

## 주택화재 예방을 위한 저소비 전력형 단독경보형 정온식감지기 개발에 관한 연구

### A Study on the Development of the Single Station Fixed Temperature Detector of Low Power Consumption for Residential Fire Prevention

박세화<sup>†</sup> · 조재철

Se-Hwa Park<sup>†</sup> · JaeCheol Cho

지멘스(주) 연구소

(2010. 8. 21. 접수/2010. 12. 10. 채택)

#### 요 약

이 논문에서는 주택화재 예방을 위해 10년 이상 전지의 교체 없이 지속적으로 유지가 되도록 회로 설계된 저소비 전력의 단독경보형 정온식감지기의 연구·개발 경험을 기술하고자 한다. 구현된 감지기는 우선하여 일본에 적용되도록 개발한 것이다. 국내에서는 주택용 화재감지기를 위한 별도의 규정이 적용되지 않고 단독경보형감지기의 규정으로 적용되고 있어서 별도의 규정을 두고 있는 일본의 사례가 인용되어 있다. 이를 위해 먼저 국내의 법적 현황, KFI 규격과 JFEII에 대한 시험 규격 비교 검토가 수행되었다. 감지기의 경보는 버저와 표시 LED를 통해 표현된다. 감지기 구현 시에 소비전류를 줄이기 위해 대기전력이 극히 적은 MCU를 적용하고, MCU의 슬립상태와 감시상태의 동작을 적절히 제어하여 평균적인 소비 전류를 최소화하도록 하였다. 정온식감지기에서 온도 검출을 위해 응답성이 빠른 서미스터를 적용하고, 감지기의 자동시험기능과 경보정지 기능도 설계에 반영하였다. 전류소비를 줄이기 위해 고려해야 할 부분에 대해서 언급이 되어 있으며, 주요한 부분에 대한 전자회로를 나타내었다. 구현 사례로서 감지기의 서미스터 동작 특성 분석 결과가 나타나 있고, 구현된 감지기의 소비 전류 측정값과 상용 전지 방전특성의 분석을 통해 10년 이상 동안 전지의 교환 없이 적용 가능함을 보여주고 있다.

#### ABSTRACT

In this paper, a research and development result for the implementation of single station fixed temperature detector for residential fire prevention is described. The detector was developed for the certification in Japanese market because of very low domestic market situation. It is in the situation that there is no other regulation especially for residential detectors in Korea, Japanese case has been reviewed. Investigation of domestic legal circumstances and a comparative study for the test standard owned by KFI (Korea Institute of Fire Industry & Technology) and JFEII (Japan Fire Equipment Inspection Institute) respectively are also indicated. The detector alarms with a buzzer and an indicating LED. In the implementation ultra low power MCU(Micro Controller Unit) is applied to control the sleeping state and the monitoring state properly with low current consumption. To sense the temperature fast response thermistor is adopted in the design of fixed temperature residential detector. Automatic test function and alarm stop function are also considered in the design. The major factors which influence to current consumption are explained for the purpose of design reference. Main electronics circuit parts related to it's characteristics of the detector are described. It is explained that the measured current and experimental result of the battery discharge can be met over 10 years operation.

**Key words** : Residential, Detector, Fire, Heat, Alarm, JFEII

<sup>†</sup> E-mail: shp000@paran.com

## 1. 서 론

2009년에 국내의 화재 발생건수는 47,318건이며, 2008년 화재 발생건수 49,631건보다 다소 감소하였으나 여전히 많이 발생하고 있다.<sup>1,2)</sup> 2008년은 전체 화재 발생에서 단독주택화재의 비중이 13.7%로 가장 큰 비율을 차지하고 있다. 2010년의 경우에는 4월 말까지 전체 화재건수가 14,875건에 이른다. 이 중 아파트와 공동주택을 포함한 주택화재가 3,736건으로 전체 화재의 25.1%를 차지하였으며, 인명피해 또한 전체 133명의 사망자 중 주택화재에서의 사망자가 90명으로 67.7%를 차지하고 있다.<sup>3)</sup> 일본도 국내와 비슷하게 주택화재의 사망자가 늘어나는 추이로서 2007년에 사망자가 1,148명에 이른다.<sup>4)</sup> 주택화재 발생 피해를 줄이고 이를 예방하기 위해 일본에서는 신축주택은 2006년부터 기존 주택은 2011년 5월까지 주택용화재경보기의 설치가 의무화되어 있다. 미국에서는 90% 이상의 주택에 화재경보기가 보급되어 화재에 의한 사망자 줄이기에 큰 효과를 발휘하고 있다.<sup>5)</sup>

