 일본이 주식 재활용 기술 분야에서 기술 선진국으로 해외 특허 시장에 다양하게 진출하고 있는 것으로 판단된다.

Table 3은 출원된 특허의 주요 출원인 현황을 나타낸 표이다. 일본의 JX nippon mining & metals가 45건의 가장 많은 특허를 출원하였고, Mitsubishi materials(JP)가 15건, Sumitomo metal(JP)은 10건 출원하였으며, 한국지질자원연구원이 9건으로 그 다음을 나타내고 있다. 주요 상위출원인(8개 기관) 중 일본이 7개 기관으로 압도적으로 많았으며, 우리나라는 한국지질자원연구원이 유일하게 주요 출원인에 포함되어 있다.

가장 많은 특허를 출원한 JX nippon mining & metals는 주로 습식법을 이용한 주식 및 인듐의 회수 기술에 관하여 출원한 것으로 조사되었다.

4.3. 대상소재 및 기술별 특허 동향

본 논문에서는 주식 재활용 기술동향 중 원소재를 스크랩, 슬러지, 폐액 및 합금을 대상소재로 하여 특허 기술동향을 살폈다. Fig. 7은 본 논문에서 다루어진 재활용 대상 원소재별 특허 출원 경향을 보여주는 그림으로서 출원된 특허 중 스크랩의 재활용과 관련된 특허가 185건(65%)으로 가장 많은 출원 경향을 보였으며, 그

Table 3. Main applicants of patents

Main applicants	Number of patents
JX nippon mining & metals(JP)	42
Mitsubishi materials(JP)	15
Sumitomo metal(JP)	10
한국지질자원연구원(KR)	9
Kawasaki steel(JP)	8
JFE steel(JP)	8
Dowa metals & mining(JP)	6
Nippon steel(JP)	6

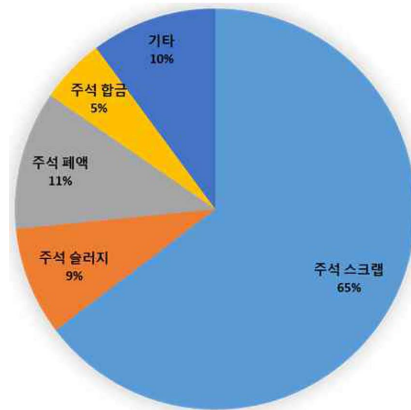


Fig. 7. Number of patents with materials for recycling.

다음은 주식 폐액으로 약 11%인 32건, 주식 슬러지가 25건으로 9%의 점유율을 보이고 있다.

아울러, 본 논문에서는 주식 재활용 기술을 크게 전처리, 정·제련 및 고순도화 기술로 나누었으며, 원소재별 대상 기술을 살펴본 결과, 주식 스크랩은 정·제련 처리 기술이 166건(79%)로 압도적인 출원 점유율을 보여주었으며, 뒤를 이어 전처리가 39건(18%)의 점유율을 나타내었다. 슬러지, 폐액, 합금 등 대부분의 원소재에 대한 재활용 기술은 모두 정·제련 기술로 다출원하는 경향을 나타내고 있으며, 상대적으로 고순도화 처리기술의 출원 건수는 작은 것으로 조사되었으며, 다음 절에 원소재별 처리기술에 대한 심층적 동향 분석을 실시하였다.

