

논문 2010-47IE-4-4

# 퓨즈 캡의 검사를 위한 알고리즘 설계

## (Design of Cap Inspection Algorithm of Fuse Cap)

반기종\*, 원영진\*, 임승하\*

(Gi Jong Ban, Young Jin Won, and Seung Ha Lim)

### 요약

본 연구에서는 Fuse의 캡 tinning 후 불량선별 공정을 자동화하기 위한 알고리즘을 설계하였다. 퓨즈 제조공정에서 퓨즈의 캡에 납을 삽입하는 것을 tinning 공정이라 한다. Tinning 후 불량선별을 하는 공정에서 기존에는 사람의 육안에 의해 검사 하였으나, 본 연구에서는 CCD 카메라를 이용하여 불량을 검사 하는 알고리즘을 설계하였다. 검사 알고리즘은 캡의 내부를 촬영한 후 촬영된 이미지를 영상처리 과정을 거쳐서, 캡 내부의 납의 분포도를 검사하고 기준값과 비교하여 불량을 선별하도록 하였다.

### Abstract

In this paper, we proposed to the inspection algorithm for cap, Electric fuse is an over current and circuit protection device which is occurred in electric & electronic appliance. Also the fuse are protection the second hazard at arc etc. Fuse are interest regarding a safety increased. Consequently, the fuse came to be very important.

Cap inspection algorithm is designed for the cap of fuse. CCD camera is monitoring the solder of cap distribution map.

The conditioning of fuse cap; summing all searching data with non solder area. the area is bigger reference data then the cap is bad cap.

**Keywords :** Fuse, CCD 카메라, 불량 검출, Cap

## I. 서론

퓨즈는 전자제품에서 제품자체의 보호와 퓨즈의 용단에 의한 2차적인 피해를 방지하기 위해 사용하는 부품으로, 전기 전자제품의 사용이 일반화 됨에 따라 제품의 고장이나 전기 전자 제품으로 인한 화재등 2차적인 피해도 증가하고 있는 실정이다.<sup>[1~2]</sup>

국내에서도 2002년 7월부터 PL(Product Liability)법의 도입으로 제품에 의한 사고시 인적, 물적 피해에 대한 대책을 생산자가 지게 되면서 제조업체에서는 제품 설계 단계부터 제품의 안전을 위해 다양한 방법을 이용하고 있다. 전기 전자제품의 1차적인 고장방지를 위한 방법으로 퓨즈를 사용하는 것이 있다. 퓨즈는 과전류,

서지등 외부의 과도한 영향을 방지도록 되어 있다. 퓨즈는 일회성이라는 단점을 가지고 있으면서도 저비용으로 제품의 안전을 1차적으로 확보할 수 있다는 장점 때문에 많은 제품에서 사용하고 있다.<sup>[3~6]</sup>

국내에서는 사용하는 퓨즈들은 대부분을 다국적 기업의 퓨즈를 사용하고 있으며, 수입에 의존하는 비율이 매우 높은 실정이다. 따라서 국내의 기업들도 퓨즈의 개발과 생산 설비 확충에 많은 투자가 필요한 시점이다.

본 논문에서는 퓨즈 tinning 후 캡의 검사를 위한 알고리즘을 설계하여 생산성과 생산 비용의 절감 효과를 얻고자 한다.

퓨즈 조립 공정에서 캡에 납을 삽입하는 공정이 있으며 이를 tinning 공정이라 하며, tinning 후 캡의 납 상태를 검사한다. 이때 납의 고른 분포가 제품의 불량률을 낮추는 요인이며, 납의 상태를 검사하는 공정이 기존에는 육안에 의한 방법으로서, 불량검출을 위해 지그

\* 정희원, 부천대학 전자과  
(Bucheon University)

접수일자: 2010년10월18일, 수정완료일: 2010년12월7일

에 캡을 실장하는 과정과 육안에 의해 검출하는 과정, 그리고 불량 캡을 분리하는 과정 등으로 구분되므로 시간이 많이 걸리는 단점을 가지고 있다.