국내에서는 주택의 화재를 감지하는 목적의 주택용 화재경보기를 별도로 구분하고 있지는 않다. 외국의 주택용화재경보기와 유사한 경보설비로서 국내에서는 단독경보형감지기가 정의되어 있다. 단독경보형감지기는 화재 발생 상황을 단독으로 감지하여 자체에 내장된 음향장치로 경보를 발령하는 감지기를 말한다.<sup>6,7)</sup> 주택화재를 사전에 예방하는 데 필요에 따라 단독경보형감지기가 주택에 설치되고 있다. 이를 법적으로 강제하려고 2010년 7월에 입법예고 중이므로 머지않아 대부분 신규주택에 우선하여 설치될 것이다.<sup>3)</sup>

단독경보형감지기의 전원은 AC나 전지를 사용하고 있는데, 최근에는 별도의 배선이 필요 없는 전지를 전원으로 하는 경우가 주종을 이루고 있다. 통상적인 단독경보형감지기는 사용수명에 대한 공식적인 보증이 없어서 1~2년 정도만 유지되지만, 일본은 10년 동안 전지의 교체 없이 사용 가능한 제품을 쉽게 접할 수 있다. 단독경보형감지기의 전지를 10년 동안 유지하려면 기본적으로 전지용량이 어느 정도는 되어야 하지만 무엇보다도 소비 전류가 극히 적도록 회로를 설계해야 한다. 또한, 동일한 회로에서도 평상시와 감시 때에 어떻게 운영되느냐에 따라 전체적인 소비전류가 크게 차이가 날 수 있기 때문에 효과적으로 프로그램을 구현해야 한다. 국내에서는 저소비 전력의 광전식 단독경보형감지기에 대한 연구 사례 보고만 한 건 있을 뿐 주택화재 예방이 중요한데도 노력의 결과물은 찾아보기 어렵다. 일본은 주택 화재에 의한 피해를 한층 더

경감해 나가기 위해 주방 등에 대해서도 적극적으로 화재경보기 등의 설치를 추진할 필요가 있어서 연기식이 적합하지 않은 주택의 장소에는 정온식 주택용 화재경보기의 기술 기준을 정하고 있기도 하다.<sup>9)</sup> 본 논문에서는 추가적인 사례 연구로서 10년 이상 전지의 교환 없이 작동할 수 있는 단독경보형 정온식감지기를 개발한 내용을 기술하고자 한다.

## 2. 법적 현황 비교 검토

### 2.1 설치 기준 비교

국내의 기준을 먼저 살펴보면, 2010년 7월 현재 소방시설설치 유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 일부 개정령안에서 제15종 2를 신설하여 주택 등에 설치하는 소방시설의 설치기준이 입법예고 중이다.<sup>3)</sup>

제15조의2(주택 등에 설치하는 소방시설의 설치기준)

① 다음 각호에서 정하는 주택의 소유자는 별표1제2호나목의 단독경보형감지기를 화재안전기준이 정하는 바에 따라 설치한다.

1. 「건축법시행령」 별표1의 단독주택
2. 「건축법시행령」 별표1의 공동주택(아파트 및 기숙사를 제외한다)

② 국가 및 지방자치단체는 제1항의 단독경보형감지기 설치를 위하여 필요한 시책을 마련하고 예산을 지원할 수 있다.

③ 제1항의 단독경보형감지기 등의 소방시설 설치 및 화재예방을 위하여 필요한 사항은 시·도의 조례가 정하는 바에 따른다.

NFSC 201에서 단독경보형감지기는 각 실마다 설치하되, 바닥 면적이 150m<sup>2</sup>를 초과하면 150m<sup>2</sup>마다 1개 이상 설치할 것으로만 되어 있으며, 국내에는 주택용 화재경보기 관련한 별도의 세부규정이 확립되어 있지 않다.

일본은 2004년 6월 소방법이 개정되어 일률적으로 전국의 모든 주택에 주택용 화재경보기를 설치해야 한다. 국내의 단독경보형감지기에 해당하는 감지기에서 주택에 적용되는 감지기를 별도로 주경기(주택용화재경보기)로 부르며 세부적으로 규정하고 있다. 정온식 주택용화재경보기는 령 제5조의 7 제1항 제1호에 정하는 주택의 장소 이외의 장소에서 발생할 우려가 있는 화재를 유효하게 감지할 수 있는 장소에 설치해야 한다. 정온식 주택용 화재경보기를 설치하는 것이 적당한 주택의 장소 및 설치 방법에서 주요한 부분을 다음에 기술했다.<sup>10,11)</sup>

가. 정온식 주택용화재경보기는 령 제5조의 7 제1항

제1호에 정하는 주택의 장소 이외의 주택의 장소 중에 발생할 우려가 있는 화재를 유효하게 감지할 수 있는 장소에 설치하는 것.

