

# 고등학교 물리교육용 적외선 감지기 및 광통신 실험키트 개발

이동준<sup>1\*</sup>, 김은정<sup>2</sup>

<sup>1</sup>북평여자중학교, 강원도 240-270

<sup>2</sup>경포여자중학교, 강원도 210-110

## 요약

포토TR(phototransistor)은 물질에 빛을 쬐일 때 전류가 흐르는 광전 효과의 원리를 이용하여 만든 것이다. 이 포토TR의 광전효과를 체험할 수 있는 실험이 현재 고등학교 물리 교과서에 소개되어 있다. 이 논문에서는 교과서의 실험보다 좀 더 손쉽고 간단하게 광전 효과를 체험할 수 있는 실험 키트를 개발하여 보았다. 또한 개발한 실험키트와 광섬유를 결합하여 광통신 및 전반사의 원리도 체험할 수 있었다.

## 서론

고등학교 교육과정(교육인적자원부, 1999)에 의하면, 물리 I 과정에서 광전효과 및 전반사에 대해서 공부하도록 되어 있다 (표 1).

교과서 고등학교 물리 I 교과서(권재술 외, 2003)를 살펴보면, 광전효과에 대해서는 3면에 걸쳐서 광전효과 및 정지전압에 대해 설명하고 있다. 그리고 대단원의 마지막 부분에는 심화학습으로서, 포토TR을 이용한 스위치 만들기가 소개되어 있다(그림 1).

전반사의 개념에 대해서는 비교적 간단하게 소개되어 있으며, 전반사 현상을 이용한 광통신은 자세히 소개되어 있다. 교과서에서는 광섬유가 가진 장점을 구리케이블과 비교하면서 여러 응용분야에 광섬유가 이용되고 있음을 보여준다.

교과서에 제시된 실험을 보면, 수광소자로서 포토TR을 사용하고 있으며, 발광소자로서 레이저포인터를 사용하고 있다. 실

험에 사용된 포토TR은 반응하는 파장에 따라 여러 가지 규격의 것이 판매되고 있어서 특별히 주의가 요구된다. 예를 들어, 리모컨 신호를 인식하기 위해 시중에 판매되는 포토TR은 대부분 적외선 파장 이외의 빛에 대해서는 반응하지 않도록 되어 있다. 이 경우에는 가시광선 파장대의 레이저포인터 빛을 아무리 쬐 인다고 하여도 반응하지 않는다.

실사 가시광선에 반응하는 포토TR을 사용하였다 하더라도, 교실 공간은 이미 가시광선으로 충분한 상태이기 때문에 굳이 레이저포인터 빛을 쬐여주지 않아도 미리 반응이 일어날 수 있다. 레이저포인터의 강한 빛과 교실 환경정도의 상대적으로 약한 빛의 차이를 구별할 수 있는 부품을 잘 선정하면 정상적인 실험이 가능하겠지만, 교과서의 경우 특별히 어떠한 부품을 사용하면 좋을지에 대한 구체적인 설명이 없다. 이러한 고민을 바탕으로 하여, 실험결과의 확인이 용이한 적외선 감지기 실험 키트를 고안하여 보았다.

표 1. 고등학교 물리 I 내용 체계

영역	내용 요소	탐구
힘과 에너지	속도와 가속도, 운동의 법칙, 운동량과 충격량, 운동량 보존, 일과 일률, 역학적 에너지 보존, 에너지 보존	실험, 조사, 토의, 견학, 과제 연구 등
전기와 자기	전압과 전류, 전기저항, 전류의 열작용, 전류의 자기작용, 전자기 유도	
파동과 입자	파동의 발생과 전파, 파동의 반사와 굴절, 파동의 간섭과 회절, 편광, 광전 효과, 물질파	

\*교신처: jorland@hanmail.net, Tel: 011-360-9331, Fax: 033-522-3363.

\*이 논문은 초청논문임.