본 논문에서 제안한 알고리즘은 캡의 불량 검출을 위해 CCD 카메라를 이용하고 카메라에서 인식한 영상정보를 이미지프로세서에서 처리하여, 캡의 상태를 실시간 검사하고, 검사 데이터에 따라 불량과 양품을 구별할 수 있도록 알고리즘을 설계 하고자 한다<sup>[7~8]</sup>

## II. 본 론

### 1. 퓨즈의 종류 및 특성

#### 가. 퓨즈의 종류

퓨즈는 전기, 전자제품에서 과전류에 의한 제품내의 회로를 보호하고, 퓨즈 용단시 발생하는 아크, 과전압에 의한 전기화재 등을 방지하기 위해 사용한다. 퓨즈는 용량별, 용단시간 등에 의해 분류하며 NEC 에서는 용

표 1. 용량별 퓨즈 분류  
Table 1. Classification of Fuse.

소형퓨즈	가전제품, 전자장비
저압퓨즈	차단용량 6kA 이상, 1000V 이하, DC1500V 이하
고압퓨즈	1000V 이상의 시스템용

표 2. NEC 규격  
Table 2. Standard of NEC.

반도체 보호용	고속 동작
일반회로 보호용	비 시간지연형, 고속 동작
모터보호용	모터기동에 따른 내 열화특성

표 3. 퓨즈의 종류  
Table 3. Classification of Fuse with melting points.

퓨즈 분류	용단속도	특성
시간지연형	Slow Blow	시간지연 특성
	Time lag	
	Surge proof	
비 시간지연형	Fast Acting	단락특성
	Quick Acting	
	Normal Blow	
	Fast Blow	

도에 따라 분류하고 있다. 표 1은 용량별로 분류하는 방법으로 소형퓨즈, 저압퓨즈, 고압퓨즈로 분류하며 각각은 차단용량 및 정격전압에 의해 분류한다.

표 2는 용도별로 구분하는 방법으로 반도체 보호용과 일반회로 보호용 및 모터 보호용으로 구분하며 NEC에서 사용하고 있다.

표 3에서는 용단 시간에 따라 시간지연형과 시간지연이 없는 퓨즈로 분류하고 있다.

#### 나. 퓨즈의 특성

퓨즈의 특성을 결정짓는 요소는 정격전압, 용단특성, 정격전류, 용단 시간 등이 있으며 퓨즈를 사용하는 주위의 온도에 의해서도 퓨즈의 용단 시간이 영향을 받는다.

정격전압은 퓨즈를 안전하게 사용할 수 있는 최대전압으로 정의한다. 퓨즈에서 중요한 정격전류는 퓨즈 종류별로 다르며, 퓨즈 용량과도 관련된다. 정격전류는 사용하고자 하는 부하에 따라 결정한다.

Let-through 에너지는 전 $i^2t <$  제품의  $i^2t$ 으로 설정한다. 표 4는 IEC 60127-3, UL248-1에서 규정하는 퓨즈의 전기적인 특성 예를 든 것으로 정격전류의 배율에 따라 용단 시간이 달라진다. 또한, IEC 규정과 UL 규정에서 적용하는 정격전류는 UL 정격=IEC 정격 x 1.3 ~ 1.4배 정도로 설정한다<sup>[9~10]</sup>.

표 4. 퓨즈의 특성 예  
Table 4. Electrical characteristics with sample.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS	
% of Ampere Rating	Opening Time
210%	2 min, Maximum
275%	400ms-10s
400%	150ms-3s

### 2. 퓨즈 캡의 솔더형태에 따른 불량 형태

퓨즈 캡은 관 퓨즈의 양 종단면에 부착되며, 내부 용단되는 element와 연결되며, 퓨즈 홀더와의 접촉에 사용된다. 그림 1은 관 퓨즈의 형상을 보여준다.

캡의 제조 공정은 그림 2와 같다. CAP에 solder를 삽입하고, Element와의 납땀 과정으로 진행하며, CAP에 solder 삽입 과정에서 나타나는 불량 형태는 다양하다.

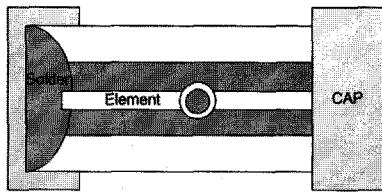


그림 1. 유리관 퓨즈  
Fig. 1. Glass tube Fuse.

