

부품 · 소재의 신뢰성 인증 제도

함종걸 · 박정원 · 김성민 (한국산업기술시험원)
조정환 (김포대학)

1 서론

산업과 기술이 발전함에 따라서 소비자들은 더 좋은 제품을 사용할 수 있게 되고, 세계화로 인하여 국가간 벽이 허물어짐에 따라서 제품에 대한 선택의 폭이 넓어지게 되었다. 이와 같은 상황에서 소비자들의 제품에 대한 기대 수준은 점점 높아져 왔으며, 제조업체들은 이전에는 안전성만 입증되면 제품 판매가 가능했지만 지금은 제품의 품질과 신뢰성이 뒷받침되지 않으면 소비자에게 외면당하는 상황이 되었다.

이와 같은 상황은 전자부품의 경우에도 예외가 아니다. 몇 년 전까지 국내의 전자부품 산업은 소비자 인 완성품 제조업체에게 신뢰성은 높지 않으나 가격이 저렴한데 이점이 있는 것으로 인식되어 가격경쟁력을 유지하는데 모든 노력이 집중되고 있었고, 신뢰성은 고려의 대상이 못되었다. 신뢰성의 중요성을 인식한 몇몇 부품 제조업체가 신뢰성을 제고하였다고 하여도 향상된 신뢰성을 입증하기 위해서는 현재 신뢰성 인증에 대한 체계가 없기 때문에 향상된 신뢰성을 입증하기가 쉽지 않았으며, 완성품 제조업체에서 사용하여 신뢰성이 향상되었음을 확인하기까지는 오랜 기간이 필요하였기 때문에 부품 제조업체가 지속적으로 신뢰성을 향상시키기 위하여 노력하기에는 여러 가지로 어려움이 있었다. 하지만 현재 국내 전

자부품업체들이 가격 경쟁력 면에서 중국에 의하여 경쟁력을 잃어가고 있고, 소비자들의 신뢰성에 대한 관심이 높아지고 있기 때문에 이제는 국내 전자부품 업체들도 신뢰성을 고려하지 않으면 안 되는 상황이 되고 있다.

이와 같은 상황에서 정부에서는 국내 부품업체의 경쟁력을 제고하고, 신뢰성을 향상시키도록 유도하기 위하여 국산 부품의 신뢰성인증 사업을 시작하였다.

신뢰성인증 사업의 목표로는 국내 생산·개발된 부품·소재의 신뢰성문제(불신)을 원천적으로 해소할 수 있는 기반을 마련하여 수요자가 안심하고 사용할 수 있게 함으로써 핵심 부품·소재의 수입대체 및 내수 촉진을 통한 무역적조를 개선하는 것과 국산 부품·소재의 시장진입에 주요 장애요인이 되는 신뢰성 문제의 원천적 해소를 통한 시장진입의 원활화, 국산 부품소재의 고급화, 부품소재 원천기술의 자립화 등을 촉진하는 것, 현장수요에 적합한 신뢰성 전문인력(산업체 및 고급인력)을 양성하여 보급함으로써 신뢰성 마인드의 산업체 확산을 도모하고 신뢰성 향상 활동을 추진하는 것 그리고 마지막으로 세계적 수준의 부품·소재를 육성하기 위한 신뢰성평가 전담인력·공간확보, 공인시험기관 체제 구축, 신뢰성 평가 장비 구축, 신뢰성 평가기준 개발, 신뢰성향상 기술지원체

계 구축, 신뢰성 평가인증 관련 제도보완 등의 신뢰성 평가 기반을 구축하는 것으로 요약할 수 있다.

