

가전제품의 전자부품에 대한 재제조기술 개발에 관한 연구 A Study on Remanufacturing Industry for electronic components

강보철 · 조재립

전자부품연구원 신뢰성연구센터 · 경희대학교 산업공학과

Bo-Chul Kang · Jai-Rip Cho

Reliability Technology Research Center · Dept. of Industrial Engineering, KyungHee University

Abstract

In this paper, it was performed to grasp the latest tendency of remanufacturing industry of domestic electronic components for development of remanufacturing technology and economical support of government. The merits of remanufacturing are to reuse old products to perform like a new product and to save energy, natural resources, landfill space and to reduce air pollution by less re-smelting. This paper proposes a systemic approach for activating the domestic remanufacturing industry. The approach is based on inside and outside regulations to apply remanufacturing companies. And, we analyzed the state and problems of remanufacturing industry for electronic components

1. 서론

현재 전세계적으로 다양한 형태로 많은양의 산업폐기물이 발생되고 있다. 그러나 최근까지 대부분이 재활용되지 못하고 일정한 부지에 매립되고 있으며, 가까운 미래에는 이것도 부지확보 혹은 주변환경 문제 등으로 용이하지 않을 것으로 예상되고 있다. 따라서 오래 전부터 그에 대한 대책을 우리나라는 물론 선진국 등에서 연구하여 왔으며, 폐기물 발생의 억제, 폐기물의 적절한 처리를 통한 재활용 그리고 에너지 회수방법 등에 대한 필요성을 공통적으로 인식하고 있는 실정이다.

이에따라 국내에서는 '전기전자제품 및 자동차의 자원순환에 한 법률(자원순환법)'이

2008년 1월부터 시행됐다. 이 법에 따라 국내 기업들도 전자제품 및 자동차의 환경성을 국제적 기준에 맞춰 EU등 선진국을 중심으로 강화된 제품 환경규제에 대응할 수 있을 것으로 보인다. 이와 함께 국내에서는 전자제품과 자동차 등의 폐자원을 회수해 새 제품으로 만드는 재제조 산업이 부상하고 있다.

재제조는 재제조된 제품에 대한 책임은 지지 않고, 단순히 제조하여 공급하는 단순 재제조, 주문한 원 제조업자 재제조 제품에 대하여 품질보증을 해주는 OEM 재제조, 재제조업체가 제조된 제품의 품질에 대해 책임을 지고, 시장에 공급하는 제3자 재제조, 신제품과 재제조 제품을 한 기업체 내에서 병행하는 통합 재제조로 구분할 수 있다.

본 논문에서는 전자제품 및 부품을 대상으로 재제조산업의 가능성에 대해 분석해보고 이에 대한 활성화 방안에 대하여 논의 하고자 한다.

2. 전자제품분야의 재활용 실태

재제조(Remanufacturing)란 중고 제품이나 폐기제품을 체계적으로 회수해 같은 기능과 성능을 가진 새 제품으로 만드는 것이다. 페트병을 회수한 뒤 다른 제품의 원료로 사용하는 재활용(Recycling)과는 다르다.

재제조 산업은 모든 제품을 대상으로 할 수 있기 때문에 새로운 사업의 기회가 되고, 폐기처리에 소요되는 비용을 절감할 수 있어 비용을 수익으로 전환 할 수 있으며, 새로운 산업을 창출할 수 있어 고용 창출을 할 수 있

고, 재제조 부품이나 제품을 사용하는 소비자 입장에서는 비용절감의 효과 있으며, 자원순환 측면에서 에너지나 원료를 가장 효과적으로 절감할 수 있는 지속가능성 있는 등 여러 가지의 특징을 가지고 있다

그러나 현재 폐가전제품의 재활용 방법은 부품소재를 분리, 파쇄하여 구리, 알루미늄과 같은 금속제나 플라스틱을 선별해내어 단순히 타제품의 원료로 사용함으로써 재제조를 통한 폐제품의 고부가 산업화는 이루지 못하고 있는 실정이다. 즉 전자제품 분야의 재제조는 아직 시작도 못하고 있다고 해도 과언이 아니다.

가전제품 가운데 재활용 가치가 가장 높은 건 에어컨이다. 1대를 재처리하면 8만7000여 원이 남는다. 구리와 알루미늄 덩어리이기 때문이다. 원자재 값이 폭등했던 지난해 상반기엔 에어컨 대당 재처리 수익이 20만원까지 올라가기도 했다. 세탁기는 2만6000원, TV는 5000원 정도다. 또한 우리나라에서 한 해 버려지는 휴대전화는 1300만대가 넘는다. TV 냉장고 에어컨 세탁기 등 가전제품도 매년 수백만대씩 폐기처분된다. 그런데도 금속 재활용 비율은 2007년 기준으로 구리 12.3%, 알루미늄 18%에 그치고 있다. 전문가들은 해외로 수출되는 금속 폐기물을 국내에서 처리해 금속 재활용률을 20%만 높이면 연간 약 3조원의 무역수지를 개선할 수 있을 것으로 본다. 이 정도면 '도시광산(urban mining)'으로 손색이 없다.