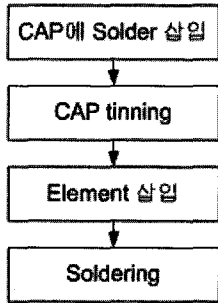
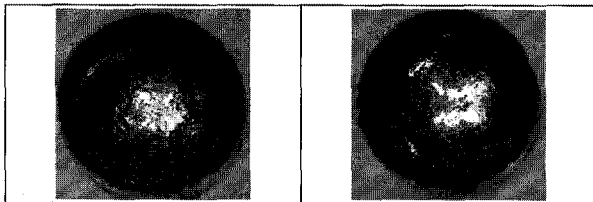
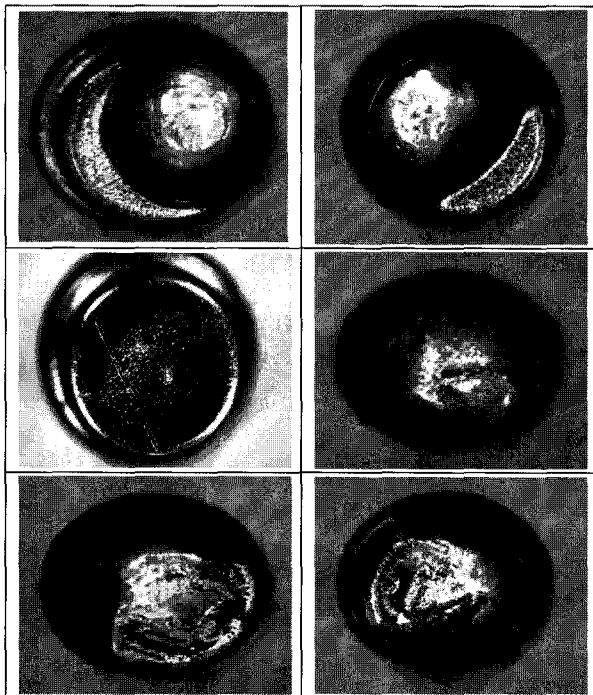


그림 2. CAP Soldering 과정  
Fig. 2. Flowchart of soldering.



(a)



(b)

그림 3. 캡의 형태 (a) : 양품, (b) 불량  
Fig. 3. Shape of Cap

Cap의 불량은 퓨즈 완성품으로 생산되는 경우 제품 불량으로 이어지고, 퓨즈의 기능을 못하게 됨에 따라, 제품의 불량 및 2차적인 피해로까지 이어질 수 있다. 따라서 퓨즈 캡의 불량은 매우 중요하게 다루어져야 한다. 그림 3은 Cap의 불량과 양품을 판단할 때 기준이며 (a)는 양품을 나타낸 것으로 납의 분포가 고르게 되어 있다.

그림 3 (b)는 Cap의 불량 유형을 나타낸 것이다. Cap에 solder가 전혀 없는 상태에서 일부만 있는 형태등 여러 형태의 불량이 발생하고 있다.

### III. 불량 캡 검출 알고리즘 설계

#### 1. 시스템 구성

캡의 불량 유무를 판단하는 방식이 기존에는 지그에 캡을 실장한 후 육안검사를 이용하였다. 이 경우 시간당 검사할 수 있는 캡의 수량이 적고, 생산성을 향상시키기 위해서는 여러 사람의 인력을 이용해야 하는 문제를 가지고 있다. 그림 4는 육안검사를 진행하는 경우 평면에 캡을 배열하고 검사하는 방법이다.

본 연구에서는 CCD 카메라를 적용하여 캡의 불량을 검출하도록 하였다.

카메라를 이용하여 캡의 불량유무를 판단하는 시스템은 캡의 내부 상태를 카메라로 촬영하여 캡 내부에 있는 납의 분포도를 검사한다. 시스템은 크게 입력부와 카메라부, 제어부, 영상처리부, 모니터링부 및 전체 시스템의 메카니즘을 제어하기 위한 자동제어부로 구성하였다.

카메라부에서는 캡 내부의 상태를 캡쳐하여 납의 분포를 검사하고, 검사하는 데이터의 수에 의해 불량과 양품을 구별하도록 하였다. 영상처리부는 카메라에서 인식한 영상의 데이터 처리를 하고, 모니터링부에서는

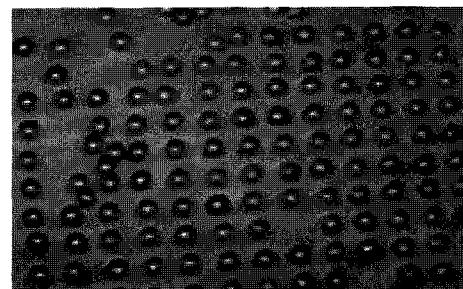


그림 4. 육안검사 시료  
Fig. 4. Sample of macrography.