4.3.1. 주식 스크랩의 기술별 특허 동향

Fig. 8은 스크랩 재활용의 세부 기술별 동향을 나타낸 그림이다. 스크랩 전처리 기술은 건식이 36건으로

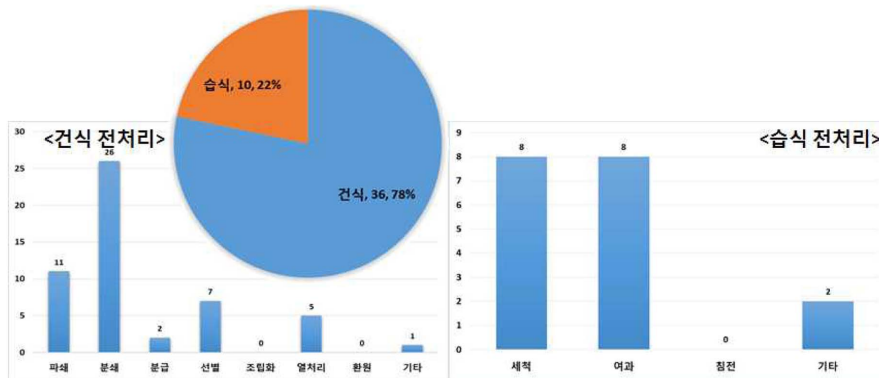
78%의 점유율을 보이고 있으며, 습식전처리 기술은 10건으로 22%의 점유율을 보이고 있다.

건식 전처리 기술은 분쇄기술이 가장 많은 26건의 기술이 특허에 포함되어있으며, 일본의 Shibaura institute of technology와 Shenzhen GEM high-tech사의 특허에 각각 6건의 기술이 포함되어 있으며, 스크랩 파쇄 기술은 한국지질자원연구원이 3건의 기술을 포함하고 있다. 습식 전처리 기술은 스크랩의 세척과 여과에 관한 기술이 각각 8건으로 일본의 Shibaura institute of technology가 각 5건의 기술을 포함하고 있는 것으로 조사되었다.

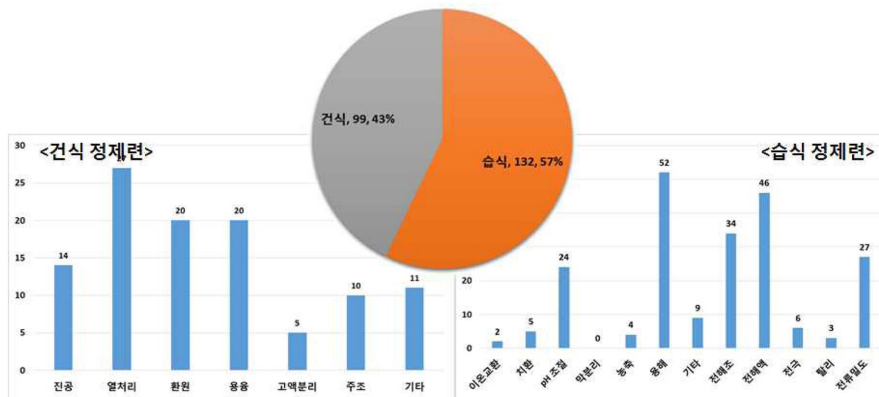
스크랩의 정·제련 기술은 건식이 99건으로 43%의 점유율을 보이며, 건식 정·제련 기술은 스크랩의 열처리 기술로서 27건의 기술이 조사되었으며, 환원과 용융 기술이 각각 20건으로 조사되었다. 건식 정·제련 기술은 주로 산화물 형태로 존재하는 주석 스크랩을 기체 또는 고체 환원제를 이용하여 금속으로 회수하는 기술

이 주를 이루고 있으며, 진공 조건하에서 주석의 정련 공정이 주를 이루는 것으로 조사되었다. 건식 정·제련 기술 중 열처리 기술이 포함된 특허의 다출원자는 일본의 JX nippon mining & metals사로서 16건의 기술이 특허에 포함되어 있으며, 국내 출원기관에서는 전자부품연구원 2건 및 포항산업과학연구원이 1건의 기술을 포함하고 있는 것으로 분석되었다. 환원 기술은 Manchem limited가 4건, JX nippon mining & metals이 3건 및 Mitsubishi materials가 2건을 출원하였다.

습식기술을 이용한 주석 스크랩의 정·제련 기술은 산·알카리를 이용해 스크랩을 용해 침출하는 기술을 포함한 특허가 가장 많은 52건으로 조사되었으며, 이때 용액의 pH조절과 관련된 기술이 약 24건으로 분석되었다. 산·알카리 용액을 이용한 침출 공정과 관련한 다출원 기관은 Mitsubishi materkasl, Shibaura institute of technology, JX nippon mining & metals 및 Alpha



(a) Classifications of pre-treatment technologies for scrap



(b) Classifications of refining and smelting technologies for scrap

Fig. 8. The patent trends for tin scrap recycling with technologies.



