

정전기(ESD)로 인한 국내산업 피해와 국제 동향

송상훈, 송광재
한국산업기술시험원

A International tendency and damages by ESD for Industry

Song Sang Hoon, Song Kwang Jae
Korea Testing Laboratory

Abstract - 정전기방전(Electro-Static Discharge)에 의한 피해는 전기전자제품의 파괴, 분체의 유도성 폭발, 도장 시 화재 등의 산업 각 분야에 걸쳐 인명이나 물질적 형태로 방대하게 발생하고 있다. 본 논문에서는 이와 같은 여러 형태의 ESD 피해형태 중 전기전자제품 관련분야에 대한 국내외적인 동향을 소개하고자 한다. 반도체, 디스플레이, 등 전기전자 산업분야의 소형화, 고속화는 ESD에 대한 민감도를 증가시키고 있으며, 전기전자 환경의 모든 산업분야에서 제품의 생산성, 신뢰성, 안전성에 커다란 영향을 미치고 있다. 그러므로 ESD 관련 국내 산업의 피해실태와 원인, ESD 방지를 위한 국내기술의 수준을 파악하고, 국제적인 기술동향을 분석하는 것은 매우 중요한 일이다. 이를 바탕으로 한 국내 관련 산업의 국제적인 경쟁력 확보를 위한 국가차원의 관리시스템 및 교육제도 도입성의 필요성을 제시하고자 한다.

1. 서 론

산업현장에서의 ESD는 “침묵의 반도체 살인자”라고 불릴 만큼 심각한 문제를 발생시키고 있다. 최근 반도체 소자, FPD(Flat Panel Display), 등의 소형화, 저전압 구동에 따른 ESD 한계 전압의 수준이 점차 낮아져 수십 볼트수준의 낮은 전압에서도 파괴되거나 이상을 일으킬 수 있다. ESD 발생으로 인해 제조업체는 수리 비용발생, 기술자의 시간소모, 소비자의 불만제기, 회사 명성 실추에 따른 판매 감소 등의 문제에 직면할 수 있다. ESD 발생에 따른 피해 비용의 잠정치를 표 1의 $\times 10$ 규칙에 따라 산해해보면 제조 단계 당 10배씩 피해비용이 증가한다[1] 예를 들어 ESD 발생으로 인한 컴포넌트 단계에서의 손실액이 C라면 PCB 테스트에서의 오작동 발견은 10C, 최종 테스트 단계에서는 100C, 소비자 측에서의 문제 발생은 1000C 수준의 피해 비용으로 추정할 수 있다. ESD 발생으로 인한 관련 업계의 피해액은 해마다 수십억 달러에 이르고 있다.

<표 1> ESD 피해로 인한 손실액 산출 - $\times 10$ 규칙[1]

발견 단계	상대비용	잠재 비용
컴포넌트	C	초과 보유, 생산 지연
보드(Board)	10 C	제작업, 생산 지연 및 계획 차질
마지막 조립	100 C	제작업, 출하 지연
소비자	1000 C	소비자 불만족, 판매 감소, 일자리 감소

미국과 일본에서는 정전기 방전협회 (ESDA)와 일본 전자부품 신뢰성센터(JEMIC)을 중심으로 전기 및 전자 부품, 조립품, 설비 보호를 위한 ESD 관리 시스템을 개발 운영하고 있다. 미국의 경우, 1970년부터 이에 대한 연구가 진행되어 오고 있으며, 1999년에는 ANSI ESDA S20.20-1999개발, 공표하였다. 이는 ESD 컨트롤 프로그램의 기본 요소들을 정의하고 이를 바탕으로 프로그램의 운영, 관리를 위한 ESD 전문 관리자(ESD Program manager)를 교육, 양성하고 있다. 일본의 경우도 IEC 61340-5-1,2 규격을 기본으로 정전기 관리기술자인 ESD 코디네이터 교육과 자격인증을 수년전부터 시행해 오고 있다. 이러한 국가적 시스템 도입을 통해 관련 산업에서 얻는 경제적 이득은 헤아릴 수 없을 정도의 규모이다.

