



초극박 동합금 소재 산업기술 현황

한승전 | 한국기계연구원, 권혁천 | 한국생산기술연구원

1. 서론

최근 전자산업의 급속한 발달은 정보통신 분야 뿐만 아니라 핸드폰, TV, PC, PDA 등 각종 전기·전자 정밀부품 재료로 사용되는 하드웨어의 고성능화에 따른 저전력·소형화기술, 유·무선 통신기능의 강화 및 휴대폰과 같은 개인 휴대단말기의 소형화, 지능화·고기능화 등에 따른 전자핵심부품의 집적화, 경박단소화가 급격히 진행되고 있다. 특히, 전자부품의 경박단소화에 가장 핵심부품인 회로기판(Circuit Board)은 경성회로기판에서 연성회로기판(FPCB)으로 대체됨에 따라 기존 회로기판의 핵심부품 및 주변부품에게까지 소재의 경박단소화 및 특성향상을 요구받게 되었다. 이러한 핵심부품으로는 고분자재료, 세라믹재료 및 금속재료가 독자적 혹은 복합적으로 사용되어 하나의 집적화된 부품으로 적용되며 이중에서도 신호 및 전원공급을 담당하는 동극박이 매우 중요한 역할을 수행한다고 할 수 있다.

초극박 동합금 소재 및 관련 부품소재의 전방시장인 전자·정보통신 산업은 반도체를 위시하여 핸드폰 등 Mobile기기, PDP 등 Display기기, Network 등 통신기기 및 HDD 등 주변기기를 중심으로 국가의 경쟁력을 좌우하는 핵심 산업이라 할 수 있다(그림 1). 2004년 전자산업 생산 145조원(GDP중 23%)이고, 수출 748억불(전체 수출액 40%)을 달성할 정도로 매우 거대하다 할 수 있다. 그러나 전자·정보통신산업은 생산유발효과 및 부가가치 창출효과가 낮은 속빈강정으로 업체 간에는 알려져 있는데, 이는 핵심 부품·소재의 수입비중이 (특히 일본) 높아 기업의 수익구조가 왜곡된 외화내빈의 형태를 띠고있으며 또한 생산업체의 이익, 고용, 투자 증가로 이어지는 생산유발에 기여하지 못했기 때문이다. 다음 그림 2에는 우리나라에서 생산하는 휴대폰의 경우, 핵심 소재 및 부품을 공급하는 일본의 업체현황에 대하여 간략하게 나타내었다.

전자·정보통신 산업용 IT/Digital 제품의 산업환경적, 기술적 특징은 경박단소화, Mobile화, Flexible화 및 고기능화를 통한 고부가가치의 추구하고 대량생산 기술의 접목을 통한 저가격화 및 친환경화로 요약될 수 있다. 또한 반도체 등 Device 자체의 한계성 극복과 더불어 Package의 한계성 인식이 확대되고 있다. 따라서 FPCB(Flexible Printed Circuit Board) 및 관련 FCCL (Flexible Copper Clad Laminate), FIOG(Flexible Input/Output Gate)등 부품소재 자체가 경박단소화, Flexible화, 고기능화(우수한 내열성 및 굴곡성) 및 친환경화 등으로 확대되어 급속

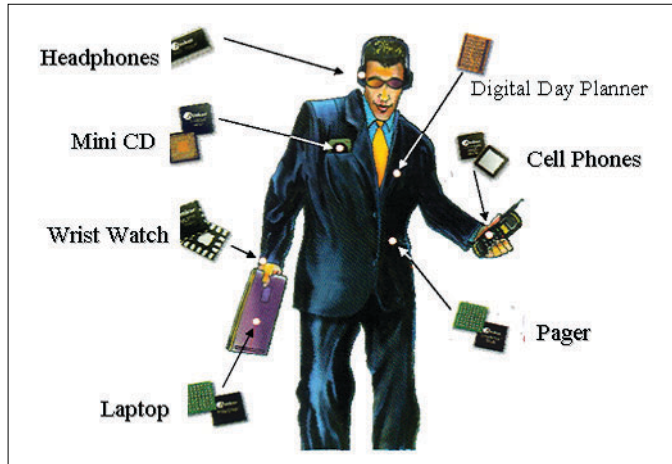


그림 1. 반도체 및 IT 부품소재 Trend



그림 2. 휴대전화 주요 부품을 휩쓰는 일본업체 현황

하게 발전되고 있는데, 이 중에서도 이들 단위 부품의 최기저 부분이라 할 수 있는 도전용 동합금 극박의 기술현황을 간략하게 본 고에서 살펴보고자 한다.

2. 극박 동합금산업의 특성

초극박 동합금 산업은 bottom-up 방식은 전해동박과 top-down 방식은 압연동박 산업으로 크게 나뉠수 있다.

