

PTC 서미스터의 온도특성을 이용한 전기안전 제어장치 개발에 관한 연구

A Study on Development of Electric Safety Control Apparatus by Using Thermal Characteristics of PTC Thermistor

곽동걸 · 정도영[†]

Dong-Kurl Kwak · Do-Young Jung[†]

강원대학교 방재기술전문대학원
(2007. 9. 6. 접수/2007. 12. 14. 채택)

요 약

본 논문에서는 PTC 서미스터의 전기적 특성과 온도특성을 이용하여 각종 전기화재 및 전기사고를 예방 보호하는 전기안전 제어장치에 대해 연구된다. PTC(Positive Temperature Coefficient) 서미스터는 온도변화에 따른 저항특성이 정(+)온도계수를 갖는 특징이 있다. 이러한 PTC는 정온도계수를 갖는 BaTiO₃계 세라믹스의 정방정계-입방정계 구조를 가지고 상변이점인 큐리(Curie)온도 이상으로 온도가 증가하면 저항이 급격히 증가하는 현상을 보인다. 본 논문에서는 이러한 정저항 온도특성과 자체 발열특성을 갖는 PTC 서미스터를 전기단락사고나 과부하사고 등의 전기사고의 감지센서로 이용하여 전기화재사고로부터 보호하는 제어시스템에 대해 제안한다. 그 결과 기존에 상용되는 차단기들의 빈번한 오동작과 비신뢰성, 저응답특성 등으로 발생하는 전기화재 및 전기화재의 문제점을 해결한다. 또한 제안한 전기안전장치는 다양한 실험결과를 통해 이론적 해석의 타당성이 입증된다.

ABSTRACT

This paper is studied on a protective control system for electrical fire and electrical faults by using electrical and thermal characteristics of PTC thermistor. The PTC thermistor has characteristic of positive resistivity temperature coefficient according to the temperature variation, which is construction of a regular square and cube demarcation with BaTiO₃ Ceramics of positive temperature coefficient. Also PTC thermistor shows the phenomenon which is rapidly increased in the resistivity if the temperature is increased over Curie temperature point. This paper is proposed on a protective control system used PTC thermistor which is protected from electrical fire due to electric short circuit faults or overload faults. Some experimental results of the proposed electric safety control apparatus are confirmed to the validity of the analytical results.

Keywords : PTC thermistor, Positive resistivity temperature coefficient, Electrical fire, Electric short circuit faults, Overload faults

1. 서 론

최근 반도체소자들의 발전과 더불어 나노(nano) 세라믹스(ceramics) 응용재료에 관한 관심이 확대되고 있다. 그 중 티탄산바륨(BaTiO₃)계 세라믹스는 전기적 변화에 대한 온도특성이 우수하여 웰빙(wellbeing)용 전기전자시스템 및 방재시스템 개발에 폭넓게 활용된다. 특히 BaTiO₃계 세라믹스의 정방정계-입방정계 구조

를 갖는 PTC(Positive Temperature Coefficient) 서미스터는 온도변화에 따른 저항특성이 정(+)온도계수의 성질이 있으며, 상변이점인 큐리(Curie)온도 이상으로 온도가 증가하면 저항이 급격히 증가하는 특성을 가진다.¹⁾ 이러한 정저항 온도특성과 더불어 자체 발열현상이 수반되는 PTC 서미스터는 무접점 스위치, 전기전자기기의 과열방지, 정온 발열체, 온도보상용 장치, 모터의 기동장치, 전류제한소자 등 다양한 분야에 활용되고 있다. 또한 PTC 서미스터는 주변의 보조장치 없이 반영구적으로 사용이 가능하고 적은 비용으로 제조

[†]E-mail: dyjung@kangwon.ac.kr

할 수 있어 잠재적 응용기술과 보급효과가 크다고 할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 전기적 온도특성이 우수한 PTC 서미스터와 전력용 반도체 스위칭 소자들을 이용하여, 최근 전기화재의 주된 원인인 단락사고 또는 과부하사고 등의 전기사고를 예방하는 보호제어시스템에 대해 제안한다.