한국전자산업협회가 추정한 2005년 폐가전제품 배출량은 휴대폰 520만여대, 냉장고와 세탁기 각각 140만여대, 110만여대로 나타나고 있다. 또 TV는 88만여대, 컴퓨터 본체와 모니터는 84만여대, 82만여대로 각각 추산된다. 폐가전제품 중 많게는 40% 가까이 해외로 수출되고 있는 것으로 추정되고 있다. 유엔환경계획(UNEP)에 따르면 전 세계적으로 연간 약 5천만t의 전자폐기물이 버려지고 있다. 전 세계 고형 폐기물의 5%를 차지하는 양이다.

전자제품은 약 1천여종의 화학물질을 포함하고 있다. 절반 정도는 인체에 유해한 화학물질 및 중금속이다. 컴퓨터나 TV 1대당 평균 2kg이 넘는 납이 들어있고, 휴대전화 등 전자제품에는 납, 수은, 카드뮴 등 중금속과 PVC, 브롬 화합물 등 화학물질이 들어 있는 것으로 알려졌다. 문제는 전자폐기물이 돌고 돌아 결국에는 중국, 인도, 나이지리아 등에서 아무렇게나 처리되고 있다는 것이다. 중국에서 처리되는 전자폐기물은 연간 110만t이 넘는 것으로 추산된다. 대부분 회로 기판을 가열해

녹이거나 강한 산성 물질을 이용해 금 등 희귀 금속을 뽑아내고 있다. 이 과정에서 발생하는 납 등 유해물질은 모두 강으로 버려져 환경을 급속하게 오염시키고 있고, 플라스틱류는 마구 태워져 대기를 위협하고 있다.

결국 전자제품의 이러한 재활용 방법은 경제적으로는 도움이 될지 모르나 환경적인 측면에서는 해결책이 될 수 없다. 따라서 전자제품 및 부품에 대해서도 재활용 수준을 벗어나 재제조를 통한 에너지 절감 및 환경보호 방안이 조속히 연구되고 활성화 되어야 할 것이다. 재제조는 사용 후 제품을 분해, 보수조정, 제조립 과정을 거쳐 신제품과 동일한 수준으로 제품의 기능 및 성능으로 회복시켜 신제품의 50-80% 가격으로 판매하는 고부가 가치 녹색산업으로서 재활용(Recycling)과 차별화된다[1].

3. 국내 재제조 산업의 제도적 문제점

이미 해외 주요국에서는 재제조 활성화를 위한 법제도가 도입되고 있고, 국내에서도 재제조산업을 보호하기 위한 법제도의 마련과 품질인증제의 도입이 필요한 시점이다. 국내 재제조 산업은 자동차산업을 중심으로 일부 전개되고 있으나 제도적, 시스템적 측면에서 취약한 구조적 문제로 인해 큰 성과를 나타내지 못하고 있는 실정이다. 이를 개선하기 위해서는 국내 재제조산업에 대한 문제점을 보다 체계적으로 파악하고, 미국과 유럽의 재제조와 관련된 법규를 수집 및 분석하여, 국내 재제조산업 및 재제조 생산시스템의 활성화, 국내 재제조산업 육성을 위한 재제조 관련 법규를 정비, 품질인증을 쓸 수 있는 재제조 대상을 체계적으로 정할 수 있는 기준을 확보, 재제조 제품을 보다 체계적으로 생산할 수 있는 시스템을 구축해야 한다.

또한 재제조 기업이 재제조를 하는데 있어서 특허권, 지적재산권, 상표권과 관련하여 원제조업체로부터 소송을 당하는 문제, 분리나 세척시에 발생하는 환경오염문제, 기업 상하관계에 따른 문제, Core 확보와 관리에 따른 문제, 체계적이고 자동화된 폐차처리의 미비에 따른 core 품질 저하 및 고철 수출문제, 재제조된 제품의 품질인증미비에 따른 고객 신뢰성저하와 낮은 가격에 따른 경제적 어려움과 같은 문제들이 해결해야 하는 문제점으로 지적되고 있다[목학수].

이러한 많은 문제점을 해결하기 위해서는 현재 시행중인 국내외 재제조 관련법을 파악하고, 재제조산업의 육성을 위하여 관련법의

도입 및 개정을 시행하여야 한다. 예로 들면 환경을 위하여 재제조의 당위성을 보장할 수 있도록 사용된 제품에 대한 원제조업체의 권리 상실이나 사용된 제품에 대한 재제조 의무화 법 조항의 신설과 같은 것이다.