신뢰성인증 사업의 직접적인 효과로는 국산개발 부품·소재의 시장진입 촉진, 부품·소재의 고급화, 부품·소재 원천기술(설계기술 등)의 자립을 통한 부품·소재의 세계적 공급기지로의 도약과 부품·소재의 불량률과 고장률을 감소시켜 업체 이익 및 A/S 비용절감 등 생산성 증대에 기여하고 신뢰성평가를 위한 전문인력 확충등에 따른 고용창출 효과 및 신뢰성인증을 통한 신뢰성 향상으로 국산부품의 수요 확대 및 수출을 증대시킬 수 있다. 또한 신뢰성인증 사업의 간접적 효과로는 신뢰성 보험제도 등을 통한 인지도 제고로 대외경쟁력을 확보하고, 제조물책임법(PL법)에 대비한 제품안정성 및 업체위험분산 확보대책에 기여하며, 전자상거래정책의 신뢰성을 확보하고, 부품·소재 생산기업의 평가장비시설 확충으로 인한 인프라 수준을 향상시켜 신뢰성 평가기관을 통한 부품·소재 생산기업의 신뢰성 향상을 위한 기술자문 역할을 수행하도록 할 수 있다.

사용될 수 있는 기준을 만드는 것은 의미가 없으므로 국제적으로 통용될 수 있는 기준을 만들기 위하여 현재 국제적으로 사용되고 있는 여러 관련 규격 및 인증 체계를 조사하여 신뢰성 인증 체계에 반영하였다. 한국산업기술시험원에서 구축한 전자부품의 신뢰성 인증 체계도는 그림 1과 같다.

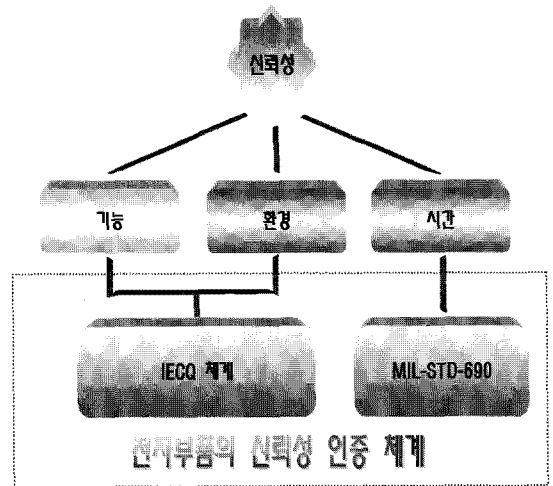


그림 1. 전자부품의 신뢰성인증 체계

2. 신뢰성 인증 체계

일반적으로 제품의 신뢰성을 정의할 때 규정된 환경 하에서 일정 시간동안 정의된 기능을 만족스럽게 수행하는 성질로서 정의한다. 이 정의에는 세 가지 키워드가 있는데 기능, 환경, 시간이 그것이다. 제품의 신뢰성을 평가하기 위해서는 이와 같은 세 가지 키워드가 고려되어야 한다. 즉, 기능이 정상적으로 동작되는지 확인되어야 하고, 제품이 놓일 수 있는 환경조건 하에서 정상적인 기능 수행이 가능함이 입증되어야 하며, 정상적인 기능 수행이 목표한 기간동안 유지될 수 있는가 평가되어야 한다.

전자부품에 대한 신뢰성 인증은 이와 같은 3가지 항목을 평가하여 신뢰성을 인증하는 체계로 구상되었고, 이 3가지 항목을 평가하는데 있어서 국내에서만

현재 국제적으로 전자부품에 대하여 인증을 하는 체계는 회원국 간에 통일된 규격과 절차에 의하여 품질인증된 전자부품은 회원국 상호간에 품질 확인을 위한 더 이상의 시험 검사를 하지 않고 국제 무역을 촉진시키지는데 목적을 둔 IEC 전자부품 품질인증제도(IECQ 제도, IEC Quality Assessment System for Electronic Components)가 있다[1, 2]. 이 인증체계는 앞에서 언급한 3가지 평가항목 중 기능과 내환경성을 고려하여 부품의 품질을 평가하고 있다. 하지만 이 품질인증제도에서는 제도의 명칭에서 나타나는 바와 같이 전자부품의 품질에 대한 인증 제도로서 전자부품의 시간적 성질, 즉, 수명(고장률)에 대해서는 고려하지 않고 있다.