저압배전계통에서 단락사고나 과부하사고에 대해 계통을 보호하기위한 많은 차단장치(누전차단기, 배선용 차단기)와 보호기기(과전압·과전류릴레이)들이 보급되고 있지만, 빈번한 오동작과 비신뢰성, 저조한 응답 특성 등으로 인해 많은 피해사례들이 보고된다.^{2,3)} 또한 이들 보호장치들은 일반적으로 옥내 전기공급의 전단 인입선에 설치되어 있어 복잡한 배전계통의 중단부에서의 전기사고에 대해서는 정확한 감지가 되지 않아 피해를 증대시키는 문제점이 있다. 이들 보호장치들의 동작 메카니즘을 살펴보면, 과전류 트립 전자(electromagnetic) 방식이나 바이메탈(bimetal) 열동방식의 구조에 의해 동작되므로, 그 동작 속응성과 신뢰성에 문제점을 가지게 된다. 본 논문에서 제안하는 PTC 서미스터를 이용한 전기안전 제어장치는 고속 고정밀의 반도체소자들을 이용하여 각종 전기사고에서 수반되는 배전선로의 온도상승을 정밀 감지하여 선로를 차단시키는 제어장치로써, 소형경량으로 제작이 가능하고 자체 차단기능을 가지고 있어 저압배전계통 및 매입형 콘센트나 외부의 멀티콘센트 또는 각종 전기전자기기 및 통신기기 등에 내장되어 각종 전기사고에 대해 신속하고 정확히 전기회로를 차단시켜 전기화재 및 전기재해로부터 보호하게 된다.

2. PTC 서미스터의 개요 및 전기적 특성

서미스터(thermistor)란 thermally sensitive resistor의 약자로 온도변화에 대한 저항값의 변화를 나타내는 반도체 저항기이다 서미스터는 통상적으로 온도상승과 함께 저항값이 증가하는 PTC 서미스터와 이와 반대로 온도의 상승과 함께 저항값이 감소하는 NTC(Negative Temperature Coefficient)로 구분된다. 이들 서미스터들은 일정한 온도범위에서 온도의 상승과 감소에 대하여 저항값이 비교적 선형적으로 변화하는 특성을 가진다.

정특성 온도계수를 가지는 PTC 서미스터는 티탄산바륨(BaTiO₃)에 미량(0.1~1.5%)의 란탄, 이트륨, 비스무트 및 투륨(Th) 등의 산화물을 혼합하고 소성하여 제조되며 이렇게 만들어진 티탄산바륨계 세라믹스는 매

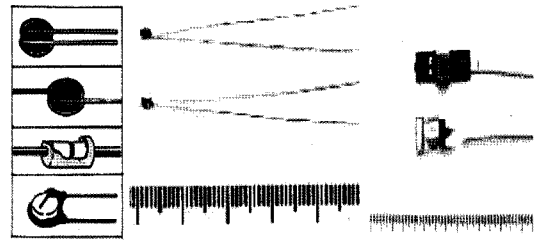


Figure 1. Schematic configuration of PTC thermistor.

우 다양한 온도 저항특성을 가진다.

티탄산바륨계 세라믹스 원편이 만들어지면 그 양면에 전류를 통과시키기 위한 전극을 밀착시키면 된다. 상용되는 전극으로는 Ag에 Zn, In을 첨가한 PTC용 전극이나 니켈, 알루미늄 등이 사용된다. Figure 1은 몇 가지 PTC 서미스터의 외형도를 보인다.⁴⁾

PTC 서미스터는 낮은 온도에서는 비교적 작은 저항값을 갖지만 주어진 온도에 도달하면 갑자기 저항이 증가하며 그 증가폭도 대단히 크다. 물론 서미스터에 전류가 통하여 주어진 온도이상에서는 전류가 흐르기 어렵게 되는 특징이 있다. 이 세라믹스 등의 성질이 급변하는 온도를 큐리(Curie) 온도 또는 큐리점(Curie point)이라 하며, PTC 서미스터는 이 온도를 넘어서면 정특성의 저항 급증영역에 들어가게 된다. 또한 이 큐리점은 세라믹스의 성분을 약간 변화시키면 고온쪽 혹은 저온쪽으로 이동시킬 수가 있어 여러 가지 특성의 서미스터를 만들 수 있다.

PTC 서미스터의 주위 온도의 변화에 따른 전기저항의 변화를 나타내는 저항-온도 특성곡선을 Figure 2에 보인다. 특성곡선에서 저항값이 급격히 증가하는 온도(T_c)를 저항 급변점 온도(switching temperature) 또는 큐리온도라고 하는데 일반적으로 최소 저항값 또는 기준 온도(25℃) 저항값의 2배에 대응하는 온도로 정의되며

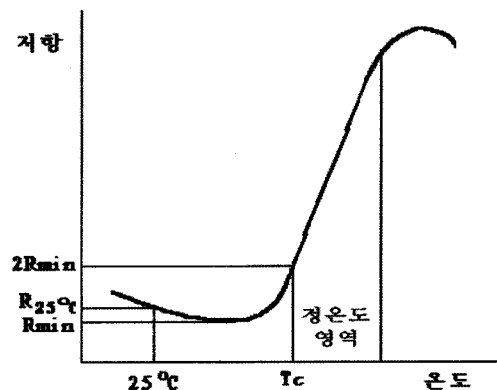


Figure 2. Characteristic curve of resistance-temperature.