현재 국내의 경우 ESD의 잠재적인 피해에 대한 정보를 작업자나 경영자가 충분히 제공받지 못하고 있으며, 대부분의 전자

부품이나 제품의 불량원인을 전기적인 과부하나 그 외 원천적인 제품 불량으로 인식하고 있다. 이로 인해 원인분석을 통한 ESD 관리 시스템을 구축함으로써 해결될 수 있는 문제를 수십 배의 비용을 투자하고도 근본적인 문제점을 해결하지 못하고 있다.

2. 본 론

2.1 전기전자 분야의 ESD 피해 현황

수동 조립과 반도체 제품의 취급에 있어서 ESD 피해를 유발하는 가장 큰 문제는 대전된 사람이다. 지난 수십 년 동안의 많은 노력에도 불구하고, ESD는 여전히 생산량, 제조비용, 제품의 품질, 신뢰성, 그리고 타산성에 심각한 영향을 미치고 있다. 업계 전문가들은 전기전자분야의 정전기로 인한 평균적인 제품 손실이 전체 손실의 약 33 %라고 추정하고 있다.

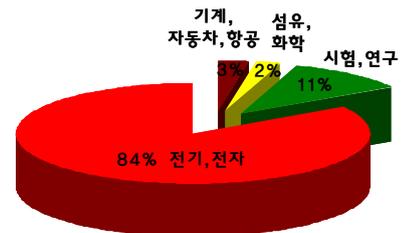


그림 1 정전기 관련 설비 보유현황에 따른 산업분포

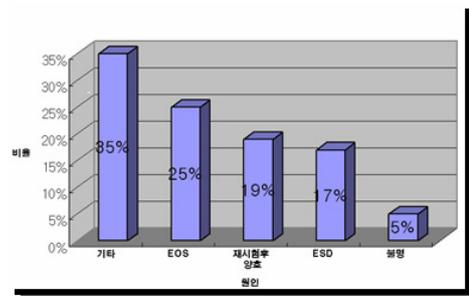


그림 2 반도체 디바이스의 고장모드별 비율

2.2 국내외 동향

2005년도 기준 전기전자분야 국내 총생산 규모는 약 700조 규모로 평가되고 있다. 그 중 반도체, 디스플레이 산업은 상당 부분을 차지하고 있으며 이러한 분야에 있어 ESD 관리는 생산성 향상을 위한 필수요소라 할 수 있다. 이러한 생산 공정 중 ESD 방지를 위한 체계적인 시스템 구축과 관리는 일부 기업을 제외하고는 아직 초보적인 수준에 머무르고 있으며 이에 대한 실질적인 피해는 각 기업마다 외부공개를 기피하고 있으나 그 정도는 앞 절에서 제시한 전기전자분야의 정전기 손실비율과 크게 다르지 않을 것으로 추정된다. 또한 ESD 방지를 위한 국내 관련 산업의 규모는 수 조원대로 추정하고 있으며, 대부분의 관련기업들이 외국제품을 수입, 판매하는 수준에 머무르고 있으므로 대부분의 전기전자 관련 제품 생산기업들은 미국, 일본, 유럽, 등으로부터 고가의 관련 장비를 구입하여 적용, 운영하고 있으나 그 근본적인 문제에 대한 분석과 체계적인 대응책이 마련되지 못하여 같은 문제를 지속적으로 되풀이하고 있는 상황이다.

미국, 일본, 등에서는 현재 국내에서 발생하고 있는 ESD에 의

한 문제점 인식 상황이 국내보다 앞선 산업발전 속도에 따라 좀 빠르게 적용되었다. 1980년대의 미국, 1990년대 일본의 상황은 매우 심각하였다. 그러나 미국의 경우 국방산업의 발달에 힘입어 이에 대한 체계적인 연구와 대책 마련을 위한 규격이 제정되었으며, 이는 현재의 각종 국제규격의 근간이 되고 있다. 뿐만 아니라 이들 나라에서는 국가차원의 대책보다는 기업들 간의 공통적인 인식확대로 이에 대한 연구와 대책마련을 위한 노력들이 전개되고 있는 것이 특징이다.