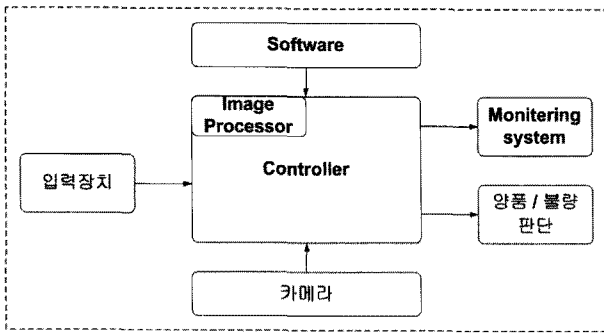


그림 5. 시스템 구성도  
Fig. 5. Blockdiagram of system.

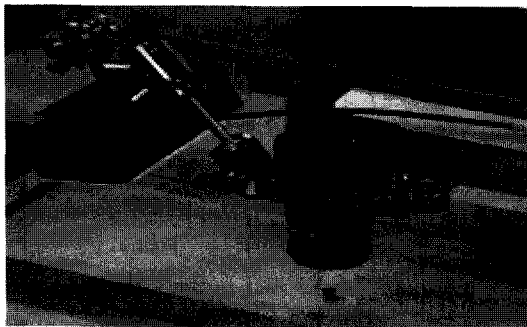


그림 6. 카메라 시스템  
Fig. 6. CCD camera system.

표 5. 카메라 시스템 사양  
Table 5. Spec. of camera system.

항 목	사 양
카메라	640 * 480
시야 (FOV)	10 * 7.5 mm
검사 높이(W.D)	110mm
측정 정도	10 / 640 = 15 um/pixel
측정시간	200 ms이내
조명제어	IDV40(White)
Lens	IML 0.5x-110D

컴퓨터 모니터를 이용하여 실시간 검사 시스템에 대해 확인할 수 있다. 그리고, 자동제어부에서는 캡 검사 시스템의 전체적인 동작메카니즘에 대해 제어하는 역할을 하도록 하였다.

그림 5는 캡 검사 시스템의 블록도를 보여준다. 카메라를 이용한 검사 시스템은 짧은 시간에 많은 양의 캡을 검사하여 기존 육안 검사에 비해 빠른 시간에 많은 CAP의 품질을 검사 할 수 있도록 하였다.

그림 6은 캡 검사용 카메라 모듈을 보여준다. 카메라 모듈은 PLC로 제어되는 반송장치에 의해 이송되는 캡의 검사를 실시간으로 할 수 있도록 하였다.

표 5는 시스템에 사용한 카메라의 하드웨어 사양을 나타낸 것이다. 카메라의 해상도는 640\*480 으로 하고 검사 높이는 110mm까지 가능하도록 하였다. 캡의 검사 시간은 200ms 이내에 하도록 하였다.

### 2. 시스템 비교

표 6은 캡의 불량검출 방식인 기존 육안에 의한 검사 방법과 논문에서 제시한 CCD 카메라는 이용하는 방식을 비교한 것이다.

육안에 의한 검사방식의 경우 zig에 캡을 정렬하고 캡을 시각에 의해 검사하는 방식으로 검사 시간이 오래 걸리고, 검사자의 숙련 정도에 따라 속도와, 불량률이 달라질 수 있으며, 불량 통계가 어려운 단점을 가지고 있다.

CCD 카메라는 이용하는 경우 빠른 검사 시간과 정확성 및 작업자의 숙련도와 상관 관계가 없으며, 데이터 처리가 용이한 장점을 가지고 있다.

표 6. 캡 불량 검출 방식  
Table 6. Detection method of Cap.

구분	기존방식	CCD 카메라를 이용한 방법
검사 방법	육안에 의한 방법 Zig 이용	Vision 시스템 사용 자동검사 방식
검사 시간	검사시간이 길다	검사 시간 단축
중요 사항	작업자의 숙련도가 중요	숙련도와 관련없음
특성	데이터 통계 어려움	data 통계 용이
경제성	저렴	구축비용 비쌈

### 3. 불량 캡 검출 알고리즘 설계

카메라를 이용한 캡 검사 시스템은 캡의 내부를 촬영하고, 캡 내부의 납의 분포도를 검사하는 시스템이다. 그림 7은 캡 검사 시스템의 동작 알고리즘을 보여준다.

시스템 구동후 카메라에 의해 캡 내부의 납 상태가 실시간 영상으로 촬영되며 사진데이터는 image processor에 의하 납의 분포도를 검사한다.