2.1 전해동박 산업의 특성

전해동극박은 Cu 이온이 포함된 전해용액에서의 전기 도금법으로 제조되어 필연적으로 산소를 100ppm 이상 함유하며, 생성형태상 columnar 구조를 가짐으로 전기적 및 기계적 특성이 우수하지 못한 단점이 있다.

현재 생산되는 전해동극박의 대부분은 Rigid 기판용 도전층에 주로 사용되며 소량 Static FCCL(굴곡성이 필요 없는) 기판용 도전층으로 사용되고 있다. 또한 LCD 패널 및 리튬이온전지의 집전체 소재로 사용되고 있으나 현재는 압연동극박과 전해동극박이 용도 및 기능면에서 양분하고 있는 상황이다. 포터블 휴대전자기기의 시장 증가, 전자기기의 고용량화, 초소형화에 따라 기계적 특성이 우수한 압연동극박의 수요가 급증하고 있는 추세이다.

국내 전해동극박 생산 및 경쟁력은 세계적 수준으로 일진, LG전선 등에서 생산하고 있으며, Rigid-Flex 기판용 전해동극박의 세계시장을 장악하기 위하여 전력을 기울이고 있다. 그러나, 전해동극박에 비하여 고강도, 양호한 굴곡성 및 고온연성을 가지고 있음과 동시에 FPCB와 LI/LIP Battery Electrode의 적용에 필요한 고전도성 35 μ m 이하 압연동극박은 현재 국내에서 생산하고 있지 못하며, 전세계 압연동극박 시장은 일본이 거의 독점하고 있다.

2.2 압연 동극박 산업의 특성

압연 동합금 극박은 전해동극박에 비하여 기계적 특성, 양호한 굴곡성, 고온연성, 도전성(전기전도성) 그리고 길이 방향 확장성이 우수하기 때문에 FPCB에 대부분 압연동극박이 사용되고 있다. 전해동극박의 경우는 굴곡성이 요구되지 않은 부분에 소량 채택되어지고 있다. 또한 리튬이온전지의 집전체로 10 μ m 이하의 초압연동극박이 요구되고 있는 추세이다. 이러한 사용자의 요구에 따라 일본 압연동극박 생산업체에서 전세계 1위를 고수하는 일본광업(Nikko Metal)은 저부가가치 소재인 황동압연판의 경우 생산 제조를 국내업체로 이관시키고 고부가가치의 동극박 제조 규모를 늘려나가는 전략을 구사하고 있으며, 3위를 차지하고 있는 히타치 케이블의 경우도, 장기 사업계획으로 초극판 동극박압연기술을 연구개발하고 자체 압연동극박 생산을 증가시킬 계획을 수립한 바 있다.



그림 3. 동합금 압연 극박의 제조 형태



그림 4. 동합금 압연 극박의 적용 사례

현재 생산되는 전해동극박의 대부분은 rigid 기판용 도전층에 주로 사용된다. 또한 LCD판넬 및 리튬이온전지의 집전체소재로 사용되고 있으나 현재는 압연동극박과 전해동극박이 용도 및 기능면에서 양분하고 있는 실정이다. 특히 하드디스크 및 10 μ m 급 극박판에 있어서는, FPCB 및 휴대폰 hinge부는 전량 압연동극박으로 대체되고 있는

수준이다. 특히 포터블 휴대전자기기의 시장 증가, 전자기기의 고용량화, 초소형화에 따라 기계적 특성이 우수한 동극박판의 수요가 급증하고 있는 추세이다. 리튬이온전지 집전체의 경우에서 보더라도, 36 μm 급의 박판은 전해 동극박이 대부분을 점유하고 있으나, 고온연신율 및 내굴곡성 그리고 축전효율을 좌우하는 고도전성의 요구에 따라 두께가 감소할수록 특히 10 μm 이하의 초극박 집전체의 경우, 압연동극박판으로 전환되고 있는 추세이다. 그림 3과 4에는 동합금 압연극박의 제조형태와 적용사례를 나타내었다.

또한, 최근 들어 전자, 통신, 컴퓨터 산업의 급속한 발전에 따라 캠코더, 휴대폰, 노트북 PC 등이 출현하였고, 이에 따라 가볍고 오래 사용할 수 있으며, 신뢰성이 높은 고성능의 소형 2차 전지 개발이 절실히 요청되고 있다. 또한 환경 및 에너지 문제의 해결 방안의 하나로 전기 자동차의 실현과 심야유휴전력의 효율적 활용을 위한 대형 2차전지의 개발이 대두되고 있는 가운데 이러한 수요에 부응하기 위해 그 동안 많은 각광을 받고 있는 것이 LI/LIP 전지이다. LI/LIP 전지의 용량 증대를 위해 탄소 전극의 집전체로 10 μm 이하의 압연동극박이 요구되고 있다.