전자부품의 수명(고장률)에 대한 평가를 규정하고 있는 규격으로는 신뢰성이 다른 곳보다 더 중요시되는

군용 부품 및 장비에 적용하는 미 국방성 규격들이 있다(3, 4). 미 국방성에서 전자부품에 대하여 수명(고장률) 평가기준을 제시한 예를 보면 MIL-STD-690의 경우 부품의 고장률을 표 1과 같이 등급을 나누고, 대상 전자부품이 어느 등급에 속하는지 평가하는 체계를 제시하였다(4).

표 1. 고장률 등급

| 고장률 등급 | 고장률 수준(‰/1000(h)) |
|--------|-------------------|
| M | 1.0 |
| P | 0.1 |
| R | 0.01 |
| S | 0.001 |
| T | 0.0001 |

한국산업기술시험원에서 구축한 전자부품의 신뢰성인증 체계는 그림 1에서 제시한 바와 같이 기능과 내환경성에 기초한 품질을 평가하는 IECQ 체계와 수명(고장률)에 대한 평가방법을 규격화한 MIL-STD-690의 평가방법을 이용하여 개발되었다. 그래서 전자부품의 신뢰성인증 체계는 크게 품질시험과 고장률시험 2부분으로 나누어지고, 품질시험에서는 기능과 내환경성을 평가하고, 고장률시험에서는 고장률을 평가한다.

3. 신뢰성 향상 사업

부품·소재에 대한 신뢰성 인증을 위하여 정부에서는 2000년도부터 신뢰성 향상 및 인증을 위한 제도 구축을 시행하였다. 이러한 신뢰성 향상 사업의 사업 목표는 국내 생산·개발된 부품·소재의 신뢰성문제(불신)을 원천적으로 해소할 수 있는 기반을 마련하여 수요자가 안심하고 사용할 수 있게 함으로써 핵심 부품·소재의 수입대체 및 내수 촉진을 통한 무역적조를 개선하고, 국산 부품·소재의 시장진입에 주요

장애요인이 되는 신뢰성 문제의 원천적 해소를 통한 시장진입의 원활화, 국산부품소재의 고급화, 부품소재 원천기술의 자립화 등을 촉진하고, 현장수요에 적합한 신뢰성 전문인력(산업체 및 고급인력)을 양성하여 보급함으로써 신뢰성 마인드의 산업체 확산을 도모하고 신뢰성 향상 활동을 추진하며, 세계적 수준의 부품·소재를 육성하기 위한 신뢰성 평가 전문인력·공간 확보, 공인시험기관 체제 구축, 신뢰성 평가 장비 구축, 신뢰성 평가기준 개발, 신뢰성향상 기술지원체계 구축, 신뢰성 평가인증 관련 제도보완 등 신뢰성 평가 기반을 구축하는 것으로 신뢰성향상 기반의 구축 등의 법률에 따라 시행하였다. 또한 이러한 결과로 국산개발 부품·소재의 시장진입 촉진, 부품·소재의 고급화, 부품·소재 원천기술(설계기술 등)의 자립을 통해 부품소재를 세계적 공급기지로 도약시키고, 부품·소재의 불량률과 고장률을 감소시켜 업체이익 및 A/S 비용절감 등 생산성 증대에 기여하고, 신뢰성 평가를 위한 전문인력확충 등에 따른 고용창출 효과를 기대하며, 신뢰성인증을 통한 신뢰성 향상으로 국산 부품의 수요를 확대시키고 수출을 증대시킬 수 있도록 하였다.

4. 신뢰성 평가 기준 제정 절차 및 신뢰성 평가 및 인증 절차

신뢰성 향상 사업을 위해서는 신뢰성 평가 기준을 제정하고, 신뢰성 평가 및 인증을 실시하여야 한다. 신뢰성 평가 기준(RS 기준, Reliability Standard)이란 신뢰성 인증을 위한 신뢰성 평가 기준을 의미하는데, 신뢰성 평가 기준(RS 기준)의 제정 절차는 그림 2와 같다.

신뢰성 평가 기준은 품질 시험(성능, 내환경 시험)과 수명/고장률 시험으로 이루어져 있으며 품질 시험을 정하는 절차는 그림 3과 같으며, 수명/고장률 시험을 정하는 절차는 그림 4~9와 같다.