미국의 경우 1982년 ESD관련 공동연구, 신기술의 개발, 전문가적 교류를 목적으로 설립된 ESDA를 중심으로 하여 Intel, HP, GM, Lockheed Martin, 등 2000여 기업이 회원으로 참여하여 ESD 시스템적 방지 대책뿐만 아니라 ESD 방지 회로 설계기술에 대한 공동의 연구를 지속해 나가고 있으며 국제적 최고 수준의 정전기 관련 제품의 생산기술과 재료기술을 구축하고 있다. 뿐만 아니라 이에 대한 전문가 양성을 위한 ESD Program Manager 인증 제도를 도입하여 교육, 양성하고 있다. 이러한 노력으로 현재 국제적으로 ESD관련 분야의 최고의 입지를 확보하고 있다.

일본의 경우 전자부품의 신뢰성 제고를 위해 설립된 RCJ를 중심으로 Sony, Mitsubishi, Toyota, 등의 기업들이 ESD에 대한 상호기술교류와 국제적 공동 대응을 목적으로 활발하게 활동하고 있다. 또한 미국과 유사하게 일본 국내의 정전기 관련 관리전문가 양성으로 위해 ESD Coordinator 자격 인증제도를 2000년 이후 도입운영하고 있으며, 최근 들어 동남아시아 국가의 기업들이 이러한 제도 도입을 위한 전문가 양성을 위해 교육 참여를 확대하고 있다.

<표 2> 미국과 일본의 자격인증 제도 비교

교육기관	교육목적	교육내용 및 효과
ESDA (미국)	ESD 전문가 양성	-교육항목 : IEC 61340-5-1, 5-2, EOS/EOS 방지 설계, 분석 -교육교재 : symposium, seminar 자료 -교육효과 : ESD 각 분야의 전문
RCJ (일본)	ESD 관리 기술자 양성	-교육항목 : IEC 61340-5-1, 5-2 번역본 -교육교재 : 정전기 관리기술의 기초, 정전기관리 입문

2.3 ESD 방지 대책과 효과

현재 ESD 방지를 위한 각종 시스템과 체계는 세계적으로 유사한 형태를 구축하고 있으며 이에 대한 국제적 규격(IEC, ANSI)이 제정, 이용되고 있다. ESD에 대한 체계적인 대책은 크게 세 부분으로 나눌 수 있다. 첫째, 발생 원인에 대한 정확한 측정과 원인분석이다. 두 번째, 이에 적합한 대책 수립이며 세 번째, 수립된 대책에 대한 명확한 평가와 체계적인 교육시스템 구축이다. 이는 효과적인 수행 계획, 관리 위탁, 장기간 처리 소유자, 활동적인 리더쉽 팀, 실질적인 요구조건, 측정 가능 목표를 향한 교육, 과학적인 방법을 이용한 회계감사, ESD 시험 설비, 통신 프로그램, 조직적인 계획, 인적 요소 공학(Human factors engineering), 지속적인 개선의 12가지 중요 요소로 분류할 수 있다.

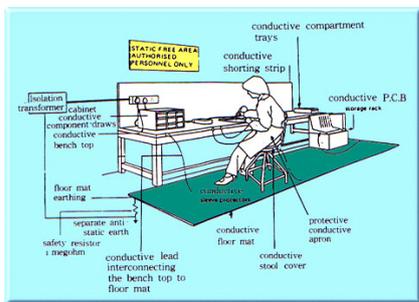


그림 3 간략화 된 ESD 방지시스템[2]

미국의 AT&T, Lockheed Martin, Lucent 등 많은 기업들이 이러한 ESD 방지 시스템 도입 전후를 비교분석한 결과 평균 7~22%의 불량률 감소, 5~17%의 원가절감의 효과를 거둔 것으로 나타났다. 뿐만 아니라 ESD에 의한 잠재적 불량까지 고려한다면 그 비율을 더욱 증가할 것으로 판단되며 이러한 시스템 도입을

위해 소요되는 비용 대비 얻어지는 경제적인 효과는 표 2-1의 사례와 같이 수배의 수준 이상임을 알 수 있다. 그러나 무엇보다도 제품에 대한 신뢰도 향상은 소비자의 구매만족도를 향상시켜 결국에는 매출증대로 이루어진다는 것이 가장 큰 경제적 효과이다.