3. 극박 압연 동합금 산업 및 기술현황

두께 36 μm 이하 동극박의 세계 시장은 2002년을 기준으로 하여 24,200ton/월을 점하고 있다. 그 중 전해동극박이 92%를 점하고 있는데, 전해동극박이 점하고 있는 주요 부품은 Rigid 기관용 도전소재이며, 이를 포함하여 약 22,000ton/월을 점하고 있다. 압연동극박은 2002년도 전세계 시장의 2%만 점하고 있지만 현재 전자부품의 소형화와 대용량화로 인한 FPCB의 사용증대 및 LI/LIP 전지의 사용 증대에 편승하여 FPCB용 압연동극박판의 수요가 급증하고 있는 추세이다. FPCB는 LCD, 휴대전화 힌지부 그리고 하드디스크 등의 제품에 사용되고 있다. 그림 5에는 압연동박의 용도와 특징을 나타내었다.



그림 5. 압연동박의 용도와 특징

이러한 추세에 힘입어 일본의 히타치 전선의 경우는 2003년 사업화비전을 제시하면서 반도체용 판 소재 및 압연박을 주축으로 하여 자사의 생산기반을 편성, 연구개발에 주력하겠다고 표방한 바 있다. 2002년도 현재 압연 동

극박의 시장은 484 톤/월이며 그 중에서 FPCB 용이 83%를 차지하고 있다. 그리고 전지용이 7%, 10%가 기타 하드디스크 및 휴대전화 힌지부에 사용되고 있다. 리튬이온전지는 휴대전화에 주로 사용되고 있으나 향후, 자동차분야에 이용이 매우 기대되고 있다. 특히 전기자동차 및 하이브리드 자동차에 요구되는 전지는 고용량 및 고효율이 요구되는데, 압연동극박의 경우는 전해동극박에 비해 산소의 함량이 1/10 수준이어서 전기전도성이 우수하여 저전압 배터리 개발이 가능하며, 또한 기계적 특성이 매우 우수하여 대용량 배터리의 제조가 가능하다. 이러한 점에 기인하여 그 수요가 매우 증대될 것으로 예상된다.

압연 동극박판은 전해동극박에 비하여 기계적 특성, 양호한 굴곡성, 고온연성, 도전성(전기전도성) 그리고 길이 방향 확장성이 우수하다. 따라서, 가동중에 수만번의 반복굽힘을 부과받는 하드디스크용 FPCB에는 전해동극박은 사용될 수 없다. 또한 고용량의 전기가 축전되는 리튬이온전지가 소형화됨에 따라 집전체로 10 μ m 이하의 초극박 압연동극박이 요구되고 있는 추세이다. 이와 같이 전자부품이 초소형화, 고기능화 됨에 따라, FPCB 및 FIOG 등 가혹한 환경에 노출되는 도전성 박판의 요구가 날로 증가하고 있는데, 일본의 경우에 있어서 그림 6에 나타난 바와 같이 압연 동극박 생산업체에서 거의 세계 3위를 차지하고 있는 히타치 케이블의 경우도, 장기 사업계획으로 초극판 동극박압연기술을 장기적으로 연구개발하고 자체 압연동극박 생산을 3배이상 증가시킬 계획을 수립한 바 있다. 동극박제조기술의 개발되면 동합금의 박판압연기술, 열처리 제어기술, 표면제어기술 등 부가기술의 상승효과로 리드프레임 제조분야 및 고기능성 커넥터용 동합금에 파생되어 정보통신 및 전기·전자분야의 경쟁력도 함께 이끌수 있는 동합금 압연가공분야의 핵심제조 원천기술이 될 수 있다.

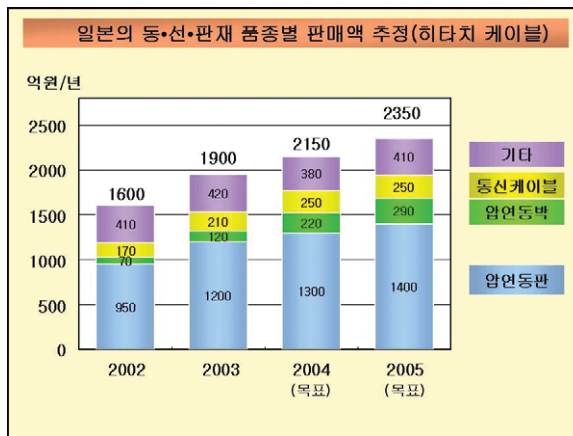


그림 6. 일본 히타치 전선의 동, 선 및 판재 생산계획

또한 일본 압연동극박 생산업체에서 전세계 1위의 일본광업의 경우 그림. 7에 나타난 바와 같이 2003년부터 일반 저부가가치 소재 사업부문을 감소시키며 동박 생산에 급격한 사업확대를 기하여 동박생산의 최대기업으로 위치를 고수하고 있다.