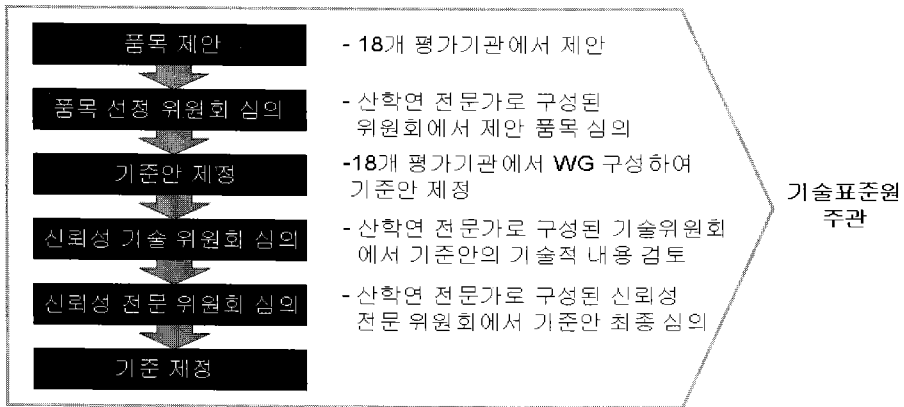


그림 2. 신뢰성 인증 기준 제정 절차



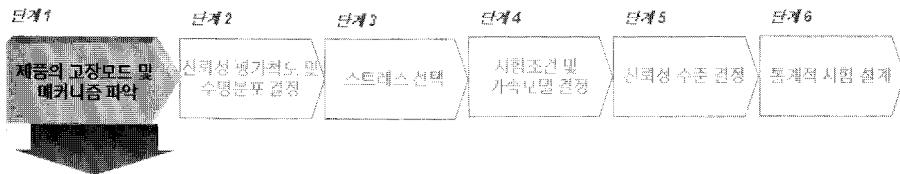
| | 열람지기 |
|--------------|------------|
| 국제규격 | ISO 7240-5 |
| 국가규격 | 1개사 |
| 단체규격 | 1개 규격 |
| 수요업체 요구조건 | 2 조건 |
| 제조업체규격 | 3개 규격 |

신뢰성 평가 기준
국립과기원 연구원 평가위원회 승인번호
Korea Research Institute of Standards and Quality
KRISS

1. 용어
1.1 제품명 및 목적: 이 규격은 열광성 광학식 광검출기용 광도량측정기 "S"의 신뢰성 인증을 위한 시험 방법을 제시한다.
1.2 관용표시: 이 규격에 적용된 용어는 다음과 같다.
2. 시험기준
2.1 신뢰성 시험 방법: 이 규격은 열광성 광검출기용 광도량측정기 "S"의 신뢰성 시험을 위한 시험 방법을 제시한다.
2.2 관용표시: 이 규격에 적용된 용어는 다음과 같다.
2.3 시험조건 및 시험 방법: 이 규격은 열광성 광검출기용 광도량측정기 "S"의 시험 조건 및 시험 방법을 제시한다.
2.4 시험결과 평가 방법: 이 규격은 열광성 광검출기용 광도량측정기 "S"의 시험 결과를 평가하는 방법을 제시한다.
2.5 시험기록 관리: 이 규격은 열광성 광검출기용 광도량측정기 "S"의 시험 기록을 관리하는 방법을 제시한다.
2.6 시험장비: 이 규격은 열광성 광검출기용 광도량측정기 "S"의 시험에 사용되는 장비를 제시한다.
2.7 시험환경: 이 규격은 열광성 광검출기용 광도량측정기 "S"의 시험 환경을 제시한다.
2.8 시험인력: 이 규격은 열광성 광검출기용 광도량측정기 "S"의 시험을 수행하는 인력을 제시한다.
2.9 시험비용: 이 규격은 열광성 광검출기용 광도량측정기 "S"의 시험 비용을 제시한다.
2.10 시험일정: 이 규격은 열광성 광검출기용 광도량측정기 "S"의 시험 일정을 제시한다.