전자제품 및 부품분야에 대한 재제조 산업은 이제야 그 필요성이 강조되어 정부 기술개발 사업 등을 통해 기획단계에 있고 일부 IC 부품 류에 대한 소규모 재제조형태의 사업이 개별적으로 진행되고 있는 수준이다. 따라서 전자분야에 대한 재제조산업의 활성화를 도모하기 위해서는 전자분야보다 한단계 먼저 시작된 자동차 산업에서의 재제조 현황을 살펴보는 것이 바람직하다. 현재 국내 자동차 부품의 재제조 산업현황을 보면 업체수와 매출 규모가 매우 작으며 대부분 제3자 재제조 형태를 띄고 있다. 이는 완성차 업체의 재제조에 대한 관심과 참여가 미약하기 때문이다.

국내 자동차부품 재제조산업의 현실태를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 재제조된 제품의 Network가 제대로 구축되어있지 않아서 재고가 많이 발생하고, 이에 따라서 자금의 유동성이 매우 낮은 편이다. 이로 인해서 무분별한 유통체계와 재제조업체의 경영상태가 어렵게 된다. 둘째, 재제조된 제품의 test방법이 매우 열악하거나, 기본적인 장비만을 보유하고 있고, 이로인해서 제품의 품질 신뢰성이 확보가 안되고 있다. 이런 상황에서 재제조된 제품의 품질인증을 획득하기는 어려운 것이다. 때문에 재제조 제품의 품질확보가 어렵고, 부적합한 제품의 시험, 완성차 메이커 및 고객의 피해와 같은 문제점이 발생된다. 셋째, 낮은 품질신뢰도로 인해서 신제품대비 20-30%의 저가격에 시장가격을 형성하고 있다. 이로 인해서 열악한 작업조건 개선이나 투자가 어렵고, 3D 업종에 따른 직무피 현상을 나타낸다. 넷째, 경영의 어려움에 따라서 개선이나 투자가 어려워 나타나는 낙후된 작업환경과 비효율적인 재제조 생산라인은 재제조된 제품의 품질이나 가격에 영향을 미친다. 다섯째, 재製조를 위한 핵심인 core 를 확보하는데 있어서 그 체계가 없고 필요시 구입하거나, 직접 core 보유자를 찾아서 확보하는 방식을 이용하고 있다.

위와 같이 비교적 일찍 시작된 자동차부품 재제조산업의 문제점을 바탕으로 이제 막 시작되려 하는 전자부품 및 제품분야의 재제조산업의 활성화를 위한 방안 등을 마련해야 할 것이다.

4. 전자분야 재제조 산업의 가능성

전자부품 및 제품에 대한 재제조 산업을 위해서는 대상제품에 대한 선정이 무엇보다 중요하다. 대상제품을 선정하기 위해서는 앞서 언급한 문제점 등을 바탕으로 다음과 같은 선정 기준을 만들 수 있다. 첫째 시장규모이다. 대부분의 재제조 업체들이 소규모 이기 때문에 일정규모 이상 시장이 성장되어 있지 않으면 발전 가능성은 매우 적어지기 때문이다. 둘째, core 확보의 용이성이다. 최소비용으로 core를 확보할 수 있는 제품이 재製조를 위한 최적의 대상이 된다. 셋째, 제품의 품질 신뢰성 인증을 위한 체계가 구축되어 있어야 한다. 재제조품의 성공을 위한 필수요소는 바로 소비자가 인정할 수 있는 품질수준의 만족에 있기 때문이다.

이러한 관점에서 전자부품분야의 재제조 가능 품목은 CSP(wafer-level chip size package), LGA(land grid array), BGA(ball grid array), QFP(quad flat package), SOP(small outline package), DIP(dual-in-line package) 등의 칩부품이 그 첫번째 대상이 될 수 있다. 무연솔더의 의무사용과 맞물려 있어 칩손상을 최소화 하여 잔납 제거, 언더필의 기술요건만 해결되면 완제품 제조사에서 라인불량 재고누적으로 인한 과다비용처리 문제 등을 해결할 수 있다. 즉 모든 디지털 제품의 SMT 불량이나 오삽 및 냉납에 의한 불량으로 전량 회수 되는 경우 재제조형태로 재가공이 가능할 것이다. 이를 전문으로 하는 일부 업체도 생겨나고 있는 상황이나 제도적, 기술적 한계로 인하여 큰 발전은 이루지 못하고 있는 실정이다.

일반 가전제품의 부품에 대한 재제조 가능 품목으로는 모터를 들 수 있다. 세탁기, 냉장고, 에어컨과 같은 필수 가전제품에 모두 적용되는 부품으로서 시장규모 및 수입비중도 매우 큰 부품이다.

