

## 반도체 산업에서의 재해 예방 모델 개발

### - A Model Development of Injury Prevention for Application in the Semiconductor Industry -

윤 용 구\*

Yoon Yong Gu

홍 성 만\*

Hong Sung Man

박 범\*\*

Park Peom

#### Abstract

It has been Management for stabilize Enterprise-Management for Economic demand for to Productivity, Automation, customer satisfaction, Especially Semiconductor-Industry has been, potential-risk in working to factory to machine equipment , all kinds of utility, gas, chemical, electronic, Fire.

This study of basic-purpose has Research Different From as Follow to analysis and Solution For semiconductor product Factory of a actual point Data and specific-gravity to Relation for company-Injury.

1. It has been try to Injury-Tendency and cause-Analysis for our Country -Manufacture-Occupation.
2. Semiconductor Injury of Actual-condition in Enforcement for problem and Analysis that Injury Problem has occupied it Submitted to Solution for ordinary Injury theory View to point Solve at for New Model has applicated to that nilem for processed to Solution.

-----  
\* 아주대학교 산업공학과 박사과정

\*\* 아주대학교 산업정보시스템공학부 부교수

## 1. 서론

반도체 산업의 제조 공장 생산 비율은 한국이 38%(SEC:20.9%, hynix: 17.1%), 중국이 21.2%, 미국이 18.7%, 일본이 12.7%, 기타 9.4%를 차지하고 있고 국내에서의 반도체 생산품은 현재 전 세계적으로 매우 우수한 경쟁력을 지니고 있다[14].

반도체 제조 공장은 각종 utility(PCW, 스팀, 가스, 케미칼, 공조, 전기 등)의 위험 요소가 내재하고 있어서 공장 설비·기계 장치의 고도화, 대형화, 자동화, 무인화를 비롯한 무해한 원재료의 활용, 첨단 신소재의 지속적인 도입 등 Break-Down-Maintenance 예방을 위해 충족되어야 할 환경 조건이 매우 많다[1].

또한 반도체의 제조 공장에서의 재해는 안전 규정에서 정해진 1차적인 기준 이상을 벗어나면 다른 환경 안전 보전에 변경 요인을 연쇄적으로 제공하게 되므로 최초의 안전 규정의 제정에서부터 종합적인 안전 대책이 이루어져야 한다[1][16].

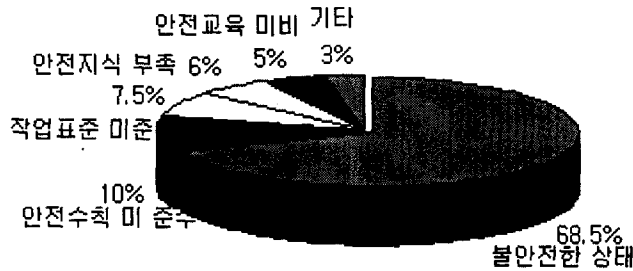
전 세계적으로 가장 많은 비율의 반도체 생산품을 양산하고 있는 국내 반도체 산업에서의 재해 예방에 대한 방안은 타 제조업에서 규정되어진 안전 지침에 많은 부분 의존하고 있으며 아직 반도체 산업에 대한 독자적인 재해 예방 안전 대책에 대한 연구는 매우 드문 실정이다.

따라서, 본 고에서는 반도체 제조 공장의 재해에 대한 근원적인 해결을 위해 반도체 제조업체에서 적용 가능한 재해 예방 Model(이하 “재해 예방 Model” 이라 한다.)을 선정하고 실 사업장에 이를 적용하여 문제점을 도출하여 개선함으로써 반도체 제조 공장에 필요한 재해 예방 사례로 제시하고자 한다.

## 2. 반도체 제조 산업에서의 안전에 대한 고찰

산업재해를 불완전한 행동(인적 요인)과 불완전한 상태(물적 요인)로 나누어 분석하여 보면 불완전한 상태에 의한 재해가 전체 재해의 68.5%를 차지하고 있고 불완전한 행동은 전체 재해의 31.5%를 차지하고 있다[12].