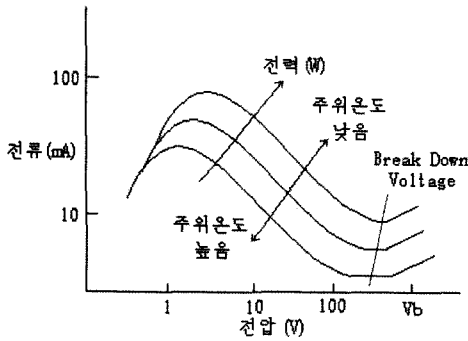


Figure 3. Characteristic curve of voltage-current.

재료 특성의 중요한 변수(parameter)가 된다. 또한 정온도 영역에서 PTC 서미스터의 저항온도계수는 임의 온도 1°C에 대한 무부하 저항변화율로 정의되며 다음 식으로 주어진다.

$$\alpha = \frac{1}{R} \frac{dR}{dT} \times 100 \quad (1)$$

여기서, α 는 저항온도계수(%/CENTIGRADE)이고 R은 T(CENTIGRADE) 온도에서의 무부하 저항값(Ω)이다.

PTC 서미스터에 전압을 인가하여 서서히 전류를 증가시키면 주열(Joule)열(I^2Rt)에 의해 온도가 상승하여 큐리온도 부근에 도달하면 Figure 3과 같이 부성전류 특성(전압의 증가에 따라 전류가 감소하는 특성)이 나타난다. 전압과 전류축을 로그(log)축으로 plot할 경우 이 부성전류 영역은 정전력 특성을 나타냄을 알 수 있다. 한편 소자에 인가하는 전압이 어떤 값을 초과하면 전압의 증가에 따라서 전류값도 급격히 증가하여 Break-down에 이르게 된다. 이 전압을 파괴전압(Break-down voltage)이라고 한다. 이는 소자선정 및 동작해석을 할 때 중요한 변수로써 소자 설계시 안전여유도를 감안해야 한다.

PTC 서미스터는 온도의 변화에 민감하게 저항이 증가하는 소자라는 점에서 온도센서, 온도로 전류를 제한하는 소자 또는 스스로가 저항체이므로 과다한 전류가 흐르면 발열하여 이 온도상승으로 저항이 급증, 전류를 억제하는 과전류보호소자 등 여러 가지 목적으로 사용되며 많은 특성을 가진 제품들이 개발된다. 또한 전류가 흐르면 온도가 상승하는 히터에도 이용할 수 있는데 일정한 온도까지 올라가면 전류가 억제되는 자동제어용의 정온발열체로 사용할 수 있다.^{4,5)} 지금까지 일정온도의 발열체는 열팽창을 이용한 바이메탈(bimetal)을 사용하여 전열선의 전류를 단속시키는 방법이 이용되었지만, 이 방법은 온도도 맥동하기 쉽고 전류가 바

이메탈 접점에서 단속할 때 잡음신호를 내기도 하고 접점에서의 문제도 많이 나타난다. 그런데 PTC 서미스터 응용의 정온발열체인 경우는 그 온도에 맞는 것만 쓰면 되기 때문에 전자기기향, 방향제, 헤어드라이어, 전기밥솥, 커피포트, 온풍히터 등에 광범위하게 사용되고 있다.

3. 기존 차단기의 동작성능 분석

오늘날 전기제품들의 다양화와 전기설비의 대용량화에 따른 전기재해로 인한 인명 및 재산피해도 증가하고 있는 실정이다. 최근 5년간 발생한 화재를 기준하여, 연평균 3만 2천여 건 중 전기화재가 차지한 비중이 8천 5백여 건으로 약 27%를 차지하고 있다.⁶⁾ 전기화재의 주된 원인은 단락 및 과부하 사고, 누전 및 접촉불량 사고로 크게 구분되며, 화재의 발생형태는 주위환경과 설비노후 등에 의해 매우 다양하게 나타난다.⁷⁾

전기화재의 원인별 비율을 분석해보면, Table 1과 같이 단락, 과부하, 누전, 접촉불량의 순으로 나타나며 그중 단락사고와 과부하사고가 거의 대다수 전기화재의 요인으로 집계된다. 가정이나 산업현장 등의 저압배선 계통에 있어, 단락사고와 누전사고를 방지하기위해 배선용차단기 및 누전차단기를 사용하여 방지하도록 전기설비기술기준으로 정하고 있다. 최근에는 단락(과부하)보호를 겸한 누전차단기(RCDs, Residual Current protective Devices)들이 개발되어 사용된다. 이들 RCDs는 기존의 누전차단기에 단락(과부하)사고를 검출 차단하는 제어회로를 부가한 구조로써, 배선계통의 단