- (1) 부엌 (식당과 병설하는 경우를 포함한다.)
- (2) 먼지, 연기 등이 체류할 우려가 있는 거실, 차고 등 나. 정온식 주택용화재경보기는 다음과 같이 설치 및 유지할 것.

(1) 정온식 주택용화재경보기는 천정 또는 벽의 옥내에 접하는 부분(천정이 없는 경우에 있어서는 지붕 또는 벽의 옥내에 접하는 부분. 이하 같다.)의 다음의 몇 개의 위치에 화재의 발생을 조기에 유효하게 감지할 수 있도록 설치할 것.

① 벽 또는 들보로부터 0.4m 이상 떨어진 천정의 옥내에 접하는 부분 천정에서 하부 0.15m 이상 0.5m 이내의 위치에 있는 벽의 옥내에 접하는 부분

(2) 전원으로 배터리를 이용하는 정온식 주택용 화재경보기에 있어서는 해당 정온식 주택용 화재경보기를 유효하게 작동할 수 있는 전압의 하한치를 표시하거나 또는 음향에 의해 전달되었을 경우는 적절히 전지를 교환할 것.

(3) 자동시험기능을 갖지 않는 정온식 주택용 화재경보기에 있어서는 교환 기한이 경과하지 않게 적절히 정온식 주택용화재경보기를 교환할 것.

(4) 자동시험기능을 갖는 정온식 주택용화재 경보기에 있어서는 기능의 이상이 표시되거나 또는 음향에 의해 전달되었을 경우는 적절히 정온식 주택용화재경보기를 교환할 것.

**2.2 시험 항목 비교**

국내의 단독경보형 정온식감지기의 KFI(한국소방산업기술원) 형식승인 시험과 일본의 JFEII(일본소방검정협회) 형식감정 시의 주택용화재경보기에 대한 시험항목에서 감도시험에 대한 비교가 Table 1에 나타나 있다.<sup>12-15)</sup> 정온식 감지기의 경우에도 연기식 주택용화재경보기의 기준이 동일하게 적용되므로, 여기서는 중복된 부분은 생략되었다. 전압변동시험, 표시 LED, 고장경보, 전자파시험 등의 차이점은 참고문헌<sup>8)</sup>을 참고한다. 일본 정온식 주택용화재경보기의 공칭작동온도는 특종 60°C 또는 65°C의 2종류만으로 한정하고 있다. 하지만, 국내에서는 정온식 감지기의 일반규정을 적용하고 있으므로 Table 1에서는 공칭작동온도 65°C의 경우에 대해 비교되어 있다. 감도시험은 KFI 시험과 유사하다고 볼 수 있으나, 기타의 시험은 국내의 시험기준이 주택용화재경보기로서 별도의 규정이 마련되어 있지 않아 일본보다 더욱 엄격하다고 볼 수 있다. 일

**Table 1. Test Comparison between KFI and JFEII**

	KFI	JFEII
감도시험 (작동)	81.25°C의 온도, 풍속 1m/sec, 전원전압의 ±10%, 30초 이내 작동.	81.25°C의 온도, 풍속 1m/sec, 설계전압의 상하한치, 수직(천정 설치) 및 수평기류(벽면설치)에 투입시 23~40초 이내 작동. 감지기의 주위온도가 0°C 이면 40초 이내, 40°C 이면 23초 이내 작동.
감도시험 (부작동)	55°C의 온도, 풍속 1m/sec, 전원전압의 ±10%, 10분내 부작동.	50°C의 온도, 풍속 1m/sec, 설계전압의 상하한치, 10분내 부작동.

본은 전자파 내성시험을 적용하지 않고 있고, 사용온도 조건도 0~40°C로 되어 있다.

**3. 감지기 동작 특성**

**3.1 감지기 원리 및 구조**

여러 형태의 단독경보형감지기가 있으나 본 논문에서는 단독경보형 정온식감지기를 고려하였다. 단독경보형 정온식감지기를 위한 온도 센서로서 서미스터(thermistor, thermally sensitive resistor)는 온도의 변화에 따라 저항이 변하는 특징을 가지고 있는 센서이다. 서미스터에는 온도가 증가하면 저항값이 증가하는 PTC(positive temperature coefficient) 서미스터와 온도가 증가하면 저항값이 감소하는 NTC(negative temperature coefficient) 서미스터가 있다. PTC 서미스터는 inter granular region에서 아주 작은 온도범위에서도 큰 저항변화를 일으키는 전기적인 성질에 영향을 주는 유전특성의 변화에 원인이 있지만, NTC 서미스터는 광범위한 온도 범위에서 저항이 지수 적으로 떨어지는 반도체의 성질이 강하며 단독경보형감지기에 많이 적용되고 있다. NTC 서미스터 저항값의 온도 의존성은 다음 식에 의해 표현되어진다.<sup>16)</sup>

$$R_T = R_0 e^{\beta \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)} \tag{1}$$