반도체 산업에서의 불완전한 상태로 기인한 재해는 기계, 기구 등의 안전장치 결여, 부품에 대한 열화·노후화, utility 재질에 대한 재질 불량 등에 의해 발생하는 경우가 대부분이며 불완전한 행동에 의한 재해는 기계, 전기, 화학 설비 및 유해·위험 물질, 고압가스 등의 취급 방법 부주의, 보호 장구 미착용 등과 같이 안전 수칙 미 준수가 10%를 차지하고 있고, 반도체 설비 요소의 가동부, 반송부, 진공계, 챔버류, 고온부, 냉각부의 unit와 가스, 케미칼의 박막 형성 장치, 도핑 장치, 아닐 장치, 레지스터 처리장치, 에칭 장치, 세정 장치, 설비 환경, 세정 건조의 설비에 대한 작업 표준 미 준수로 인한 재해가 7.5%를 차지하고 있다. 다음으로 Eye-Marking 불량과 설비의 안전 지식 부족으로 인한 조작 실수가 6%를 차지하며, 안전 수칙에 대한 오해 및 경험 부족 및 점검에 대한 준수 사항 미비 등으로 인한 교육 미비가 5%, 기타 간접적인 재해 발생 원인이 3%를 나타내고 있다[1]<그림 2.1>.



<그림 2.1> 반도체 산업에서의 재해 발생 유형

Yoon은 불안전한 상태인 시설 하자의 문제가 불안전한 행동 비율 보다 앞서고 24시간 가동하는 공장 체제에서는 장치산업의 시설과 직접 연관이 있다고 하였다[1].

또한 불안전한 행동으로 보인 안전 수칙 미 준수는 현장의 설비 기술자들의 작업 전 Tool-Box Meeting이나 행동강령 및 Leader의 사전 중요 요소에 대한 숙지 및 Touch-and-call의 의식화로 작업에 임해야 하며 조작?판단 Miss는 반도체 제조 공장에서 색깔 표준 및 Eye-Marking에 대한 기준과 지침에 의거하여 운영 및 보완토록 하고, 작업 표준 미 준수는 작업자, 기술자로 하여금 자기가 맡은 공정 및 설비에 대한 기초 프로그램에 의해 교육을 통해 인증을 함으로 좀더 확고한 표준 이행률을 높게 실행할 수 있는 방안을 마련하여야 한다.

결국 교육은 일반적인 산업 안전 교육뿐만 아니라 업무별 특화된 영역에 따른 전문가 육성과 더불어 연간 교육 Plan에 의거한 철저한 시행 및 활성화가 선행되어야 하며, 여기에 대한 회사 차원에서의 실질적인 안전 교육에 대한 시스템 구축이 연구되어야 한다.

반도체 제조 산업에서의 재해를 유형별로 분류하고 대책을 선정을 고찰하면 우선, 가스에 대한 재해 유형에 대해서는 도체 제조 산업에서의 미세 관리 및 Main 설비의 각 Part에 대한 신뢰성 관리 즉, 수명에 대한 관리가 철저히 되어야 하고, 특히 반도체 공장에서의 가스에 대한 관리는 안전의 제반에 매우 중요한 factor로 작용하므로 가스에 대한 육안 점검에서 기능 점검으로 한 단계 진보되어야 한다. 또한 이 부분을 다루는 작업자는 작업에 대한 철저한 숙지 및 인증이 되어 안전 수칙 및 작업, 설비 표준 이행을 준수하여야 한다.