Table 1. Analysis results of electrical fire

(2005년도 기준)

구분	단락	과부하	누전	접촉불량	기타	계
건수	6,449	430	858	402	1,852	9,991
비율 (%)	64.6	4.3	8.6	4.0	18.5	100

Table 2. Specification of conventional RCDs

정격전압[V]	110/220	정격차단 전류[kA]	1.5/2.5
정격전류[A]	15/30	정격감도 전류[mA]	15/30
동작시간[sec]	0.03	Trip 방식	전자식/열동식
보호기능	누전·단락 겸용	취득규격	KSC4613

락사고에 대해서도 보호기능을 가지게 된다. Table 2는 기존의 주택 분전반용 저압배전선로에 주로 사용되는 RCDs의 주요 사양을 나타낸다.⁸⁾

RCDs의 내부구조는 지락검출장치, 트립장치, 개폐기구로 구성되어 있으며, 지락검출장치로 사용되는 영상 변류기(ZCT)는 고정밀로 제작되어 그 신뢰성이 우수하여 Table 2와 같이 정격감도전류가 15 mA/30 mA로 정해져 사용된다. 또한 차단기 전문업체에서 KSC4613 규격에 준하여 현재 상용되는 RCDs들은 누전과 순간 단락사고(차단전류 1.5 kA 이상)를 감지하여 차단하는 장점은 있으나, 단락이나 과부하사고로 인한 상승된 고장전류(정격전류의 약 200~500%)에 대해서는 차단 동작속도가 평균 약 2초~30초로 매우 지연된 응답특성을 가진다.⁹⁾ 이것은 전기화재의 주요 요인이 되는 단락사고나 과부하사고에 대해 차단 보호범위와 응답속도가 저조한 것으로 각종 전기재해의 원인으로 된다.

더욱이 배전선로에 사용되는 누전차단기나 배선용 차단기는 옥내 전기공급 분전반 인입선에 설치되어 있어 복잡한 배전계통의 부하측 중단과의 내선거리가 길다. 대부분의 단락이나 과부하로 인한 전기재해가 부하단에서 발생하는 것을 감안할 때, 차단장치와의 선로거리가 먼 경우 선로저항의 증가에 따른 차단기의 정확한 감지가 미미하여 오동작의 요인이 된다. 그리고 이들 차단장치들의 동작 메커니즘을 살펴보면, 과전류 트립(trip) 전자방식이나 바이메탈 열동방식의 구조에 의해 동작되므로 배전선로가 길어질 경우 그 동작 속응성과 신뢰성에 문제점을 가진다. 그 결과 단락사고나 과부하사고에 대해 빈번한 오동작과 비신뢰성, 저조한 응답특성 등으로 인한 많은 전기화재 및 전기재해의 피해사례들이 증대되고 있다.^{2,10,11)}

이러한 전기화재의 요인이 되는 단락사고나 과부하 사고에 대해 기존차단기의 동작성능을 분석하기 위하여 Figure 4에 성능분석 블록도를 나타낸다.

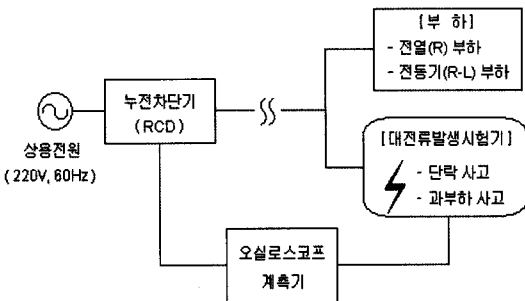
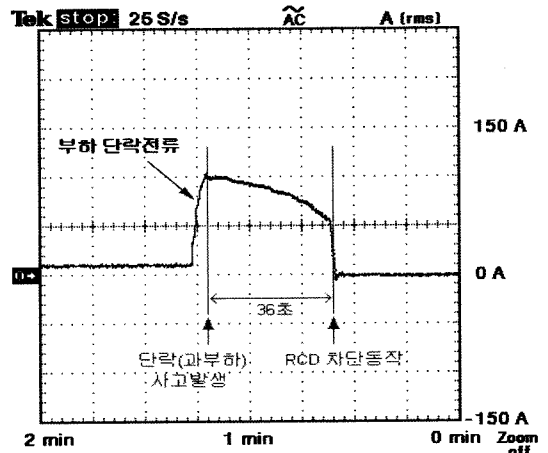