여기서,  $R_T$ 는 온도 T에서의 NTC 서미스터의 저항값이고,  $R_0$ 는 온도  $T_0$ 에서의 NTC 서미스터의 저항값이며, T와  $T_0$ 은 각각 주위온도와 기준온도를 나타낸다. 또한,  $\beta$ 는 NTC 서미스터의 물질상수로  $\beta$ 정수라고 한다. 일반적으로 서미스터 저항과  $\beta$ 정수는 재료 조성 및

소결 온도에 의해 결정된다.

단독경보형 정온식감지기의 검출원리는 서미스터의 저항값을 감시하여 특정온도에 해당하는 저항값이 검출되면 화재경보를 발하는 것이다.

### 3.2 감지기의 전류 특성

감지기를 연속적으로 동작을 시키면 소비전류가 증가하게 되므로 동작 상태를 여러 조건으로 구분해야 한다. 특히 10년 이상 전지를 유지하기 위해서는 감지기의 전류 특성을 정확히 확인하고 동작 순서를 적절히 구분하여야 한다. 기존의 상용화된 제품은 대부분 MCU(Micro Controller Unit)없이 전용 소자를 적용하고 있어서 시험이나 경보정지 기능을 하고 있지 않으며 잦은 비화재보의 유발 등 품질이 떨어지는 경우가 많다. 전지 상태를 감시하고 10년 이상 정상조건을 유지하기 위해서는 MCU의 적용이 필요하다. 따라서 효과적인 신호처리를 위해 감지기의 설계에 MCU가 적용되는데, MCU는 순차적으로 프로그램된 작업을 수행한다. MCU가 특별한 작업을 하지 않는 슬립(sleep) 상태에서는 소자 내의 대기전력만 필요하므로 전류소비가 최소화된다.

Figure 1에 감지기의 동작 주기를 나타낸 바와 같이, 감지기의 동작을 슬립상태와 감시상태로 나눌 수 있겠다. 여기서,  $T_N$ 은 전체 주기이고,  $T_{N1}$ 은 슬립상태 시간,  $T_{N2}$ 는 감시상태의 시간이다. 슬립상태는 감지기가 열 센서 처리와 관련해서 아무런 작업도 하지 않는 구간을 의미하는 것이며, 감시상태는 서미스터의 저항값 변화량을 확인하는 등 주변의 변화에 따라 연산처리를 하는 상태를 의미한다. 따라서, 슬립시의 전류가 극히 낮은 MCU를 선정하고 주변회로를 설계하며, 감시구간을 최소화하도록 감지기를 설계함으로써 저소비전력을 이룰 수 있다. 감시상태 동안의 시간을 최소화하면 할수록 감지기의 전류소비를 줄일 수 있으나, 그 시간을 지나치게 줄이면 즉, 슬립상태를 늘리면 화재 발생 시 응답시간이 길어질 수 있어서 적절하게 설정할 필

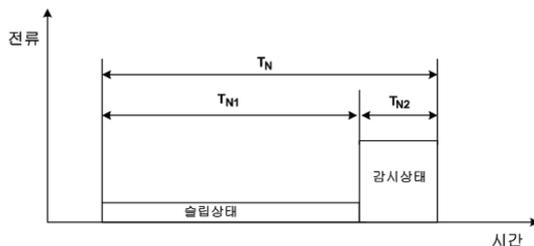


Figure 1. Time and period of the detecting status.

요가 있겠다.

전지의 용량을 Ah 또는 mAh로 표현하고 있어서, 전지용량(Ah) = 방전전류(A) × 지속시간(h)으로 나타낸다. 같은 전지용량에서 방전되는 전류 즉 소비전류를 줄일수록 지속시간은 비례해서 늘어난다. 1mA의 평균 소비전류로 10년을 사용하기 위해서는 87.6Ah의 전지 용량이 필요하지만, 10μA만 평균적으로 사용된다면 0.876Ah 용량의 전지로 10년을 유지하게 된다.