케미칼에 재해 유형은 주로 식각 설비, 케미칼 중앙 공급 장치에 대한 unit 및 탱크, 재질에 대한 노후와 및 part 식각, 케미칼 운반 중 Bottle Leak 및 작업 및 설비 P/M 시 케미칼 튀는 현상으로 발생하며 이는 불안전한 행동과 불안전한 상태가 동시에 존재한다. 그중에 케미칼로 인한 재질 노후화로 인한 Leak 재해와 작업 중에 케미칼이 튀는 현상으로 발생하는 재해가 급증하므로 케미칼에 대한 사용상의 기준이 좀더 세분화되어야 하고 용접 관리 포인트에 대한 기능 점검이 활성화하도록 하여야 하며 보

호구 착용에 있어 관리 감독자의 작업 안전 수칙 준수가 절실히 요구된다.

utility에 재해 유형은 utility 재질에 대한 기능과 utility용 자재에 대한 인증 및 즉각적인 대책 능력이 시급하게 강구되어야 하며, 이상 발생 시 주기적인 Shut-down으로 잠재 재해에 대한 돌발 Loss를 제거하여야 한다. 또한 Leak가 주관점으로 이력 관리가 철저히 되어야 하고, 요소 부분마다 Eye-Marking을 철저히 하는 한편 부분 교체보다 전체 개선으로 동일 재해에 대한 재발 문제가 발생치 않도록 사전 예방과 계획을 철저히 하여야 한다.

전기에 대한 재해 유형은 인명과 화재로 영향을 미칠 수 있으며, 그 원인에는 반도체 설비 내부의 접속 단자 및 자재의 열화로 인한 발열 문제가 대부분을 차지하고 있으며, 또한 설비의 안전장치의 미비와 이설 및 폐기처분 시 배전반 관리에 대한 Eye-Marking 미흡으로 Human-Error가 발생하고 있어 전기 설비에 대한 개폐 및 시건장치 및 Sealing미비에 대한 대책이 요구된다.

방재에 대한 재해 유형은 직접 원인으로 거의 가스에 대한 문제와 동일하게 강도율이 높고 방재는 확산 속도 및 피해 정도가 클 수 있으며, 고압 가스류와 케미칼 위험물, 그리고 고온 설비에 대한 열과 케미칼에 대한 문제로 발생되므로 사용자 원칙에 의해 안전 수칙을 지정하고 작업 방법에 따른 interlock 시스템의 보완과 함께 사고 발생 이전 단계에서의 조기 Monitoring 운영과 감지기에 대한 설계 측정이 유기적으로 운영되어야 바람직하다.

안전 제반에 대한 재해 유형은 interlock 해체, 유압 및 Motor의 가동 시 불안정한 행동, 예방 점검의 소홀, trouble-shooting 시의 부주의로 재해가 발생하고 utility의 공간 및 장소의 미확보와 사전 부주의로 인한 재해 발발 우려가 많다. 또한 배관 설치, 철거 중에 작업의 난이도에 의한 불안정한 행동으로 신체에 상해가 발생하거나, 예기치 않은 가해물로 인한 재해가 생길 수 있다. 작업자는 작업장 내에서의 작업의 표준 이행과 안전 작업 준수로 안전 제반에 발생할 수 있는 재해를 예방하여야 한다.

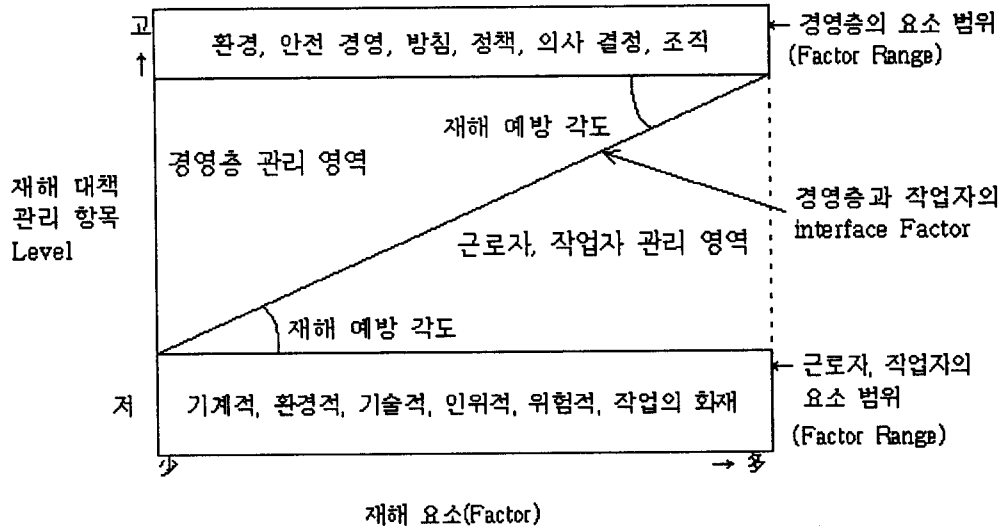
기타 반도체 산업에서의 작업환경과 교통, 그리고 사무실에서의 작업에 대해 발생될 수 있는 사고에 대해서는 안전 수칙을 숙지하고 각각의 유형에 적절한 안전 의식의 제고가 요구된다.