앞서 열거한 바와 같이 세계 압연 동극박의 경우, 거의 모든 형태의 압연 동극박은 일본이 거의 점유하고 있으며 국내의 경우도 FPCB용 및 전지용 집전체로서 30%이상을 일본으로부터 수입에 의존하고 있다. 현재도 FPCB 및

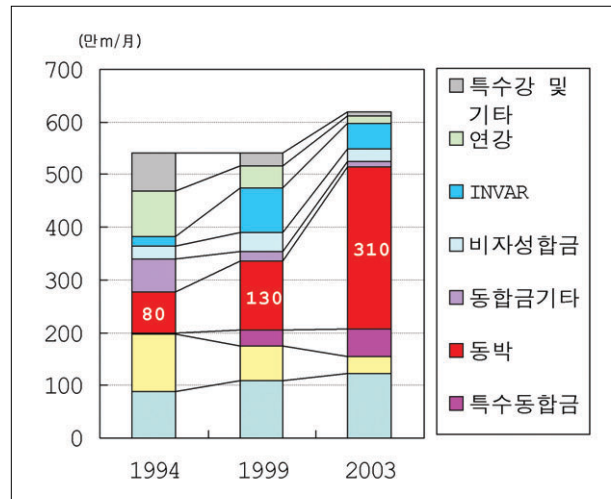


그림 7. 일본 광업의 동합금 극박 관련 생산 동향

전지 생산업체의 요구에 따라 압연 동극박판의 수입도 계속적으로 증가하는 추세에 있다.

4. 요약

국내의 압연동박 개발 지연 이유는 기존 동합금 가공업체들이 범용 규격의 동합금 소재 사업화에 따른 개발 여력 부족한 점과 동 극박 소재의 적용 패러다임 변화에 대처가 신속하게 이루어지지 못하였으며 실험실 규모가 아닌 현장 설비를 적용한 생산기술 확보 및 양산에 필요한 연구인력, 비용, 최신 기술이 부족한 상황으로 설비 Scope는 부분적으로 동박 제조에 적합하게 구성되어 있으나 설비 운영기술 및 극박제조기술 미비로 40-50 μ m 두께의 300폭의 규격으로 일부 생산하여 이하의 두께의 극박판 제조로 실제적인 제품화는 불가능한 실정이었다. 그러나 세계적인 추세에 우리나라가 편승하기 위해서는 동합금 극박압연기술을 축적시켜야 한다.

이러한 동합금 극박압연 제조기술 개발을 위해서는 극박, 광폭, 초장 압연극박 개발이 필수적으로 고정도의 극박소재의 두께편차를 제어하는 기술(AGC 기술), 판형상 제어기술(AFC), 압연중 질판을 방지하는 Tension 제어 기술, Texture조직제어기술, 극박압연용 work roll 설계기술, Surface Roughness 제어 기술, Tension Annealing(TA)기술, 압연 Oil Spray기술 등 많은 핵심요소기술의 개발이 선행되어야 하며, 수입대체 및 세계적 조달참여를 위해서는 12 μ m급 극박(1단계 18 μ m급), 600mm급 광폭 및 3,500m급 초장 압연 동합금 극박 개발이 요구된다 하겠다.

❁ 참고 문헌

- [1] "2004년 Flexible PCB 산업동향" 주간전자정보(Biweekly Electronics Information) Vol.7 No.4
- [2] "COPPER ROLLINGS, DRAWINGS & EXTRUSION" A Global Atrategic Business Report

- [3] “2002년판 컨넥터 시장” 산업정보조사회(日本) 전자부품 OUTLOOK
- [4] “2003년판 Flexible 배선기판 시장” 산업정보조사회(日本) 전자부품 OUTLOOK
- [5] 동가공산업의 발전전략, 산업자원부, 2002
- [6] “신동품 데이터북”, 일본신동협회
- [7] “Area Array Packaging Materials” Ken Gilleo McGRAW-HILL ENGINEERING REFERENCE
- [8] “전기·전자재료 기술총람”, 2003 전기·전자재료 연구회(일본)
- [9] “금속가공”, 강좌·현대의 금속학 재료편 11, 일본금속학회
- [10] “Annual of Electronic Devices Components”, 1990 중일사



한 승 전

- 한국기계연구원 에너지재료연구센터 선임연구원
- 관심분야 : 동합금 개발, 분산강화형 복합재료, 합금설계
- E-mail : szhan@kmail.kimm.re.kr



권 혁 천

- 한국생산기술연구원 신소재연구본부 본부장
- 관심분야 : 동합금 공정개발, 금속소재 접합
- E-mail : koco@kitech.re.kr