### 3.3 소비전류 관련 요소

슬립 상태에서 소비되는 전류와 감시 시에 소비되는 전류의 적절한 조절을 통해 전체 소비전류의 상당 부분을 조절할 수 있겠다. 따라서, 슬립상태 및 감시상태의 동작주기를 맨 먼저 고려해야 한다. 전지가 제조된 후 실제 사용될 때까지 조금씩 자연적으로도 방전된다. 따라서 방전전류를 고려해야 하며, 오랜 기간 동안 사용하지 않는다면 방전용량도 상당히 클 수 있다. 회로 내에 안정된 전압을 공급하기 위해 커패시터가 반드시 필요한데, 여기서 발생하는 누설전류도 고려해야 한다. 감지기 동작 시에 버저나 LED를 통해 경보나 장애상태를 알리게 되는데, 일정한 빈도의 발생 정도를 참작하여 소비전류 산정에서 이를 고려해야 한다. 또한, 한 달에 한 번 정도의 정기점검이나 임의의 시험 시에 소비되는 전류 및 비화재보로 발생하는 화재경보 전류도 검토해야 한다.

## 4. 감지기 설계

### 4.1 감지기 사양

주택 화재경보를 주목적으로 한 단독경보형 정온식 감지기의 설계를 위해 주요한 요구사항을 Table 2에 나타내었다. 자동시험 기능을 포함하고 있으며, 표준화된 크기를 가진 9V 전지를 적용한다. 외함은 난연 재질의

Table 2. Specifications of the Targeted Heat Detector

구분	사양	비고
감지방식	정온식, 65°C	NTC 서미스터
전원	9V 리튬전지	10년 사용
경보, 동작표시	버저, LED	
자동시험 기능	있음	
경보 음량	70dB 이상	1m 거리
경보 정지	버튼스위치	시험버튼 겸용
난연성	난연 ABS	
사용 환경	0~40°C	결로 없는 곳

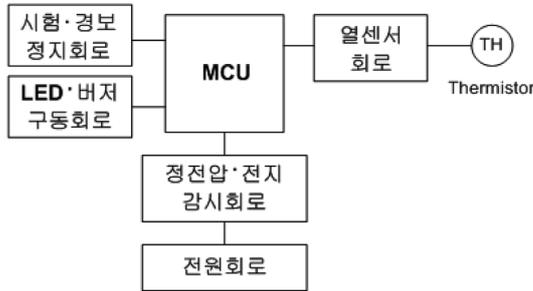


Figure 2. Block diagram of the circuit.

ABS가 적용된다.

4.2 감지기 구조

MCU가 적용되어 동작을 제어하게 되며, 전원회로, 전지 감시회로, 서미스터(thermistor) 및 접속회로, 시험 및 경보정지 회로, 그리고 LED와 버저 구동회로가 필요하다. Figure 2에 감지기 회로의 블록도가 나타나 있다. 전지의 전원을 안정되게 MCU에 공급하기 위한 회로와 경보에 대한 처리를 위한 회로가 고려되어 있다.

저소비 전력을 위해서 무엇보다도 MCU의 대기전력이 적어야 하며,<sup>17)</sup> 본 논문에서도 기존에 적용된 동일한 Microchip사의 MCU인 PIC16F676가 적용되었다. 슬립상태에서 MCU 자체적으로는 4μA만 소비되므로, 주변회로가 최적화되도록 설계하여 전체적인 소비전력을 최소화할 수 있겠다.

4.3 온도 검출 회로

온도검출회로는 Figure 3과 같이 회로를 구성하여 MCU 내부의 타이머 주기를 설정하여 약 5.8초 간격으로 깨어나 1.6msec 동안의 감시상태에서 RA2 포트 로 High 신호를 출력하고, 서미스터(R<sub>TH</sub>)의 전압을 RC1 아날로그 입력포트를 통해 A/D 변환하여 온도를 감지

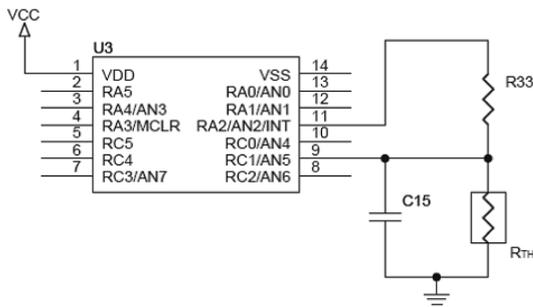


Figure 3. MCU and temperature detection circuit.

하도록 한다.

화재감지온도인 약 65°C에서 측정전압은 다음과 같이 분배전압을 A/D 변환으로 구해서 설계치 이하가 되면 화재경보를 출력하게 된다.

$$V_{65} = \frac{R_{TH}}{R_{TH} + R_{33}} \times V_{RA2} \quad (2)$$

여기서, V<sub>RA2</sub>는 RA2 포트의 출력전압을 의미한다.