그림 3. 품질 시험 제정 절차



- 제품이 필드에서 주로 발생하는 고장모드 및 메커니즘을 조사하여 주된 고장형태가 우발 고장형태인지, 마모고장형태인지 파악
- 우발고장형태와 마모고장형태를 갖는 대표적 전자부품들(IEEE 650)

| 고장형태 | 대표적 전자부품 종류 | 비고 |
|---------|--------------------------|--|
| 우발고장 형태 | 실리콘 반도체, 세라믹 커패시터, 인덕터 등 | |
| 마모고장 형태 | 알루미늄 전해 커패시터, 릴레이 등 | 짧은 기간 내(열화가 크게 진행되지 않는 기간 내)에는 우발고장형태로 볼 수도 있음 |

그림 4. 수명/고장을 시험 제정 절차(제품의 고장모드 및 메커니즘 파악)

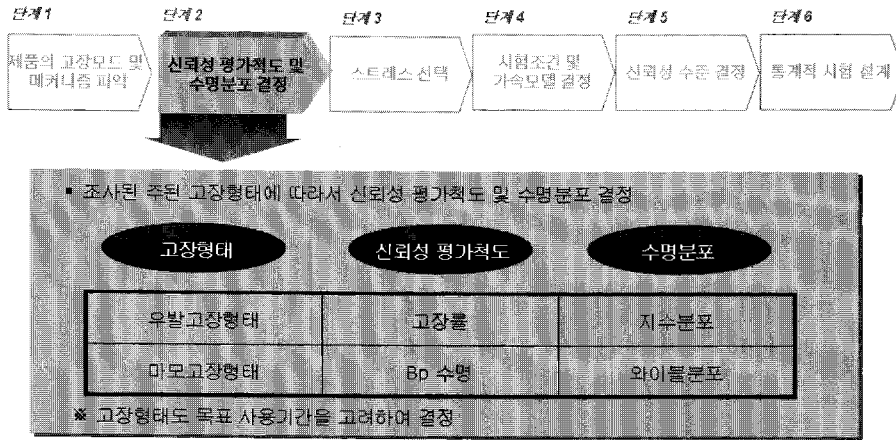


그림 5. 수명/고장률 시험 제정 절차(신뢰성 평가척도 및 수명분포 결정)

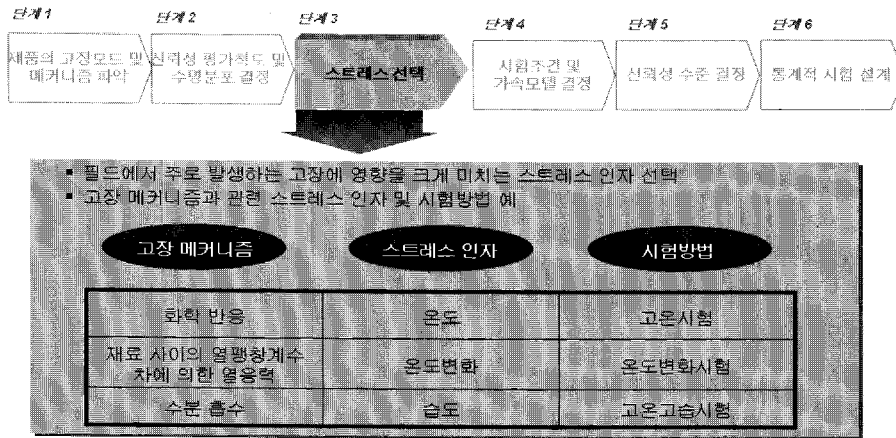


그림 6. 수명/고장률 시험 제정 절차(스트레스 선택)

