

지속가능산업동향

2006-5-30 (제 6-5-2 호)

재활용 용이 제품 개발

≈ 요약 ≈

- 폐전기전자제품(WEEE) 처리지침에 따르면 생산자는 재활용 용이 설계와 폐전기전자제품의 회수처리 의무가 있음
- 재활용을 고려한 설계(Design for recyclability)는 폐전기전자제품의 회수처리 비용 절감에 큰 영향을 미치므로 많은 기업들이 재활용 용이 설계에 많은 관심을 보이고 있음
- 노키아(Nokia)는 EU 프로젝트의 일환으로 형상기억(Shape memory) 소재를 이용하여 적극적 분해(Active disassembly) 메카니즘을 채용한 휴대폰 시제품을 개발함
- Active Disassembly Research란 회사에서는 다양한 적극적 분해 메카니즘을 개발하여 경제성과 환경성을 만족시키고 있음



KITECH 한국생산기술연구원
국가청정생산지원센터
Korea National Cleaner Production Center

1 서론

- 2005년 8월 13일부터 시행된 폐전기전자제품(WEEE) 처리지침에 따르면 생산자는 재활용 용이 설계(Design for recyclability) 의무, 폐전기전자제품 회수 처리의 의무, 그리고 재활용을 달성 의무가 있음
- 또한 에너지사용제품(EuP, Energy-using products)¹의 친환경설계 의무지침인 EuP지침에 따르면 제품의 전과정에 걸쳐 환경성을 평가해야 함
- 재활용 용이 설계를 위한 EU의 프로젝트 중에 EU Fifth Framework 프로그램인 *Active Disassembly Using Smart Materials (ADSM)*²이 있음
- 당 프로젝트는 2000년 3월에 시작하여 2003년 8월에 종료되었으며, 영국의 Brunel University의 디자인학과가 주관 책임자이며 노키아, 소니, 모토롤라 등이 참여하였음
- 당 프로젝트의 목적은
 - 형상기억소재와 연결부위를 사용하여 WEEE의 비파괴적 해체 방법 개발
 - 시제품 설계, 제조, 그리고 시험
 - 파일럿 플랜트 건설 및 운영
 - 적극적 분해에 대한 기술적, 경제적, 환경적 평가
- **지속가능산업동향** 이번 호에는 노키아 등을 포함한 회사들의 재활용 용이 설계의 한 방법인 적극적 분해(Active disassembly) 활동에 대해 다루고자 함

2 재활용 용이 설계를 위한 적극적 분해

- **적극적 분해**(Active disassembly 혹은 Active disassembly using smart mate-

¹거의 모든 전기전자제품이 에너지사용제품에 해당됨

²ADSM은 적극적 분해(Active disassembly)와 동일한 개념이고, 이 글에서는 적극적 분해로 사용함

rials (ADSM))의 개념은 1996년 영국 Brunel University에서 탄생함

- 적극적 분해란 전기전자제품 내부에 포함된 형상기억소재에 의해 폐전기 전자제품(WEEE)이 열이나 빛 등의 외부 요인에 의해 스스로 해체되는 분해를 말함
- 스크류 나사(Threaded screw)나 Snap-fit 커넥터에 형상기억(Shape memory) 소재를 사용하여 제품을 제작하면, 분해 시 열을 가함으로써 나사나 커넥터의 나사선이나 돌출 부분이 없애 분해를 용이하게 할 수 있음 (그림 1 참고)

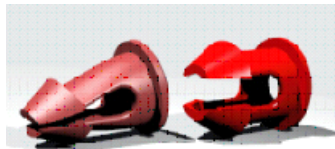


그림 1: 형상기억 Snap-fit 커넥터.

- 특히 이런 형상기억 나사나 커넥터를 특수하게 설계한 스프링과 같이 사용하면 휴대폰에 열을 가하면 스스로 분해가 됨 (그림 2 참조)

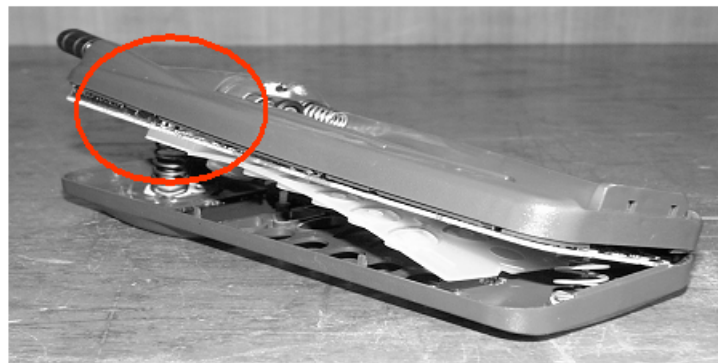


그림 2: 적극적 분해를 활용한 휴대폰의 자동 분해 시제품.