4.4 전지 전압감시 회로

전지전압감시를 위해 Figure 4와 같이 구성하여 MCU에서 약 60초 간격으로 RC0로 high 신호를 출력하여, 트랜지스터 Q4를 ON 시킨다. 이때, 트랜지스터 Q1이 ON 되고, R3과 R6 간에 전지전압 VDD의 분배 전압이 CPU 입력포트 RA1에 입력된다. 이 전압이 일정전압 이하가 되면 전지 없음 경보를 출력하게 된다.

4.5 경보 및 경보정지, 시험회로

이 경보회로는 화재경보, 고장, 전지없음 등을 알리

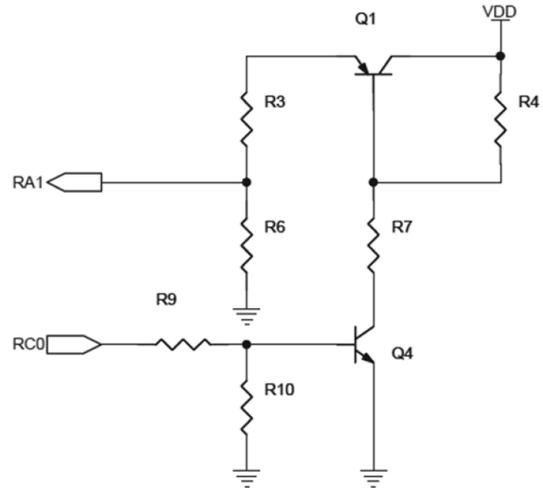


Figure 4. Battery voltage monitoring circuit.

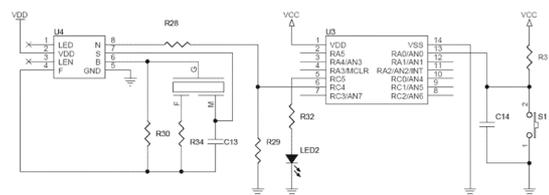


Figure 5. Circuit for alarming, alarm stop, and manual test.

기 위한 회로이며, 피에조 버저(piezo buzzer)를 이용하고, 전용의 구동소자를 적용하게 된다. Figure 5에 적용한 회로를 나타냈으며, 경보를 내릴 때에 상대적으로 큰 전류를 흘려주어야 하므로 소자 값을 적절히 선정할 필요가 있겠다.

#### 4.6 회로 설계시 주의 사항

전지의 전원으로부터 MCU 및 주변 IC용 전원을 공급해 주기 위한 LDO 레귤레이터(low-dropout regulator)가 필요하며, 전지의 양극과 음극의 형상이 다르지만 순간적인 역극성에도 회로가 손상되지 않도록 이를 고려하여야 한다. 전지의 전압을 감시하여 일정 전압보다 낮아질 때 경보음을 발할 수 있도록 해야 하며, 전류소모를 줄이기 위해 별도의 트랜지스터를 통해 MCU의 포트에서 출력을 차단하는 구조가 필요하다.

### 5. 구현 사례 및 고찰

본 논문에서 설명한 저전력 회로를 새롭게 적용하고 JFEII에 적합하게 개발하여 2011년 1월에 일본의 NS 인증 획득을 기대하고 있는 감지기의 외관 사진을 Figure 6에 나타내었다. 감지기의 경보 동작특성은 광전식 단독경보형감지기와 유사하게 적용되었으며, 세부적인 내용은 참고문헌<sup>8)</sup>을 참고한다.

Figure 7은 구현된 단독경보형 정온식감지기의 내부 전개도를 나타낸 것이다.

원하는 감도 특성을 얻기 위해 적용한 서미스터의 온도특성 그래프를 Figure 8에 나타내었다. 상온인 25°C에서 저항값이 42.1kΩ이 되며, 65°C에는 10.2kΩ을 나타낸다. 정기점검은 한 달에 1회를 고려하고, 비화재보는 1년에 1회 10분간 발생함을 가정한다. 전지의 자연방전은 매월 0.16%가 방전되어 1년간 방전되는 것으



Figure 6. Photo of the implemented detector.

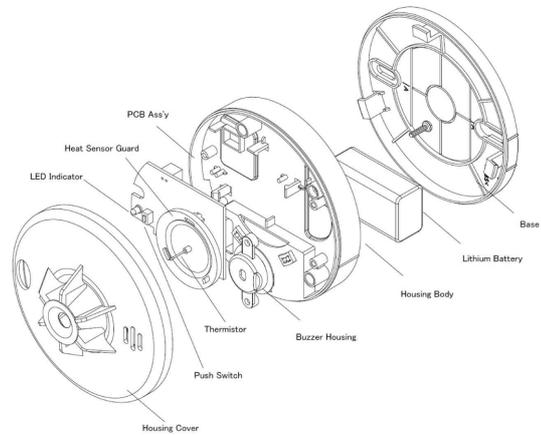


Figure 7. Unfolding figure of the detector.