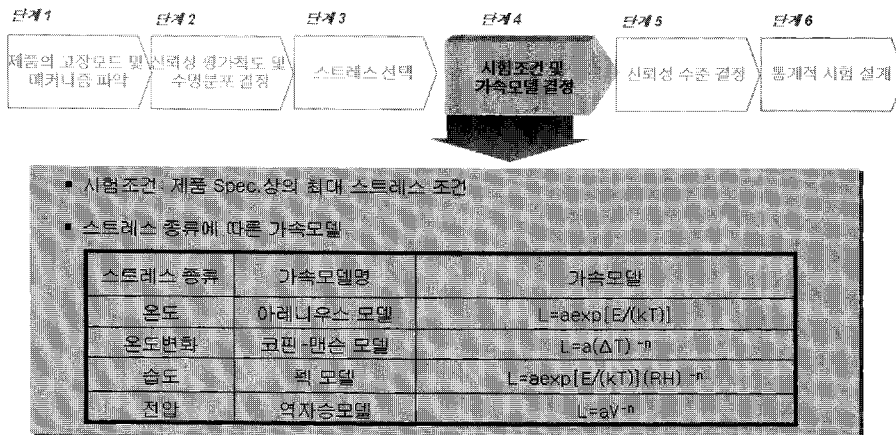


그림 7. 수명/고장률 시험 제정 절차(시험조건 및 가속모델 결정)

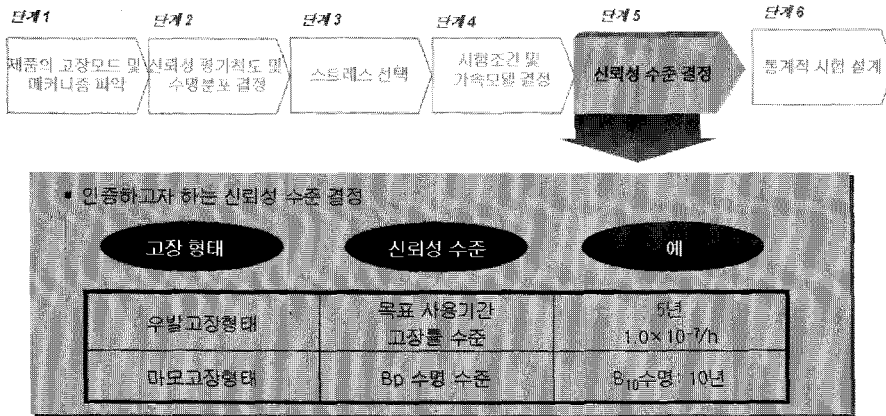


그림 8. 수명/고장률 시험 제정 절차(신뢰성 수준 결정)

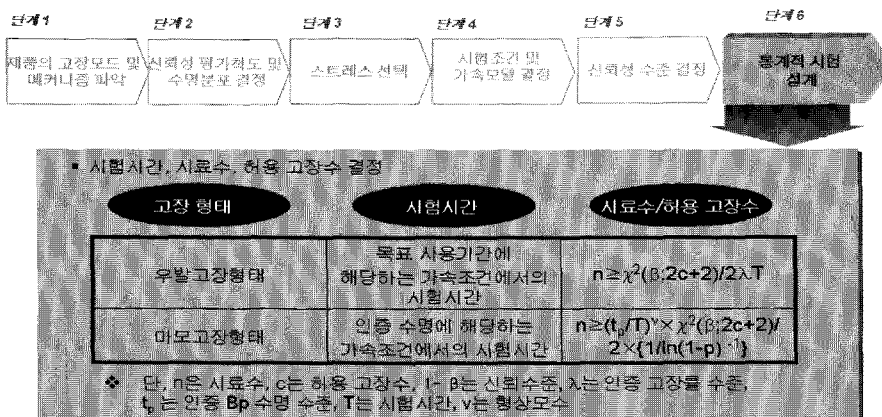


그림 9. 수명/고장률 시험 제정 절차(통계적 시험 설계)

신뢰성 평가 절차는 그림 10과 같으며, 신뢰성 인증 절차는 그림 11과 같다.