이와 같이 불안정한 행동 및 불안정한 상태가 동시 다발적으로 존재하는 반도체 제조 산업에서의 재해에 대해서는 요소별 원인 규명에 의한 대책 수립과 더불어 반도체 산업에 적용 가능한 재해 예방 모델의 선정을 통한 근원적인 해결 방안을 모색할 필요가 있다.

### 3. 반도체 제조 산업에서의 재해 예방 Model 개발

#### 3.1 재해 예방 Model의 선정

재해 예방 이론과 Modeling은 불안정한 행동, 상태를 제어하기 위한 종합적인 Program을 구축하는 것으로 1920년 중반부터 현재까지 불안정한 행동과 불안정한 상

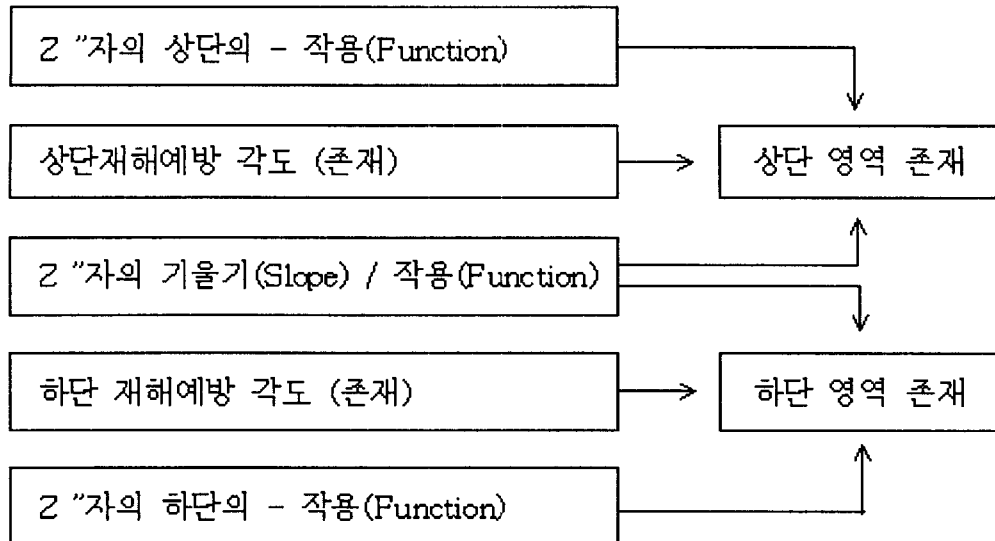


<그림 3.1> 반도체 산업 적용 재해 예방 Model

태를 미연에 제어하기 위해 하인리히 도미노 이론부터 그로스의 다중 요인 이론까지 여러 학자에 걸쳐 Modeling 되어 왔다[3][4][21].