< 표 1 > 가전용 소형모터의 시장규모

국내시장(억원)				세계시장(억불)		
국내생산액	수입액	총 국내시장	수입 비중 (%)	시장 규모	수출액	점유율(%)
6,988	3,666	10,654	34%	40	1.9	5%

* 국내생산액('07)+수입액('08)=총 국내시장(가정)

* 수입비중= 수입액/총국내시장,

점유율= 수출액/세계시장규모

* 수입,수출액 : 지식경제부 부품소재 통계정보

* 시장규모 : 2006년도 소형모터산업현황조사 보고서

또한 고장메카니즘이 마모고장으로 고장모드가 비교적 단순하여 재제조공정이 일반 부품에 비해 구현이 쉽다는 장점이 있다.

이와 같이 전자부품 분야에서도 재제조산업의 가능성은 충분하다. 다만 전자부품분야에서 재제조산업을 활성화 하기 위해서는 반드시 필요한 요소기술을 제시하면 다음과 같다.

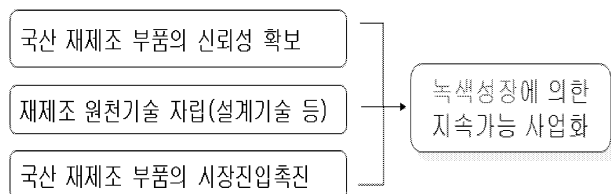
첫째 pilot 공정 재설계기술이 개발되어야 한다. 기존 생산공정대비 ① 설비 ② 작업방식 ③ 재료취급방식 ④ 포장법 ⑤ 계측시스템 ⑥출하검사방식 ⑦부품관리방식(BOM) 이 재제조를 위해 별도로 구축되어야 한다. 또한 제품에 대한 관리체계 변경되고 선진국 재제조 부품의 품질 및 시스템 인증 가이드라인을 연구하여 적용할 수 있어야 한다.

둘째, 신뢰성향상기술이 개발되어야 한다. 고장모드 및 고장메카니즘 규명기술 개발, - 시험 Fixture 설계, 시험프로토콜 및 신호분석을 통한 부품의 신뢰성 평가, core의 정량적 잔존수명 예측기법, 재제조 부품/제품의 신뢰성 인증평가 및 인증실시 방안 등이 구축 되어야 하나.

셋째, 지속가능 설계기술이 개발되어야 한다. 지속가능한 환경순환형 설계 툴(tool)과 기술을 개발하고 환경품질과 내구성을 고려한 해체용이설계 기법 개발 및 검증법이 반드시 선행되어야 한다. 이를 위해서는 구조 분석 가상모델링을 이용한 해체, 세척 및 검사적합성 향상 기술 개발과 유한요소해석, 전기기계·화학적 형태재생설계 분석 기법 등이 요소기술로서 반드시 고려되어야 한다.

5. 결 론

신뢰성공학이 뒷받침 된 재제조 기술은 세계시장에서 경쟁력 있는 새로운 사업기회를 제공하고, 지속가능사업으로서 산업 발전과 일자리를 제공할 수 있어 궁극적으로 새것과 동등한 ETN (Equivalent To New) 제품 생산 방식으로 생산이 가능하게 되어 재제조부품의 부가가치를 획기적으로 높여 아래와 같이 중소기업에 새로운 사업 기회가 될 수 있다.



따라서, 전자부품의 재제조산업을 시행착오 없이 활성화 하기 위해서는 자동차 부품의 실행결과를 바탕으로 제도적, 구조적 문제점의 해결에 정부와 완성품업체의 노력이 절실하며 현장 및 연구소를 중심으로 한 재제조 요소기술 개발에 선행 연구가 반드시 있어야 하겠다.

참고문헌

- [1] 롤프 스타인힐퍼, “재제조 : 자원순환의 이상적인 형태”, 국가청정지원센터, 2005
- [2] 목학수, 전창수, 한창효, 송민준, 박병선, 광현수, 박상진, “자동차부품 재제조산업에 관한연구”, Transactions of KSAE, Vol. 16, No. 6, pp184-191, 2008
- [3] 한기주, “再제조산업의 중요성과 경제적 효과분석”, 월간 KIET산업경제, pp39-48, 2005.1
- [4] 산업자원부, “자원순환형 시스템 구현을 위한 재제조산업 추진전략”, 2004.11
- [5] 정선양, 임채윤, “환경친화적 생산개념 : 제품의 재제조 및 재활용”, 과학기술정책연구원(연구보고서 99-7), 1999.12
- [6] Malcolm Fergusson, IEEP, “End of Life Vehicles (ELV) Directive (IP /A /ENVI /FWC/2006-172/Lot1/C1/SC2)”, European Parliament, 2007.3