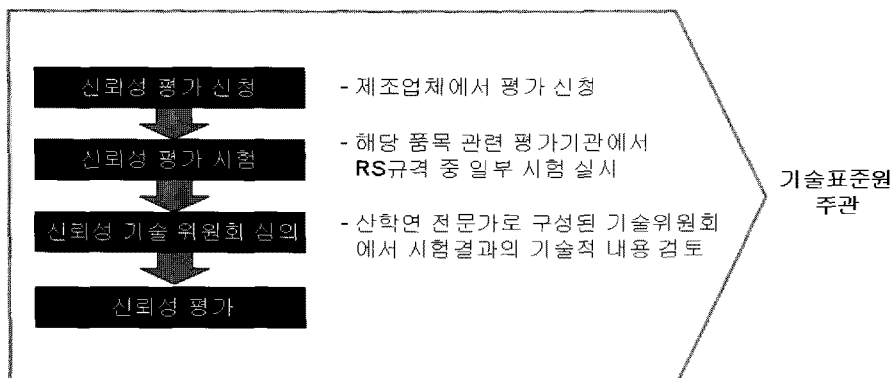


그림 10. 신뢰성 평가 절차

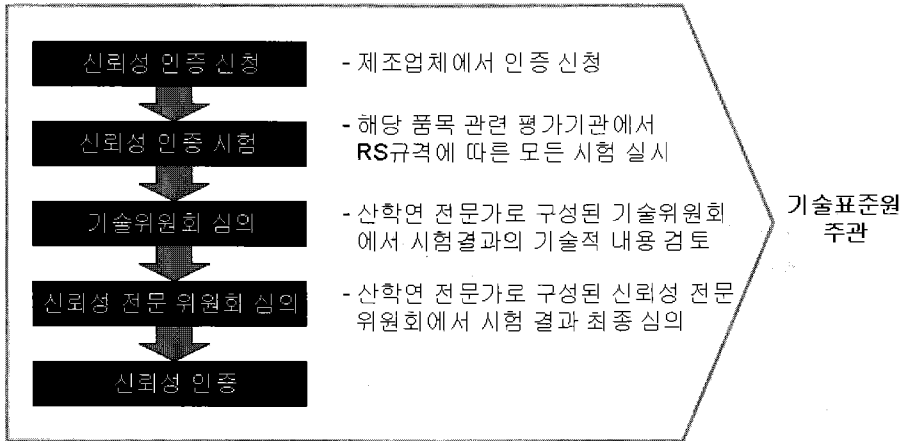


그림 11. 신뢰성 인증 절차

5. 결 론

지금까지 현재 정부의 부품·소재 신뢰성인증 사업에 대하여 전반적으로 기술하였다. 신뢰성 인증 체계는 신뢰성을 평가하는데 있어서 주요한 평가항목인 기능, 내환경성, 고장률(수명)에 대한 평가로 이루어져 있다. 이 중 기능 및 내환경성의 평가는 IECQ 제도의 평가방법을 이용하고, 고장률의 평가는 MIL-STD-690의 평가방법을 이용하나 부품에 따라서 차이가 있다. 이와 같이 구축된 신뢰성인증 체계를 이용하여 한국산업기술시험원에서는 시범적으로 세전해 커패시터 제조업체의 알루미늄 전해 커패시터에 대하여 1[%]/1,000[h]의 고장률 수준을 인증하였고, 4개의 릴레이 제조업체의 릴레이에 대하여 5[%]/100,000회의 고장률 수준을 인증하였다. 이 고장률 수준은 커패시터의 경우 105[°C]에서 약 11년의 평균수명을 갖는다는 의미이고, 정상사용조건에서의 평균수명은 11년보다 훨씬 긴 평균수명을 가질 것이다. 릴레이의 경우에는 70[°C]에서 100,000회(제조업체에서 제시한 내구수명) 동작했을 때 5[%] 이하로 고장이 발생함을 의미하고, 정상사용조건에서의 고장 발생 가능성은 더 낮아질 것이다.

향후 커패시터와 릴레이를 제조하는 다른 제조업체에 대해서도 신뢰성인증을 계속 수행해 나가고, 시범인증에서 인증 받은 제조업체에 대해서는 더 낮은 고장률 수준에 대하여 인증을 시도할 계획이다. 또한, 다른 전자부품에 대한 신뢰성인증 체계도 계속 구축하여 신뢰성인증을 받을 수 있는 대상 품목도 확대해 나갈 예정이다.