검사된 납의 분포도에서 검사 데이터가 100보다 크면 캡은 불량으로 판단한다. 캡의 분포도는 납이 없는 영역에 대한 검사 데이터로서 퓨즈의 검사된 영역 데이터 수의 크기에 따라 불량과 양품으로 구분하도록 하였다.

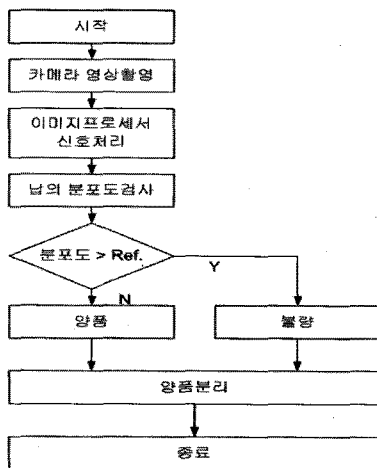


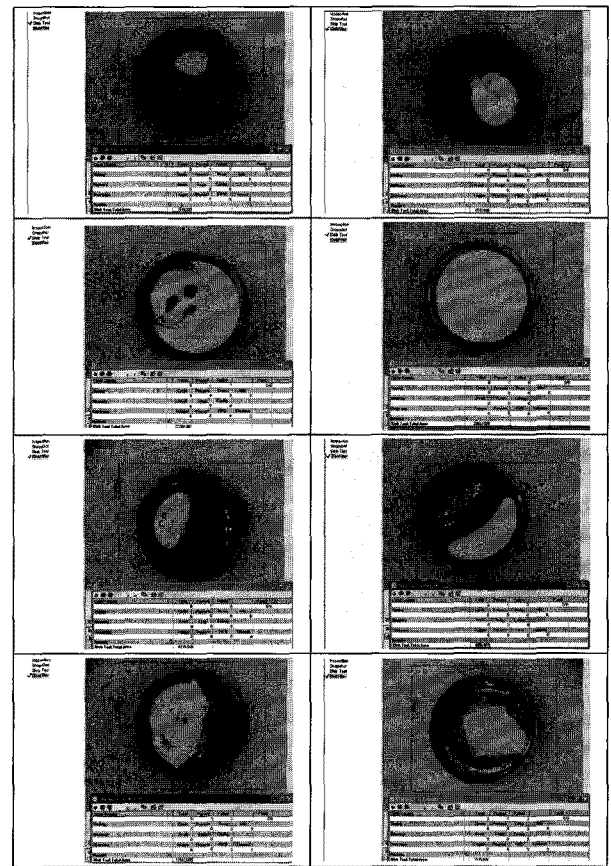
그림 7. 불량캡 검출 알고리즘  
Fig. 7. Bad Cap Detection Algorithm.

4. 실험결과

그림 8은 캡의 납의 분포도를 제안한 알고리즘을 적용하여 실험한 결과를 보여준다. 그림 8 (a)는 양품에 대한 실험 결과를 보여준다. 그림에서 납의 분포가 고르게 되어 있는 것을 볼 수 있다.

그림 8(b)는 불량 캡에 대한 실험 결과를 보여준다. 실험에서는 8개의 불량 캡을 이용하여 납의 분포도를 조사하였다.

표 7은 그림 8의 실험 결과에 대한 불량 검출 데이터로서 납이 없는 영역에 대한 검출 값을 나타낸다. 양품



(b)

그림 8. 실험결과  
Fig. 8. Results of experiment.

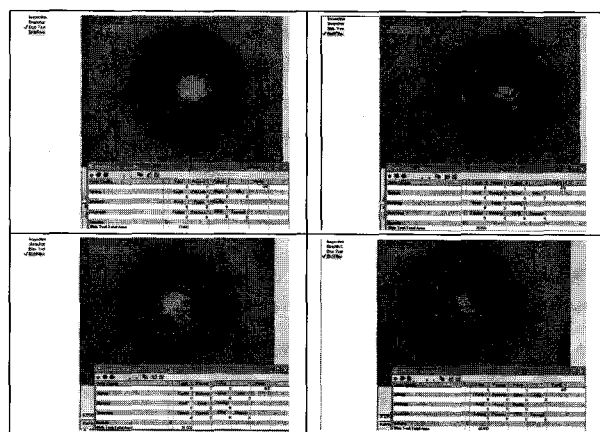
표 7. 검사 데이터  
Table 7. Results of experiment.