Fig. 9. The patent trends for tin sludge recycling with technologies.

Fry limited가 각 6건, 6건, 5건 및 4건으로 대부분이 일본 기관에서 특허를 출원한 것으로 분석되었다.

습식 기술 중 전해 정·제련 기술은 주로 전해액 조건, 전해조 및 전류밀도와 관련된 기술이 46건, 34건 및 27건으로 분류되었으며, 전해 정·제련 기술은 일본의 JX nippon mining & metals사가 압도적인 특허 출원 경향을 보여주고 있으며, 이 회사가 전해 정·제련 기술에 대한 다수의 원천기술을 가지고 있는 것으로 분석 되었다.

주석 스크랩의 고순도화 기술은 특허 출원이 총 6건으로 전처리 기술과 정·제련기술에 비해 매우 미미한 출원 양상을 나타내었다. 주요출원인은 미국의 Alpha Fry Limited에서 4건을 JX nippon mining & metals에서 1건을 그리고 한국의 ㈜에이원엔지니어링에서 1건을 출원하였다. 이들 기술 모두 주석 스크랩의 고순도화 중 납(Pb)의 함량을 줄이는 화합물에 관한 기술로서 Alpha Fry Limited에서 출원한 4건은 패밀리 특허로서 해당 특허의 기술을 검토한 결과, 흑연 양극과 스테인레스강 음극과 같은 불활성 전극과 이온교환수지 재료에 의해 분리한 양극 액실 및 음극 액실을 갖는 전해조에서 전류밀도 범위를 50~500 A/m<sup>2</sup>으로 한정하여 스크랩에 함유된 납의 함량을 줄인 기술로 분석 되었다.

#### 4.3.2. 주석 슬러지의 특허 동향

주석 슬러지는 특허 분석결과, 슬러지의 전처리 기술은 조사되지 않았다. 주석 슬러지의 정·제련 기술 동향을 Fig. 9에 나타내었으며, 주석 슬러지의 정·제련 기술은 습식 기술(20건, 57%)과 건식 기술(15건, 43%)이 거의 유사한 출원 경향을 나타내고 있다.

건식 기술은 슬러지의 용융 5건, 환원 4건, 열처리 및 고액분리 기술이 각 1건으로 조사되었다. 슬러지의 용융에 관한 출원인은 독일의 Stolberger Metallwerke GmbH사가 5건을 모두 출원하였으며, 슬러지 환원기술은 한국지질자원연구원 1건, JFE steel사 1건, Kobe steel사 1건 및 주식회사 도연산업이 1건을 출원하였다.

습식 정·제련 기술은 산·알칼리 용액을 이용해 주석 슬러지를 용해 침출하는 기술을 포함한 특허가 가장 많은 12건으로 조사되었으며, 이때 용액의 pH 조절과 관련된 기술이 7건으로 분석되었다. 슬러지 용해 기술의 다출원인은 일본의 Asarco Incorporated가 5건, Kawasaki steel이 3건, JFE steel이 2건 및 Agency of IND Science & Technology가 1건으로 일본의 압도적인 출원 점유율을 보였다. 또한 슬러지의 전해 정련기술은 전해액에 관한 기술이 4건이 출원되었으며, 일본의 Kawasaki steel사에서 3건을 출원한 것으로 조사되었다.

주석 슬러지의 고순도화 기술은 총 1건 출원되어진 것으로 조사되었으며, 한국의 ㈜에이원엔지니어링사에서 2012년에 출원한 기술로 분석되었다. 본 기술은 주석 슬러지를 조금속으로 제조하는 조금속 제조단계와 상기 조금속 제조단계를 통해 제조된 조금속에 함유된 철(Fe) 성분을 520~550°C로 가열하여 철(Fe) 성분을 제거하는 철(Fe) 성분 제거단계 그리고 철 성분 제거 단계를 거친 조금속에 함유된 구리(Cu)성분을 520~550°C로 가열하여 제거하는 구리성분 제거 단계와 상기 구리성분 제거 단계를 거친 조금속에 함유된 납(Pb) 성분을 제거하는 납 성분 제거단계를 거치는 기술로 분석되었다.