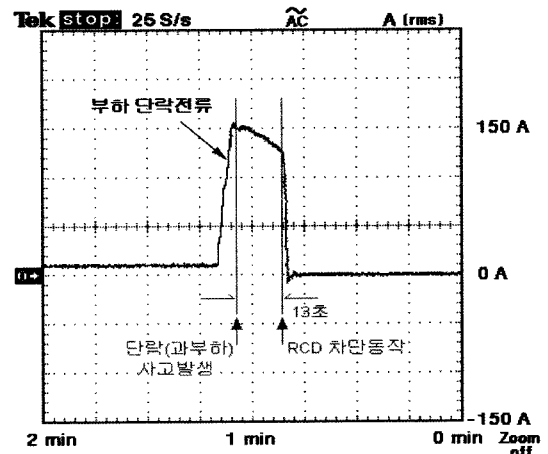
Figure 4. Block diagram for performance analysis of RCDs.

Figure 4의 대전류발생시험기는 모의 단락사고에 의한 순간 과전류를 발생시키는 장치이다. Figure 5는 대전류발생시험기의 전류레벨을 10 A에서 100 A 및 150 A로 상승시킨 경우에 대한 기존차단기의 동작성능을 분석하기 위한 실측 분석파형이다. 실측에 사용된 차단기는 한국산업규격(KSC4613)에 준하여 제작된 인증제품으로, 단상 2선식 110/220 V, 정격전류 30 A, 정격감도전류 30 mA, 정격동작시간 30 ms의 단락(과부하)보호 겸용 고감도형 누전차단기를 사용하였다. 그리고 차단기에서 단락사고발생기까지의 선로는 30 A용 구리(Cu) 단선 2.6 mm, 전장 5 m로 하여 측정하였다.

Figure 5(a)의 모의 단락사고에 대한 RCD의 성능분석에서 단락전류가 100 A(정격전류의 약 300%)로 상



(a) Case 1 (단락전류 100A)



(b) Case 2 (단락전류 150A)

Figure 5. Operation performance waveforms for short circuit of a conventional RCD.

승된 후 약 36초가 경과된 후 차단기가 트립되었다. 이 때 사용된 단선 5m 선로의 피복은 거의 소손된 상태로 되어 폐기하였다. Figure 5(b)는 단락전류를 150 A (정격전류의 500%)로 상승시킨 경우로 단락사고 발생 후 약 13초가 경과된 후 차단기가 트립되었다.

상기 기존 차단기에 대한 분석과형에서와 같이 기존 차단기는 전기화재의 요인이 되는 단락사고나 과부하 사고에 대해 저조한 응답특성과 비신뢰성을 보였으며, 이로 인해 전기화재 및 전기재해의 위험성을 항시 내재하고 있음을 알 수 있다. 또한 주위 환경이 취약한 실제 현장의 경우는 상기의 실험측정 조건보다 열악하고 현장의 복잡한 배전선로 계통을 고려해 볼 때 더욱 전기사고의 위험성이 클 것이다.

이러한 문제들을 해결하기위해 본 논문에서는 전기화재의 요인이 되는 단락사고나 과부하사고에 대해 차단 속응성이 우수하고 신뢰성이 뛰어난 새로운 전기안전 제어장치를 개발하고 제안하고자 한다.

4. PTC 서미스터를 이용한 전기안전 제어장치 개발

4.1 제안한 전기안전 제어장치의 회로구성 및 동작 원리

전기화재의 주된 원인인 단락사고 또는 과부하사고는 고장전류의 상승과 더불어 빠른 배전선로의 온도변화를 가지게 된다. 이들 사고에 대해, 온도변화에 우수한 전기적 특성을 가지는 PTC 서미스터를 적용시킨 제어장치를 설계하여 각종 전기사고를 예방하는 전기안전 제어장치에 대해 제안한다.

Figure 6은 상기에서 서술한 정저항 온도특성과 자체 발열특성이 우수한 PTC 서미스터를 전기단락사고나 과부하사고 등의 전기사고의 감지센서로 이용한 전기안전 제어장치의 회로도도를 보인다.

전기안전 제어장치의 회로구성은 전원공급단자 T1

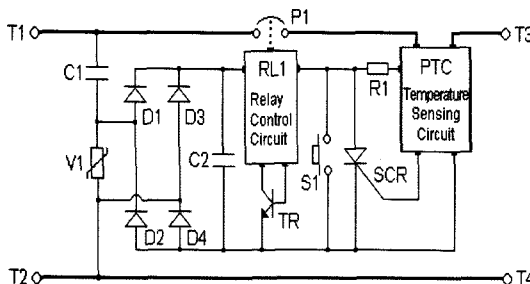


Figure 6. Electric safety control apparatus by using PTC thermistor.