본 연구에서는 기(其) 제시된 여러 재해 예방 Model에 대한 이론적인 바탕을 기반으로 반도체 공장의 실 사업장에서 근무하는 작업자를 대상으로 설문 및 Brain Storming을 통해 재해 예방 Tool을 Modeling하고 이를 도식화하였다. 실태 조사를 위한 설문조사에서 설문 대상은 세계 반도체 생산 비율의 20.9%를 차지하는 S사와 서울, 경기 일원의 100인 이하의 근로자를 고용한 S사의 반도체 협력 업체 13개사에서 근무하는 근로자 500명을 대상으로 하였고 사전에 각 사에서 근무하는 안전 관리자 13인으로 하여금 실태 조사에 대한 설문의 취지를 충분히 숙지하게 하였다. 설문 기간은 2001년 12월 1일에서 2002년 2월 28일까지 3개월간 실시하였고 총 13개 업체에서 318명의 응답률(63.6%)을 보였다. 설문 결과 반도체 산업에서는 특성화된 종합적인 재해 예방 모델이 필요하다(72.3%)는 응답을 보였고, 주요 생산품의 양산 특성상 항상 Clean조건을 유지해야 하는 등 타 업종과는 구별되는 환경 조건을 특성화된 재해 추진 방향의 필요성에 설정의 가장 큰 이유로 답하였다. 대다수 사업장에서는 안전에 대한 구체적인 모델을 적용하고 있지 않았으며(71.4%) 자사에서 제시한 안전 수칙의 숙지조차 미흡(48.3%)하여 반도체 산업에서의 재해 예방에 대한 근원적인 해결 방안이 필요함을 시사하였다.

안전 관리자 13인을 대상으로 실시한 Brain storming 결과에서는 자사의 최고 경영자가 뒷받침하는 정책적인 재해 예방 Model이 제시되어야 한다는 의견으로 수렴되었고 이러한 안전 정책을 뒷받침할 수 있도록 실 사업장에서 적용할 수 있는 재해 예방 모델이 구체화되어야 한다는 의견이 제시되었다. 근본적인 대책을 제시하는 부분으로



<그림 3.2> 재해 예방 Model에 대한 Diagram

대기업 혹은 관련 부서 간에 Role-Play가 원활하게 되기 위해서 장기적인 Vision 제시와 무재해를 달성하기 위한 기술적인 측면, 관리적인 측면, 교육적인 측면을 다 내재한 System적인 Model 선정으로 Modeling의 방향성이 제시하였다. 이러한 의견을 취합하여 반도체 제조업체에서 적용 가능한 재해 예방 Model을 도식화하였고<그림 3.1>, 이 Model에 대한 Diagram은 <그림 3.2>와 같다.

### 3. 2 재해 예방 Model에 대한 Function 해석

#### ▶ Z "자의 상단-

경영층에서 관리, 정책, 시스템, 비전(Vision), 의사 결정, 관리, 조직 구조

(결정, 운영, 관리, 의지의 Function)

#### ▶ Z "자의 Slop

간접, 지원 부서, 현장의 System, 경영자의 시스템을  
Interface Link 하는 부서, 조직, 항목

(Top→Down, Bottom→Up의 Function)

#### ▶ Z "자의 하단-

현장에서 기계적, 작업환경, 위험 요소, 재해의 인자 운영, 관리

(현장의 1차적 관리의 Function)

▶ Z "자의 상단의  $\nearrow$  영역

경영층의 관리 영역

▶ Z "자의 하단의  $\searrow$  영역

작업자, 근로자의 관리 영역

▶ Z "자의  $\Sigma$  상, 하단의 Angel

재해 예방 각도

제시된 재해 예방 Model에서 Z모양의 상단은 경영층의 업무 Role의 환경 안전 부분의 Area이고, Model의 기울기 부분은 Staff의 업무 Link 역할로 업무에 대한 양과 질은 여기서 검토된다. 또한 Top과 Down의 신속한 의사 전달 및 업무 흐름을 신속히 해주고, Interface 해주는 작용의 Role이다. Z의 하단 부분은 현장 작업자의 환경 안전의 Area로 Top 부분은 경영층 혹은 관리자의 관점에서 Down은 현장 작업자의 관점에서 업무의 양과 질에 비례해서 가져가야 하며, 업무의 흐름은  $\rightarrow \checkmark \rightarrow$  형태로 진행되어야 한다.