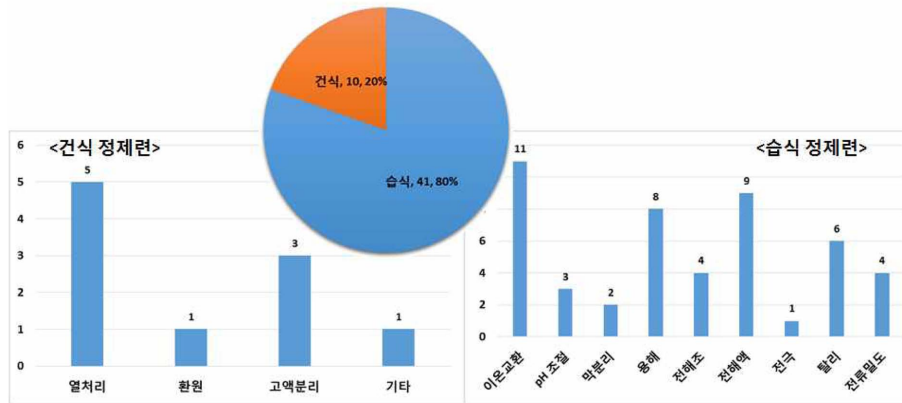


Fig. 10. The patent trends for tin plating waste water recycling with technologies.

4.3.3. 주석 폐액의 특허 동향

주석 폐액의 전처리 기술은 총 4건으로 한국, 일본, 유럽 및 PCT에 각 1건씩 출원된 것으로 조사되었다. 주요 출원인은 핀란드의 Yara Suomi OY로 4건이 패 밀리 특허로 조사되었다. 이 특허의 주요 내용은 주석 폐액을 75~100°C로 가열하여 폐 용액내에 주석 화합물로 존재하는 주석이 침전하도록 전처리한 후 옥살레이트 생성 시약(옥살산, 옥산산 가용성 염 등)등을 첨가하여 용액 내 구리와 반응하여 난용해성인 옥살산구리를 생성하는 침전 분리 기술로 분석되었다.

Fig. 10은 주석 폐액의 정·제련 기술별 특허 동향을 나타낸 그림으로서, 주석 폐액의 정·제련 기술은 습식 기술이 41건으로 80%의 점유율을 보이며, 건식기술은 10건으로 20%의 점유율을 나타내고 있다.

건식 기술은 열처리 기술이 5건, 고액 분리 3건, 환원 1건 및 기타 기술이 1건으로 조사되었다. 열처리 기술은 일본의 Kawasaki steel사가 5건 모두 출원하였으며, 고액분리 기술은 일본의 JX nippon mining & metals사가 3건의 특허를 출원하여 주석 폐액의 건식 처리기술의 대부분을 일본기관이 독점하고 있는 것으로 분석되었다.

습식 기술은 이온교환 11건, 전해액 9건, 산·알카리를 이용한 침출 8건, 탈리 6건 등의 기술들이 출원된 것으로 조사되었다. 이온교환 기술의 주요 출원인은 일본의 JFE steel사와 kawasaki steel 사가 각각 6건과 5건을 출원하였으며, 산·알카리 기술은 핀란드의 Yara Suomi OY가 4건, JX nippon mining & metals이 3건 그리고 Dowa metal tech가 1건을 출원한 것으로 조사되었다. 전해 정련에서는 전해액 조성 관련 기술이 9건으로 조사되었으

며, LeadRonan GmbH가 4건 그리고 JX nippon mining & metals이 3건을 출원한 것으로 조사되었다.