과 T2, 부하단 출력단자 T3과 T4, 분압용 커패시터 C1, 써지(surge)보호용 배리스터(varistor) V1, 정류용 브릿지 다이오드 D1~D4, 평활용 커패시터 C2, 릴레이 RL1과 접점 P1, 리셋스위치 S1, 반도체 스위칭소자 SCR과 TR, 그리고 고장전류를 검출하는 PTC 서미스터로 구성된다.

제안된 전기안전장치의 동작원리를 살펴보면, 초기 상태로 브릿지 다이오드를 통하여 직류전원이 제어시스템에 공급되고 있으며, 먼저 정상상태의 경우, PTC 서미스터는 매우 낮은 저항값을 가지므로 반도체 스위치 SCR은 오프(off)된 상태이고 TR은 온(on)으로 되어 릴레이 RL1과 접점 P1(normal open contactor)이 동작하여 입력전원이 부하단으로 공급되는 정상상태를 유지한다.

다음으로, 부하단에서 전기사고(단락사고, 과부하사고 등)가 발생한 경우, 전기사고에 의해 대전류가 발생하여 배전선로의 신속한 온도상승을 초래하게 된다. 이때 우수한 정저항 온도특성과 자체 발열특성을 갖는 PTC 서미스터가 이를 감지하여 빠르게 큰 저항값에 도달한다. 그 결과 반도체스위치 SCR을 턴-온(turn-on)시키고 이에 의해 TR이 오프(off)하게 된다. TR의 오프로 인해 릴레이 RL1이 자기 소제되고, 접점 P1이 선로를 차단시켜 부하단 전원공급이 차단된다. 그 결과 전기화재 및 전기재해를 예방하는 일련의 동작원리를 가진다.

여기서 리셋스위치 S1은 제어장치의 동작유무나 고장수리 완료 후 시스템의 초기화를 위한 것으로, 리셋 동작에 의해 반도체 스위치 SCR은 강제적으로 소호되어 제어장치가 초기화된다. 제안한 전기안전 제어장치에 사용된 소자들의 회로정수를 Table 3에 주어진다.

Figure 7은 제작된 전기안전 제어장치의 외형을 나타낸다. 제안한 전기안전장치는 회로구성이 간단하여 소형·경량으로 제작이 가능한 장점이 있다. 또한 제어원리가 간단하고, 고속형 반도체 소자와 PTC 서미스터의 고정밀 응답특성을 이용한 구조로 설계되어 내구력과 신뢰성이 증대된다.

Table 3. Circuit parameters of proposed control apparatus

공급전압	AC220 V/60 Hz	커패시터 C2	47 μ F/25 V 전해질
커패시터 C1	470 nF/AC250 V	RL1	24V, 50 A, 1a
배리스터 V1	33 V, 30 W	TR	12 V, 5 W
다이오드 D1~D4	$V_r=600$ V, 50 W	PTC 서미스터	1.5 k Ω (단편 정방향형)

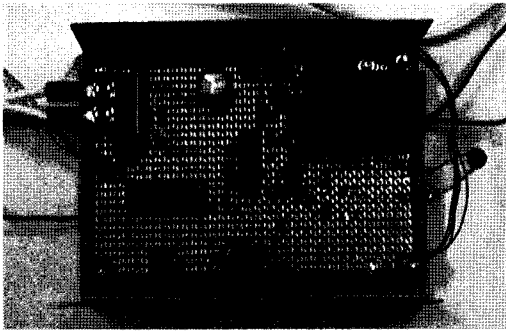


Figure 7. Photograph of electric safety control apparatus.