기울기 Z 형태의 Range 즉, 상단의 경영층, Slope의 Staff, 하단의 작업자가 동일한 업무 범위에서 추진되어야 업무의 시간적인 측면에서 신속하며 정체성이 없이 의사결정이 진행된다.

Z 형태의 Top 부분에 업무의 양적인 부분이 많으면 경영층의 회사에 대한 큰 방향이 정체되어 있다는 의미이며, Z 모양의 Bottom이 업무적으로 많으면 재해 관련 해결해야 될 과제가 산재되어 있다고 볼 수 있다. 따라서, 기울기의 형태는 이상적으로 Z 형태를 추구해서 중간 Staff의 업무적인 부분을 최대한 짧게 해주어야 한다. 이것은 여기서 재해 예방 각도라고 명기한 부분이 이상적인 각도를 45도 유지해서 상호 보완, 공존 체계로 유지하고 경영층의 재해 예방 각도와 근로자, 작업자의 재해 예방 각도를 균일하게 가져가는 것을 이상적인 각도로 지정한다.

결국 재해 예방 Model을 기준으로 삼자(경영층, Staff, 근로자)간에 요소 범위, 관리영역과 예방 각도를 업무 범위가 비등한 상태로 유지하면서, 업무의 흐름도를(순방향) 가져가는 것이 가장 이상적이라 하겠다.

현장에서는 1차적으로 관리해야 할 사항이 경영층의 재해 예방 사항을 잘 수행하는지를 보좌하는 것이고, 개선해야 할 재해 인자를 경영층에 충분히 반영시키도록 하여야 한다.

재해 예방 각도에서 가장 이상적인 기울기는 상단, 하단의 각도가 45도이어야 하지만, 이렇게 되면 간접 지원 부서 없이 제반 안전 대책이 직접 현장에서 반영될 수 있으므로 이때의 중간층에서 역할은 무재해를 위한 관리, 개선, 운영 시스템을 적절히 제공할 수 있는 Link는 필요하다.

〈표 3.1〉 재해 예방 Model의 Function 특성

	상 단	기울기	하 단
신체 비유	머리	허리	팔, 다리
계 층	경영자	중간 관리자	작업자, 근로자
업무 영역	방향, 정책 제시	링크(Link)역할	현장 활동
항목 수준	고	중	저
영역과 각도 관계	비례관계(상단, 하단)		

상단, 하단의 재해 예방 인자, 시스템을 구축해 나감으로써 상단, 하단의 영역이 커지면서 예방 각도는 자연스럽게 커지게 된다. 그 영역은 관리 상단(경영자 층)의 영역과 하단(작업자, 근로자)의 영역은 중간 부서 및 중간층 연결되어야 할 부분으로 관리 영역을 의미하며 이 때문에 중간층의 역할이 중요하다. <표 3.1>는 재해예방 Model Function 특성을 나타낸 것이다.

### 3.3 재해 예방 모델 추진 방향

재해 예방 Model은 반도체 제조 공장의 실 사업장에서 장기적인 관점에 의해 제시된 Model을 적용하여 점차적으로 횡 전개를 추진함으로써 재해 예방의 활동에 대한 적용 및 실증이 검증되어야 한다. Model의 적용 및 검증에 대한 방향은 항상 3가지 축으로 진행을 실시하여야 하는데, 경영자의 Factor, 중간 관리자의 Factor, 작업자의 Factor를 모두 고려한 재해 예방 3 Factor를 항상 병행하여 추진토록 하여야 한다.

재해 예방 Model에 따른 추진을 위해서는 재해 예방에 대한 구체적인 실제 Action Item을 우선 선정하고 경영자의 Factor는 중간 관리자를 통해 작업자까지 연계하고 작업자의 재해 예방 활동 및 추진 사항은 Bottom-Up으로 전달되어, 의사 결정을 하게 한다.