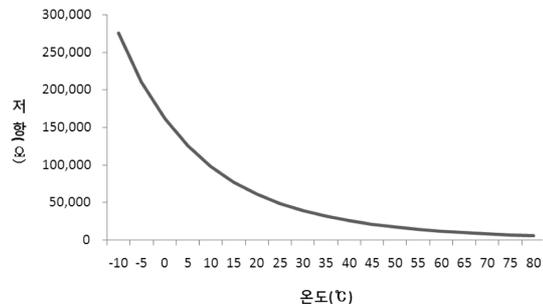
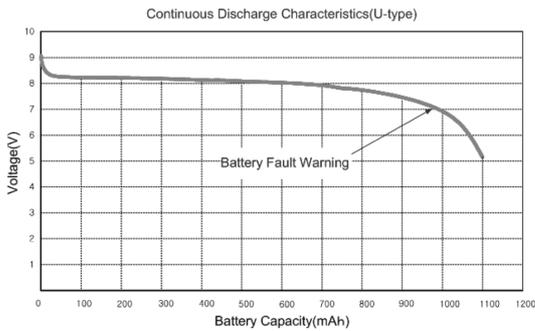


Figure 8. Characteristics curve of the thermistor.

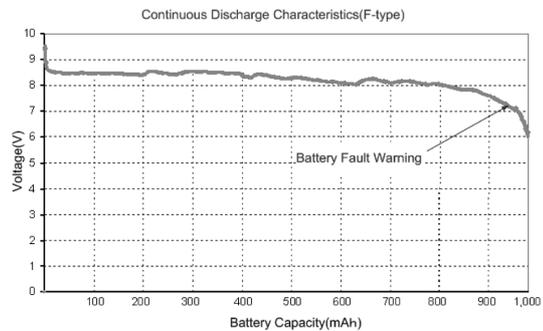
로 가정하며, 전지없음 경보는 30일간 지속한다고 가정한다. 참고문헌<sup>8)</sup>에서는 자연방전 기간을 10년 지속하는 것으로 고려했으나, 여기서는 현실적으로 1년을 고려한 것이다. 감지기가 슬립모드 상태에서 깨어나는 주기를 5.8초로 하고, 감시 시간을 2msec로 적용하였다. 경보 시에 표시 LED와 버저가 동작할 경우에 8mA의 전류가 소비됨으로 추정되었다. 이렇게 하여 구현된 감지기의 소비전류 특성을 Table 3에 나타내었다. 대부분이 슬립상태이므로 이때의 전류소비가 전체의 82.1%로 제일 높음을 확인할 수 있으며, 누설전류가 10.6%로 그다음 높은 비중을 차지하고 있다. 감시전류와 자연방전 전류는 각각 2.2%와 3.5%를 차지하고 있으며, 정기점검 시의 소비전류와 비화재보, 전지없음 경보전류는 상대적으로 미약하여 전지 용량 산정에 별다른 영향을 주지 않음을 재확인할 수 있겠다. 10년 동안의 전류용량이 661.5mAh로 예상되어 참고문헌<sup>8)</sup>에서 볼 수 있는 광전식보다 소비전류가 적게 설계되었다. 10년간 661.5mAh를 소비함은 평균소비전류가 7.5μA

**Table 3.** Required Battery Capacity for 10 Years Usage

Descriptions	Current Consumption (mA)	Interval	ON Time (second)	Duration	1 hour (mAh)	1 month (mAh)	1 year (mAh)	10 years (mAh)	Rate (%)	Remark
Standby Current	0.0062	Continuous	Continuous	-	0.0062	4.464	54.3	543.1	82.1	
Leakage Current of Electrolytic Capacitor	0.0008	Continuous	Continuous	-	0.0008	0.576	7.0	70.1	10.6	
Supervisory Current	0.481	5.8	0.002	-	1.66E-7	0.119	1.45	14.5	2.2	
Monthly Check	8	4	1.5	1 time	-	0.004	0.1	0.5	0.1	1 time/1 month
False Alarms	8	4	1.5	10 min	-	-	0.5	5.0	0.8	1 time/1 year, 10 min
Self-Discharge of Battery	-	-	-	-	-	0.0019	23.0	23.0	3.5	0.16%/month, Consider 1 year
Low Battery Warnings	8	110	0.1	30 days	0.0073	5.236	5.2	5.2	0.6	30 days
Total								661.5	100.0	