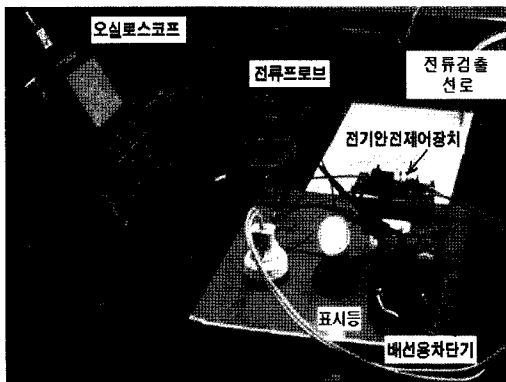


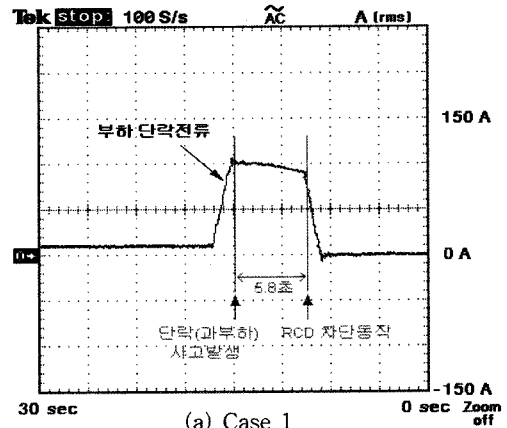
Figure 8. Photograph of experimental equipment.

4.2 제한한 전기안전 제어장치의 동작특성 분석

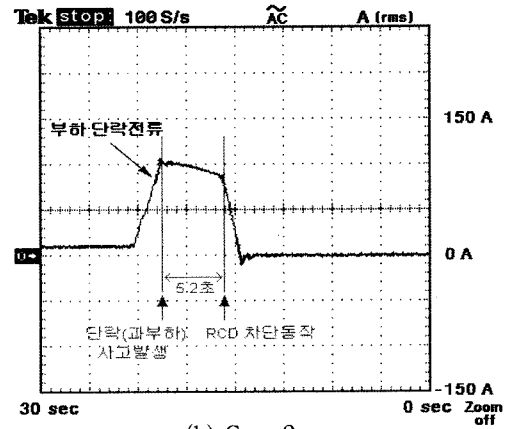
Figure 8은 제한한 전기안전 제어장치의 성능을 분석하기 위한 실험장치 구성도를 나타낸다. PTC 서미스터는 외부 간섭을 없애기 위해 절연 압축튜브로 배전선로와 밀착 봉하였으며, 정격 순시온도 감도치를 200°C~230°C로 설정하였다.

Figure 9와 10은 단락사고에 의한 순간 과부하전류 발생에 대한 제한한 전기안전 제어장치의 동작성능을 확인하기 위한 분석파형으로써 여러 차래의 인위적인 사고발생 시뮬레이터를 통해 측정된 결과들이다. 본 실험의 순간 과부하전류 발생은 대전류발생시험기를 사용하였으며, 측정용으로 사용된 배전선로는 30A용 구리(Cu) 단선 2.6mm, 전장 5m로 하였다.

Figure 9(a)와 (b) 두 경우는 대전류발생시험기의 전류레벨을 10A에서 100A로 상승시킨 경우에 대한 제한한 전기안전장치의 동작성능을 분석하기 위한 실측 분석파형이다. Figure 9의 성능분석결과에서 단락전류가 100A로 상승된 후 평균 5.5초 경과 후 제어장치의 릴레이 RL1이 트립되었다. Figure 10(a)와 (b) 두 경우는 단락전류를 150A로 상승시킨 경우로 단락사고 발생 후 평균 2.5초 경과 후 릴레이 RL1이 트립되었다.



(a) Case 1



(b) Case 2

Figure 9. Operation performance waveforms for short circuit of proposed electric safety control apparatus (short current 100 A).

동일조건에서 측정된 상기 기존의 차단기와 제한한 전기안전장치의 동작특성 분석결과들을 검토하면, 기존 차단기의 경우 단락전류 100A에서 차단기의 차단 동작속도는 약 36초가 소요되었고 단락전류 150A에서는 약 13초가 소요되었다. 그러나 제한한 전기안전장치의 경우는 단락전류 100A에서 차단동작속도는 약 5.5초, 단락전류 150A에서는 약 2.5초가 소요되는 결과를 보였다. 이는 고장전류 발생시 제한한 전기안전 제어장치가 기존의 차단기와 비교하여 매우 우수한 응답특성과 신뢰성을 보여주는 결과이다.

제한한 전기안전 제어장치는 상기의 우수한 동작특성으로 인한 주택 분전반용 저압배전선로에 적용되어 전기화재의 주요 원인인 단락사고나 과부하사고 등의 전기사고를 예방할 수 있으며, 또한 소형경량으로 제작이 가능하고 자체 차단기능을 가지고 있어 매입형 콘센터나 외부의 멀티콘센터 또는 각종 전기전자기기