검사 번호	양품	불량
1	33	1610
2	78	4595
3	91	22298
4	66	39082
5	양품은 4개의 캡 검사	6215
6		6656
7		12162
8		5535

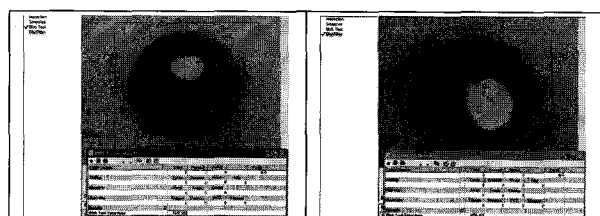
의 경우는 검사 샘플을 4개로 하였고 불량캡의 경우 8개의 샘플을 검사하였다.

IV. 결 론

본 연구에서 제안한 CCD 카메라를 이용한 tinning 후 퓨즈 캡의 불량 검출 알고리즘은 캡 내부의 영상정보를 이미지 프로세서를 이용하여 실시간으로 처리하여



(a)



캡의 납 분포도를 조사하여 기준값보다 분포도가 큰 경우 불량으로 인식하도록 하였다. 이때 납의 분포도는 납이 없는 영역에 대한 데이터 수를 의미한다. 연구에서 제안한 방법은 기존 육안에 의해 검사하는 방식에 비해 검사 시간의 단축과 정확성 및 경제성이 향상되었다. 실험에 사용한 캡은 양품의 경우 4개의 캡을 이용하였고, 불량 캡의 경우 8개를 이용하여 알고리즘을 적용하였다.

캡의 검사 데이터에서 양품의 경우 납의 분포도 데이터 수가 100이하로 나타났으며 데이터 수가 100이상인 경우를 불량으로 설정하여 검사하였으며, 불량 캡은 납의 분포도 데이터 수가 1610에서 39082개 범위에 있었다.

캡의 양, 불 검사시 육안에 의한 방법과 제안한 방법에 의한 실험 결과 제안한 방법에 의한 검사 방법이 검사량에서 육안에 의한 방법보다 400%정도의 향상되었으며 불량률은 기존 방법보다 10% 정도 줄어드는 것을 확인할 수 있었다.

따라서, 퓨즈 캡의 양품, 불량 검사 방법으로 본 논문에서 제시한 CCD를 이용한 불량 검출 방식을 적용할 경우 불량률의 감소와 생산량의 향상 효과를 확인할 수 있었으며, 제안한 알고리즘의 성능을 확인할 수 있었다.

### 참 고 문 헌

- [1] Wright, A. "Electric Fuses" Inspec/lee, 2005.01
- [2] 이춘하, 김시국, 옥경재, "퓨즈를 이용한 전기화재의 원인 분석에 관한 연구", 한국화재소방학회 논문지, 제 22권 제 1호, 2008
- [3] www.dainfuse.com
- [4] 최효상, "초전도 한류퓨즈의 특성연구", 한국 조명전기설비학회 춘계학술대회 논문집, 2004
- [5] 김근용, 박남옥, 박성훈, "소형퓨즈의 DC 용단 특성 성능평가기술 및 설비 개발", 대한전기학회 하계학술대회 논문지, 2006
- [6] 김윤현, "반복과전류에 의한 퓨즈 엘리먼트의 용단 특성에 관한 연구", *Journal of KIIEE, Vol.24, No.2, February 2010*
- [7] 유현중, 옴김, "디지털 영상처리", 피어슨에듀케이션 코리아. 2009 . 11
- [8] 반기종 "CCD 카메라를 이용한 퓨즈 캡 불량검출 알고리즘 설계", 2010년 전자공학회 하계학술대회 논문지, 2010. 06월.
- [9] IEC 60127-3 "Sub-Miniature Fuse"
- [10] UL 248-1 "Standard for Low-Voltage Fuses-Part 1" 2000.

### 저 자 소 개



반 기 종(정회원)

1995년 호서대학교 제어계측 공학과 학사 졸업.

1998년 건국대학교 전기공학과 석사 졸업.

2006년 건국대학교 전기공학과 박사 졸업.

<주관심분야 : 전기안전, 전기화재, 신재생에너지, 전기자동차, 융합, 모터제어>

원 영 진(정회원)

대한전자공학회 논문지 제44권 1E편 제3호 참조

임 승 하(정회원)

대한전자공학회 논문지 제46권 1E편 제2호 참조