신뢰성인증을 통하여 평가된 고장률 데이터는 기술표준원의 신뢰성정보센터에 계속 축적되고 관리되어 국내 제조업체의 전자부품들에 대한 고장률 데이터베이스가 구축될 예정이다. 이와 같은 데이터베이스는 부품의 수요업체인 완성품 제조업체에서 부품을 선택하는데 유용한 데이터가 될 수 있을 것이고, 완성품 제조업체에서 제조하는 제품에 대한 신뢰성을 예측하는데 기초 데이터로 활용될 수 있을 것이다.

하지만 신뢰성인증제도가 실효를 거두기 위해서는 부품의 수요업체인 완성품 제조업체가 신뢰성인증 결과를 부품 선택에 적극적으로 활용하여야 하며, 완성품 제조업체에서 신뢰성인증 결과를 활용할 수 있도록 하기 위해서는 완성품 제조업체의 요구조건이 신뢰성인증 체계에 충분히 반영되어야 할 것이다. 또한, 신뢰성인증에서 현재 가장 큰 어려운 문제로 지목되

고 있는 평가에 소요되는 시간(신뢰성은 시간적 품질, 즉, 수명을 다루는 것이므로 평가하는데 많은 시간이 소요됨)을 어떻게 최소화해 나갈 것인가가 향후 해결해야 할 과제이다.

신뢰성인증제도의 정착을 위하여 정부의 지속적이고 일관된 관련 정책의 수행이 뒷받침되어야 할 것이고, 부품의 수요업체인 완성품 제조업체에서 관심을 가질 수 있도록 홍보되어야 할 것이다.

참고문헌

- (1) IECQ QC 001001, Basic Rules of the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ), 2002.
- (2) IECQ QC 001002, Rules of Procedure of the IEC Quality Assessment System for Electronic Components(IECQ), 1994.
- (3) MIL-HDBK-781, Handbook for Reliability Test Methods, Plans, and Environments for Engineering, Development Qualification, and Production, 1996.
- (4) MIL-STD-690D, Failure rate sampling plans and procedures, 2005.
- (5) IEC 60384-1 Fixed capacitors for use in electronic equipment, Part 1: Generic Specification, 1999.
- (6) IEC 60384-4 Fixed capacitors for use in electronic equipment, Part 4: Sectional Specification: Aluminum electrolytic capacitors with solid and non-solid electrolyte, 1998.
- (7) Patrick D. T. O'Connor, Practical Reliability Engineering, British Aerospace plc, UK, 1997.
- (8) 산업자원부 기술표준원장, 신뢰성용어 해설서, 한국산업기술시험원 신뢰성기술본부, 2007.

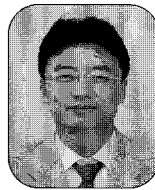
◇ 저 자 소개 ◇



함중길(咸仲杰)

1956년 2월 19일생. 1981년 한양대학교 전기공학과 졸업. 1987년 한양대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1997년 동국대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 전기응용기술사. 삼성전기 근무. 한국산업기술시험원 신뢰성기술본부 본부장.

E-mail : jkham@wm.ktl.re.kr



박정원(朴晷遠)

1967년 10월 31일생. 1990년 고려대학교 산업공학과 졸업. 1992년 KAIST 산업공학과 졸업(석사). 1996년 KAIST 산업공학과 졸업(박사). 한국산업기술시험원 기술개발팀장.

E-mail : jwpark@wm.ktl.re.kr



김성민(金星民)

1972년 9월 8일생. 1997년 한양대학교 전기공학과 졸업. 2001년 한양대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 한국산업기술시험원 기술개발팀 선임연구원.

E-mail : smkim@wm.ktl.re.kr



조정환(趙正煥)

1963년 12월 12일생. 1988년 한양대학교 전자공학과 졸업. 1990년 한양대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사). 2003년 한양대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사). 현재 김포대학 IT학부 부교수. 산업계측제어기술사. 본 학회 편수위원.

E-mail : jhcho@kimp.ac.kr