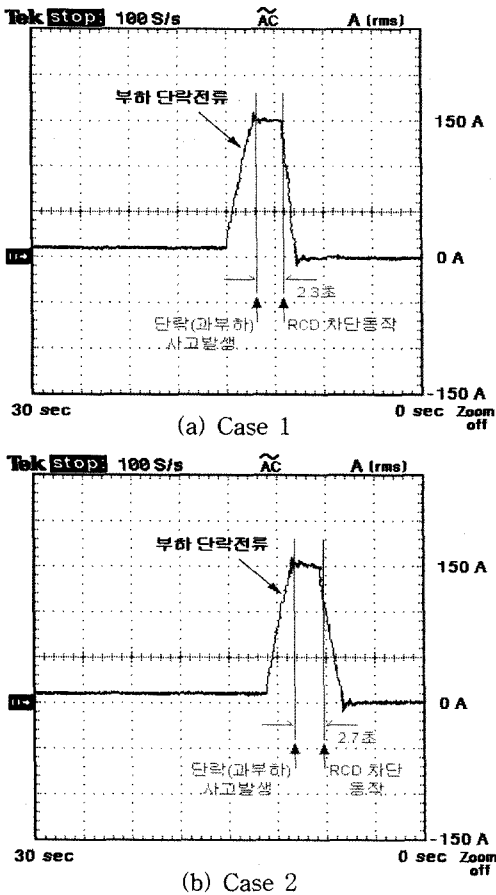


Figure 10. Operation performance waveforms for short circuit of proposed electric safety control apparatus (short current 150 A).

및 통신기기 등에 적용되어 각종 전기사고를 예방할 것으로 기대된다.

5. 결 론

본 논문에서는 전기적 온도특성과 자체 발열특성이 우수한 PTC 서미스터와 전력용 반도체 스위칭 소자들을 이용하여, 최근 전기화재의 주된 원인인 단락사고 또는 과부하사고 등의 전기사고를 예방하는 전기안전 장치에 대해 제안하였다.

본 논문에서 제안한 PTC 서미스터를 이용한 전기안전 제어장치는 각종 전기사고에서 수반되는 배전선로의 온도상승을 정밀 감지하여 선로를 신속히 차단시키는 고정밀 고속응성의 제어 동작원리를 가졌다. 또한 다양한 동작특성분석을 통해 기존의 차단기와 비교하여 차단동작 응답속도와 신뢰성이 우수하였으며 그 실

용성이 입증되었다. 그 결과 제안한 전기안전장치는 기존 차단기들의 빈번한 오동작과 비신뢰성, 저조한 응답특성으로 인한 각종 전기사고 및 전기화재의 위험성을 해결할 수 있다.

또한 개발된 전기안전 제어장치는 소형경량으로 제작이 가능하고 자체 차단기능을 가지고 있어 저압배전계통은 물론 매입형 콘센터나 외부의 멀티콘센터 또는 각종 전기전자기기 및 통신기기 등에 적용되어 각종 전기사고를 미연에 방지할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2005년도 강원대학교 방재분야중점특성화 사업 연구비지원으로 수행하였습니다.

참고문헌

1. K. Dostert, "Application of Self-heated PTC-thermistor to Flow and Quantity of Heat Measurements", Sensor and Actuators, Vol.3, pp.159-167 (1982).
2. 새터정보통신 부설연구소, "부하별 아크, 스파크 사고 데이터 및 분석 보고서"(2002).
3. 최규하 외, "차단기류 오동작 분석을 위한 전원왜형 장치 설계 및 개발", 전력전자학회 논문지, Vol.11, No.5, pp.480-488(2006).
4. H.M. Al-Allak, G.J. Russell, and J. Woods, "Effect of Annealing on the Characteristics of Semi-conducting BaTiO₃ Positive Temperature Coefficient of Resistance Devices", J. Phys. D., Appl. Phys. 20, pp.1645-1651(1987).
5. J.H. Lee and S.H. Cho, "The Role of Grain Boundary Modifier in BaTiO₃ System for PTCR Device", Kor. J. Mat. Res., Vol. 3, No.5, pp.553-561(1993).
6. 한국전기안전공사, "전기재해 통계분석"(2005).
7. 행정자치부, "2006년도 화재통계연보"(2006).
8. 한국공업규격, KSC4613, 한국표준협회(2006).
9. (주)제일전기공업, (주)LS산전, "누전차단기 및 배선용차단기 기술자료"(2004).
10. V. Babrauskas, "Fire due to Electric Arcing: Can 'Cause' Beads Be Distinguished from 'Victim' Beads by Physical or Chemical Testing?", Fire and Materials 2003, Interscience Communications Ltd., pp.189-201(2003).
11. 박동걸, 정도영, 신미영, "아크 및 스파크 재해에 대한 누전차단기 트립을 위한 보조제어 전기안전장치에 관한 연구", 한국화재소방학회논문지, Vol.20, No.1, pp.71-76(2006).