5. 결론 및 향후 전망

본 논문에서는 주석을 함유한 스크랩, 슬러지, 폐액 및 합금의 재활용 기술에 대한 특허 동향을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

주석 재활용 관련 특허는 1975년 출원을 시작으로 1997년 1차 출원 정점기 이후에는 점진적인 감소 후 2006년 이후 급격한 증가세를 보이며, 유효 특허는 286 건이었다. 내·외국인 출원 동향은 일본의 경우 내국인에 의해 1990년대 초·중반 그리고 2000년도 중반 압도적인 출원을 나타내었으며, 한국은 2003년까지 매년 출원의 증가와 감소를 반복한 후 2004년을 기점으로 출원이 급격히 증가하는 추세를 보였다.

주석 함유 스크랩, 슬러지, 폐액 및 합금 재활용 기술은 일본이 기술 선진국으로 해당 기술을 주도하고 있으며, 주요 출원 상위 8개 기관 중 일본이 7개 기관이 일본기관으로서 주석 재활용 기술의 압도적 점유율을 보이고 있는 것으로 분석되었다. 한국은 주석 재활용 특허 출원국 중 2위권으로 한국지질자원연구원이 9건을 출원하여 일본에 비해 격차가 크게 나타나고 있는 것으로 조사되었다.

대상소재에 따른 특허출원 동향은 스크랩과 관련된 기술 특허 출원이 주를 이루었으며, 기술별로는 습식 기술이 건식기술에 비해 높은 점유율을 보였으며, 습식 기술 중 대상 소재의 용해 침출 기술이 가장 많은 출원율을 보이고 있다.

## 감사의 글

본 연구는 2013년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제(No. 20135010100720)로서 이에 감사드립니다.

## References

1. Korea Institute of Energy and Resources, 1984: *Rare metals and Advanced Technology*, pp 1-4, Korea Institute of Energy and Resources, Korea
2. <http://en.wikipedia.org/wiki/Tin>
3. Mel Schwartz, 2002 : *Tin and Tin alloys*, Encyclopedia of Materials, Parts and Finishes, 2<sup>nd</sup> ed., pp 797-801, CRC

- Press, USA
4. Sanka Ganesan, Michael Pecht, 2006 : *Lead-free Electronics:overview*, Lead-free Electronics, 1<sup>st</sup> ed., pp1-16, Wiley-Interscience, USA
  5. World Bureau of Metal Statics, [www.world-bureau.com](http://www.world-bureau.com)
  6. A. M. Amer, 2003 : Processing of copper anodic-slimes for extraction of valuable metals, Waste Management, 23, pp763-770
  7. Ki-Woong Lee et al., 2014 : Seperation and Recovery of Tin and Indium from Spent ITO Sludge, J. of Kor. Inst. of Resource Recycling, 23(2), pp1-8
  8. U.S. Geological Survey, 2013 : *Mineral commodity summaries 2013*, pp 170-171, United States Government Printing Office, USA
  9. Korea-Material Flow Analysis, <http://k-mfa.kr/>

---

## 김 용 환

- 고려대학교 금속공학과 공학박사
- 현재 한국생산기술연구원 수석연구원

---

## 손 성 호

- 고려대학교 금속공학과 공학박사
- 현재 한국생산기술연구원 수석연구원

---

## 최 한 신

- 한양대학교 금속재료공학과 공학박사
- 현재 한국생산기술연구원 수석연구원

---

## 한 철 웅

- 한양대학교 신소재공학과 공학석사
- 현재 한국생산기술연구원 연구원

---

## 김 태 범

- 오사카대학교 금속재료공학과 공학박사
- 현재 한국생산기술연구원 연구원

---

## 안 재 우

- 현재 대전대학교 신소재공학과 교수
- 당 학회지 제11권 6호 참조

---

## 김 홍 인

- 2010 한국과학기술연합대학원대학교 자원순환공학과 공학박사
- 현재 성일하이텍(주) 부설연구소 선임연구원

---

## 이 기 웅

- 현재 성일하이텍(주) 부설연구소 소장
- 당학회지 제18권 5호 참조