**Figure 9.** Battery discharge characteristics curve (Battery-1).



**Figure 10.** Battery discharge characteristics curve (Battery-2).

를 나타낸다. 상용의 두 종류 전지에 대해 표준전압은 9V이지만 전지없을시의 경고전압을 정격의 80%인 7.2V로 하고 비교실험을 한 후 사용가능연수를 산정했다. Figure 9과 10에 두 종류의 상용 전지에 대해 방전특성 실험하고 특성곡선을 얻은 결과를 나타내었다. 방전실험은 GWINSTEK사의 전지시험기(모델명: GBT-2211)를 이용하여 수행하였다. 그 결과 Table 4에 나타나 있는 바와 같이 Ultralife사의 전지는 최장 14.8년이

**Table 4.** Commercial Batteries and Useable Period

항목	리튬전지-1	리튬전지-2
제조사	Ultralife(미국)	FDK(일본)
모델명	U9VL-J	CP-V9J
표준용량	1.2 Ah	1.0Ah
사용용량	980 mAh	850 mAh
사용가능연수	14.8년	12.8년

가능한 것으로 나타났다.

## 6. 결 론

주택화재 예방을 위해 필요하여, 저전력 회로로 설계를 하고 상용의 전지를 적용시에 10년 이상 사용이 가능한 단독경보형 정온식감지기를 개발하였다. 먼저, 법적 검토를 통해 일본 등 외국과는 달리 국내에는 주택용 화재감지기에 대한 규정을 별도로 적용하고 있지 않음을 나타내었다. 본 논문에서 다룬 감지기는 세부적으로 일본의 법규에 적합하도록 개발이 된 것이지만 부분적인 변경을 통해 국내규격에도 동일하게 적용될 수 있겠다. 슬립상태에서의 대기전력이 극히 적은 MCU를 채택하여 적용함으로써 장애나 경보조건에 대한 처리를 세밀하게 구현할 수 있어서 비화재보의 발생 가능성을 최소화할 수 있었다. 전지의 수명을 10년 이상 유지하기 위해 고려해야할 요소들에 대해 검토하고 전지의 방전실험 결과에 대한 분석을 통해 10년 이상 전지의 교체 없이 사용이 가능함을 나타내었다. 소비전류와 관련되는 여러 경우에 대한 분석을 통해 감시시나 장애 및 경보시의 전류보다는 대기상태의 전류를 최소화하는 것이 무엇보다 중요함을 알 수 있었다.

## 참고문헌

1. 소방방재청, “2009년도 전국화재발생현황분석결과”, p.3(2010).
2. 소방방재청, “2008년도 화재통계연감”, p.51(2009).
3. 소방방재청, “소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 일부 개정령안”(2010).
4. <http://www.city.hiroshima.jp/www/contents/1189679270395/activesqr/common/other/49a4a6fe004.pdf>(2009).
5. J.L. Gancarski and T. Timoney, “Home Smoke Detector Effectiveness”, Fire Technology, Vol.20, No.4, pp.57-62(1984).
6. 소방방재청, “비상경보설비의 화재안전기준(NFSC 201)”, 소방방재청고시 제2009-31호(2008).
7. Underwriters Laboratories Inc., UL Standard for Safety for Single and Multiple Station Smoke Alarms, UL 217, Sixth Edition(2006).
8. 박세화, 조재철, “주택화재 예방을 위한 저소비 전력의 광전식 단독경보형감지기 개발에 관한 연구”, 한국화재소방학회 논문지, Vol.24, No.1, pp.46-53 (2010).
9. 일본 소방안, “주방 등에 있어서의 주경기(주택용화재경보기) 등의 설치·유지 지도요령 및 정온식 주택용화재경보기와 관련되는 기술 가이드 라인에 관하여”, 1월(2005).
10. 일본 총무성령, “주택용방재기기의 설치 및 유지에 관한 조례의 제정에 관한 기준을 정하는 성령”, 3월(2005).
11. 도쿄소방청, “도쿄소방청 주택용화재경보기 성능시험 규정”, 5월(2004).
12. 소방산업기술원, “감지기의 형식 승인 및 검정기술 기준(KOFEIS 0301)”, 소방방재청고시 제2005-89호(2005).
13. 일본 총무성령, “주택용 방재기기 등의 감정 세칙”, 1월(2005).
14. 일본 총무성령, “주택용방재경보기(住宅用防災警報器) 및 주택용방재통지설비(住宅用防災報知設備)와 관련된 기술상의 규격을 정하는 성령”, 1월(2005).
15. 일본소방검정협회, “주택용방재기기등에 관한 감정규정”, 3월(2007).
16. John G. Webster, “The Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook”, CRC Press(1999).
17. D.W. Corson, “Comparing 8-bit Microcontrollers for Ultra-low-power Applications”, Low Power Design, Oct., pp. 22-24(2005).