세부적인 추진에 대한 검토를 위해 시행 초기에 각각의 Factor별로 진행 사항이 이루어 지도록 Follow-Up하고 개선되어지는 상황에 따라서 Check-List를 통해 Follow-through 여부를 확인한다<표 3. 2>. 추진 진행 과정에서 추가되는 항목에 대해서는 지체 없이 Upgrade한다.

재해 예방 Model의 적용을 통한 재해 감소 및 예방 활동을 하기 위해서는 경영자, 중간 관리자, 작업자의 혼연일체가 필요하고, 추진 사항도 3개의 재해 예방 Factor에 정해진 Item에 따른 Top과 Bottom간의 Gap이 없이 추진되어야 하며 이를 위해 특히 중간 관리자층에서 재해 예방 Model 추진 의식에 대한 확고한 의지와 실천이 요구된다.



<표 3-3> 재해 예방 Factor 추진 Check-List(예시)

\* 미실시: — 실시:V

주관 추진 Factor	추진 사항	Check
경영자	* 경영층 환경 안전 위원회 신설	—
	* 환경 안전 선 집행 및 투자 우선 시행	V
	* 환경 안전 문제 선 현장 적용 개념 시행	V
	* 학습 조직 운영	V
	* Expert 과정 추진	V
	* 협력 업체 Win-Win 상호 공존 체계 수립	—
	* 인증 체계 System 수립	V
	* 정보 공유 System 운영	V
중간 관리자	* 관련 부서 간의 지식/정보 회의체 운영	—
	* 지침의 표준화	V
	* 업무 특성화 교육 계획 및 교안 운영	V
	* 중간 관리자 현장 체험 운영	—
	* 심사, 내부 평가제 운영	V
	* 인증 체계에 따른 (사람, 작업, 부대설비)운영	V
	* 영역별 등급제 평가 운영	V
	* 업무 특성 전문가 육성, 운영	—
작업자	* 테마별 안전 점검 체계 운영	V
	* 체크리스트(Check-List) 문서화	—
	* 불합리, 이상 발생, 잠재 재해 요소 프로그램화	V
	* 육안에서 계측기 활용 및 적용 활동(전기, 환경, utility관점)	V
	* 안전의 마이 머신(My-Machine) 운영	V
	* 사고 기념비 운영	—
	* 기본 지키기 활동	V

## 4. 결론

사회 안전에 대한 인식도 조사에 의하면[13] 현재 운용되는 건축 및 건설, 환경에 대해서 전국적으로 안전하다(4.5~5.4%), 보통이다(30~30.4%), 불안하다(64.7~65.1%)로 표출되고 있다. 안전에 대한 사회 전반적인 의식의 고취를 위해서는 재해 예방에 대한 제반 요건을 보다 표준화, 인증화, 시스템화, 교육화, 눈 높이화 하는 것이 중요하며 산업체에서의 안전한 작업 현장을 구현하기 위해서는 현장 안전 제반에 대한 요건이 상호 시스템화 되어 유기적인 관계를 이루어야 하는 것이 선행되어야 한다.

이와 같은 견지에서 볼 때 반도체 제조 산업에서도 재해 예방에 대한 안전 대책의 선정을 위해서는 반도체 제조 산업 자체의 적극적인 안전 시스템 구축과 CEO, CTO 등 최고 경영자의 재해 예방에 대한 관심과 노력이 강화되어야 함은 물론이고, 안전 시스템의 지원 체계에 있어 보다 적극적인 관리가 이루어져야 효과적인 성과를 기대할 수 있으리라 본다.

본 고에서는 반도체 제조 공장의 재해에 대한 근원적인 문제 해결의 일환으로 반도체 제조업체에서 적용 가능한 재해 예방 Model을 선정하고 구체적인 추진 방향에 대한 방안을 제시하였다. 추후 제시한 재해 예방 Model을 이용하여 안전 추진 3 Factor (경영층, staff, 현장 작업자)에 부합되는 재해 대책 항목을 선정한 후 실 사업장에 적용하여 실증적인 추진을 전개를 함으로써 재해 예방 Model에 대한 재해 예방의 효과를 검증하는 것이 필요하며 이는 반도체 산업에 있어서의 안전 경영 추진을 위한 도구를 마련함에 있어서의 사례로 유용될 수 있으리라 기대된다.