- 노키아연구소에서는 사용 후 제품의 분해 및 재활용을 돕기 위해 적극적 분해(Active disassembly) 메카니즘을 접목한 시제품 휴대전화기(Nokia

5110 휴대폰)를 만들었음. 이 메카니즘은 일반적인 사용 주기에서는 휴면 상태로 있다가 특수한 외부 요인(예를 들어, 열)에 의해 작동하여 스스로 제품을 분해시킴. 따라서 이 메카니즘은 사람이 손으로 분해하는 것에 비해 아주 효율적이고 안전하게 WEEE를 분해 및 재활용할 수 있음

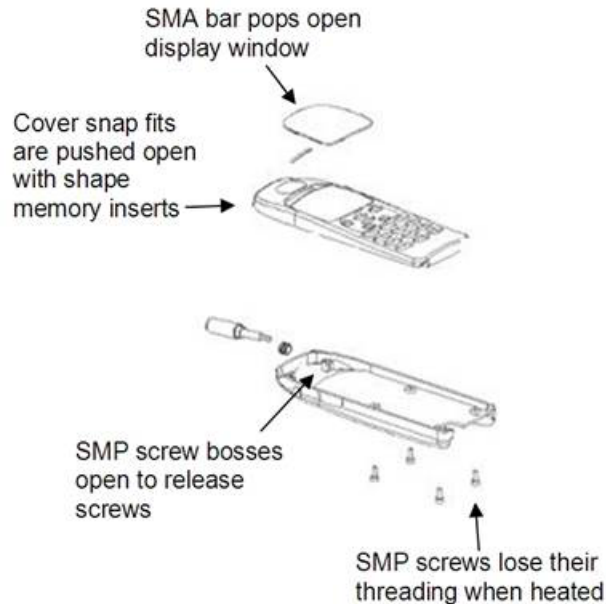


그림 3: 노키아 휴대폰의 Active Disassembly 개념도 (SMA는 Smart memory alloy의 약자이며, SMP는 Smart memory polymer의 약자임).

- **Active Disassembly Research**에 따르면 적극적 분해의 장점으로서는 다음과 같은 것이 있음

부품의 빠른 조립 가능

부품의 신속하고 깨끗한 분리 (사용 후 전기전자제품을 파쇄(Shredding)해서 유용한 물질을 선별하는 방식과 비교해서 플라스틱, 유용한 금속, 특별 취급이 필요한 부품 등을 아주 효율적으로 분리 가능).

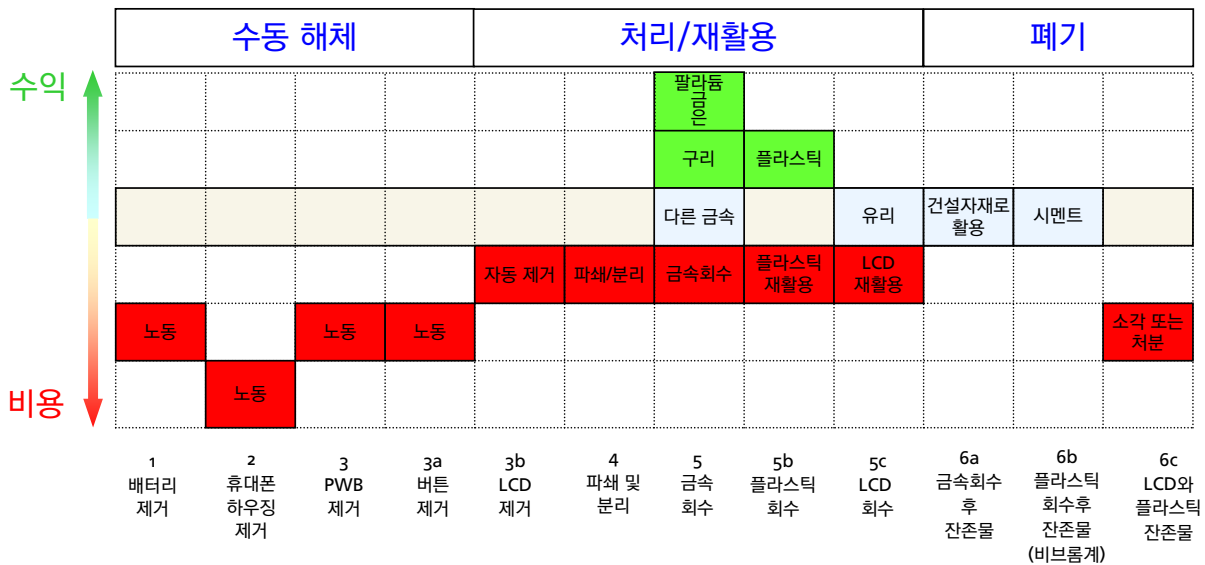
부품의 재활용을 향상

조립 및 분해시의 에너지 소비량 감소

환경에 대한 피해 감소

물질이나 소재 결합/접합에 대한 기존 방법 유지 가능

- 적극적 분해가 활용될 수 있는 대표적인 전기전자제품은 고가의 금속이 많이 포함된 제품이나 고분자가 많이 포함된 제품임. 이 경우 적극적 분해를 위한 소재비용 상승이, 빠르고 깨끗한 부품 회수로 경제성이 충분히 있음 [2]
- 그림 4는 WEEE 처리지침에 따른 휴대폰의 비용/수익 플로우이며, 적극적 분해를 사용할 경우 수동으로 처리해야 하는 배터리 제거, 휴대폰 하우징 제거, PWB(Printed wiring board) 제거, 버튼 제거 등의 과정을 획기적으로 개선할 수 있음



WEEE지침에 따른 휴대폰 재활용 공정

그림 4: WEEE처리지침에 따른 휴대폰 재활용 공정도.

- 적극적 분해 설계를 하는데 있어 중요한 요소 중의 하나는 원하지 않는 외부의 분해 요인(예를 들어, 한 여름의 밀폐된 자동차 내부)에 제품이 작동하지 않게 만드는 것임

참고 문헌

[1] Nokia, *Environmental Report of Nokia Corporation 2002*, 2002.

- [2] Joseph D. Chiodo and Casper Boks, *A Feasibility Study on Active Disassembly using Smart Materials –A Comparison with Conventional End-of-Life Strategies*, 2002.

내용문의: 청정기획팀

김 기주 (02-6009-3513)

<http://www.kncpc.re.kr>