<표 3> Factory wide return on ESD investment[3]

Investment	Cost(k DM)
Transport&packaging	950
Coats, footwear etc	72
Other costs	100
Training, audits	170
Total investment	1,290
Total cost of ESD failures	14,400
Potential cost/benefit ratio	1:11

2.4 국내 ESD 관련 향후 대책[4]

지금까지 국내에서도 이러한 ESD에 대한 체계적인 관리 시스템 도입의 지속적인 요구가 발생되어 왔으며 이에 대해 기술표준원, 한국산업기술시험원을 중심으로 ESD에 대한 체계적인 대책 마련과 관련인력 양성을 위한 제도도입을 적극 검토해 왔다. 이러한 사전연구를 통해 필요성이 요구되며, 국내에 도입 가능한 관리시스템에 대한 연구를 진행해 온 결과, IEC 61340-5-1,2를 중심으로 체계적인 ESD 관리시스템 도입과 이러한 시스템을 유지, 관리할 수 있는 ESD 전문가 교육 및 자격인증에 대한 제도를 수립, 추진 중에 있다. 이러한 제도 도입은 현재 낙후된 수준에 있는 국내 관련 기업들의 경쟁력확보를 위한 기술보급을 목적으로 이루어질 예정이다. 그러나 앞의 미국, 일본의 사례에서도 알 수 있듯이 이러한 제도의 도입은 관련 기업의 적극적인 참여 없이는 실효성을 거두기가 불가능하다. 그러므로 향후 국내 ESD 관련제품의 생산 기업, ESD 피해 생산기업, 소비자, 관련 연구기관, 등이 참여하는 협의체 구성하여 이를 중심으로 한 지속적인 연구, 개발, 기술교류가 시행될 것으로 예상된다.

<표 4> 국내 도입예정인 정전기 관련 자격인증제도 개요

목적	국내 정전기 체계적인 관리시스템 도입과 이러한 관리시스템을 구축, 유지, 관리할 수 있는 인력양성
운영	- 실무/책임 2단계로 구분하여 인증 - 교육 4회, 자격시험 2회/년 실시 - 전문위원회, 4개 분과, 운영기관으로 구성
교육내용	-KS C IEC61340-5-2를 기본으로 한 이론/실습 교육 -관련 국제동향에 대한 정보제공

3. 결 론

ESD 분야에서 직면하는 가장 큰 문제점은 ESD에 대한 인식이다. 그로 인해 원인분석을 통한 방지 시스템을 갖추어서 해결될 수 있는 문제를 수십 배의 비용을 투자하고도 근본적인 문제점을 해결하지 못하고 있다. 그러므로 이러한 시스템 도입은 국내 기업제품의 신뢰도 향상은 물론 생산성 증대에도 매우 중대한 사항이다. 따라서 산·학·연의 공동의 협력이 필요한 시점이며 무엇보다도 최종 생산현장에 이를 수행하는 생산 작업자의 적극적인 호응과 이를 뒷받침해줄 수 있는 경영자의 적극적인 인식 변화가 뒤따라야만 제도의 성공적인 도입이 가능할 것으로 생각한다.

[참 고 문 헌]

- [1] Jeremy Smallwood, "Effective ESD Protection", Electrostatics 2007 Workshop
- [2] IEC 61340-5-1,2 Electrostatics, 2000
- [3] Helling KH.(1996) ESDS Protection measures Return on investment calculation and case study. EOS/ESDS Symposium
- [4] 한국산업기술시험원, "정전기코디네이터 자격인증 도입방안 연구", 2006