## 5. 참고문헌

- [1] 윤용구, "반도체 산업재해 분석 및 예방 Model 개발", 아주대학교 산업대학원 석사 학위 논문, pp. 1~5, 2002.
- [2] 홍성만, 이정기, 박범, "건설안전관리비 산정 프로그램 개발", 안전경영과학회지, Vol 4, No 2, pp. 23~32, 2002.
- [3] 권영국, "산업안전공학", 형설 출판사, pp. 108~191, 2000.
- [4] 김병석, "신산업재해방지론", 형설출판사, pp. 14~72, 1998.
- [5] 김익노, "작업안전대책에 관한 조사", 동국대학교 행정대학원 석사학위논문, pp. 8~9, 1986.
- [6] 김중규, "건설재해의 예방대책에 관한 연구", 동아대학교 경영대학원 석사학위 논문, pp. 41~42, 1986.
- [7] 박필수, "산업안전관리론", 중앙경제사, pp. 47~55, 1986.
- [8] 한국산업안전공단, "건설재해유형별 안전점검 편람", pp 195~221, 2000.
- [9] 한국산업안전공단, "안전관리실무", pp 278~282, 1998.
- [10] 성영선, "중소건설현장의 안전관리 실태와 활성화 방안에 관한 연구", 서울산업

- 대학교 석사학위논문, pp 12~15, 1996.
- [11] 노동부, “2000년 산업재해분석”, pp. 15 ~ 20, 2000.
- [12] 한국산업안전공단, “주요국의 산업재해 현황 및 통계제도”, pp. 18, 2001.
- [13] 한국산업안전공단, “산업사회 안전문화 조성을 위한 학술 토론회 결과 보고서”, pp. 23, 1995, 5.
- [14] 삼성전자, “설비사전 안전 인증 가이드북”, pp. 7~28, 1999.
- [15] 통계청, “한국의 사회지표”, pp. 452 ~ 453, 1998.
- [16] 삼성그룹, “기술자를 위한 안전기술의 본질”, 정문사, pp. 60~61, 1998.
- [17] 比川徹三(역자: 박재영, 신승우), “基本安全工學”, 도서출판 세화, pp. 25~28, 1997.
- [18] <http://www.lgeri.com>(주간경제 665호).
- [19] <http://www.ksia.or.kr>
- [20] Rasmussen, J. “A Taxonomy for Describing Human Malfunction in Industrial Installation of occupation Accident's”, vol. 4, pp. 311 ~ 313, 1982.
- [21] H.W.Hein Rich, “Industrial-Accident Prevention”, New York MCGREW-HILL BOOK. pp. 36 ~ 40, 1969.

## 저 자 소 개

윤용구 : 아주대학교에서 공학 석사 학위를 취득하고(2002), 현재 아주대학교 산업공학과 박사과정에 재학 중이다. 삼성전자(반도체) System LSI 환경안전과에 재직 중이며 주요 관심분야는 산업안전, 감성공학 등이다.

홍성만 : 숭실대학교 산업공학 학사(1999), 아주대학교에서 공학 석사 학위를 취득하고, 현재 아주대학교 산업공학 박사과정에 재학 중이다. 관심 분야는 산업안전, 감성공학, HCI 등이다.

박 범 : 아주대학교 산업공학과를 졸업하고 미국 Ohio Univ. 산업공학 석사, Iowa State Univ.에서 산업공학 박사학위를 취득하였고, 한국 전자통신 연구소에서 Human-machine Interface 업무에 선임 연구원('93-'95)을 역임하였으며, 현재 아주대학교 산업공학과 부교수로 재직 중이다. 주요관심 분야는 인간공학, 감성공학, HCI, 설비안전이다.