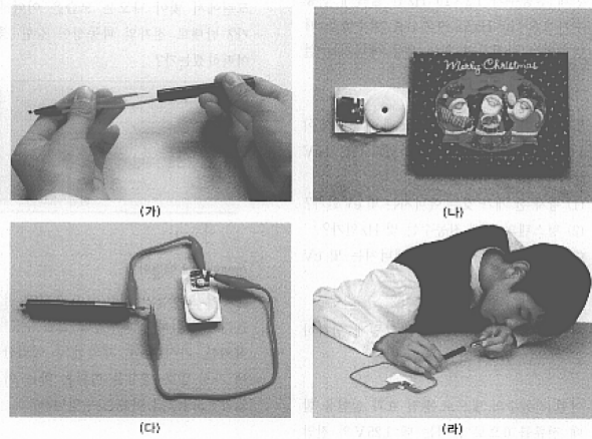


그림 1. 교과서의 광전효과 원리 실험

## 이론적 배경

### 포토TR에서 일어나는 광전효과

빛과 물질 사이에는 물리적 상호작용이 존재하는데, 일반적으로 물질이 광자를 흡수하고 그 결과 전자를 방출하는 현상을 광전효과라 부른다. 또한 광전효과와 결과로서 반도체의 접합부에 전압이 나타나는 현상을 광기전력 효과라고 부르는데 이 광기전력 효과를 이용한 소자가 포토다이오드이다(김원희, 김준식, 2002).

포토TR은 포토다이오드가 가지는 낮은 출력을 보완하여 사용되는 전자소자이다. 그 성질은 포토다이오드와 같으며 빛에 대한 응답이 빠르면서 출력전류도 크다. 반도체의 재료는 실리콘이고 약간의 게르마늄이 사용되고 있다. 베이스(B) 표면에 빛이 입사하면 베이스-컬렉터(C) 사이에 광전류가 흐르고 이 전류가 트랜지스터에 의해 증폭된다(김원희, 김준식, 2002).

이론적으로 적외선 포토TR은 적외선보다 짧은 파장의 빛에

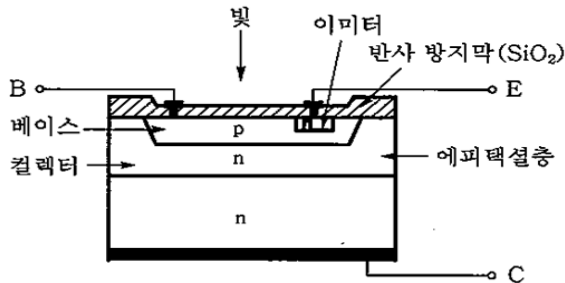


그림 2. 포토TR의 구조(김원희, 김준식, 2002)

도 모두 반응하지만, 적외선 포토TR은 가시광선 범위에서 불투명한 특성을 가지는 플라스틱을 입혀 적외선 파장의 빛에만 반응하도록 만든다.

### 적외선 감지기 회로 설계

그림 3은 설계된 적외선 감지기의 회로도이다. 회로는 적외선 포토TR과 LED(light-emitting diode)가 직렬로 연결되어 매우 간단하다. 적외선 포토TR은 리모컨에서 방출되는 적외선 빛을 받으면 광전효과에 의해 전류를 잘 통하게 하는 스위치와 같은 역할을 한다. 따라서 포토TR에 적외선을 쏘여주면 LED에 전류가 흘러서 붉은 빛을 내게 된다.

적외선 감지기와 짝을 이뤄, 적외선 신호를 방출하는 장치는 일반적인 리모컨을 사용하였다. 현재 시판되는 대부분의 포토TR은 리모컨의 신호에 반응하기 위해서 만든 것들이 대부분이므로, 정상적인 작동을 보장받을 수 있다.

포토TR은 여러 가지 모델이 있으나, 가장 많이 사용되는 규격명은 논문의 부록에 명시하였다.

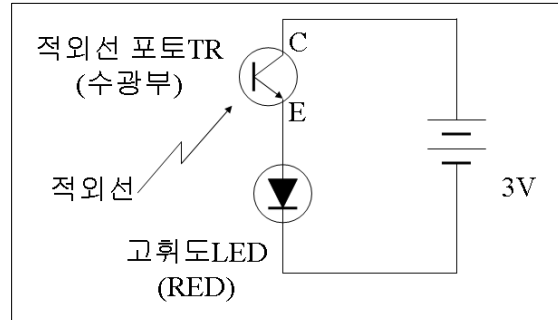


그림 3. 적외선 감지기 회로도

## 실험 재료 및 제작 방법

### 실험 재료

실험에 필요한 재료들은 그림 4와 같다. 3V 버튼형 리튬전지와 적외선 포토TR, 고휘도 LED는 전자부품 판매점에서 구할 수 있다. 고휘도 LED는 방출하는 빛과 부품 크기에 따라서 여러 가지 종류가 있으나, 빨간색에 지름 3mm정도면 가장 무난하다.

광섬유는 과학교재상에서 구할 수 있으나, 두꺼운 낚시줄이 있다면 그것을 사용해도 가능하다. 다만 낚시줄의 경우 색깔이 없는 것으로 구해야 하며, 거리가 긴 경우 전달 신호가 약해진다는 단점이 있다.

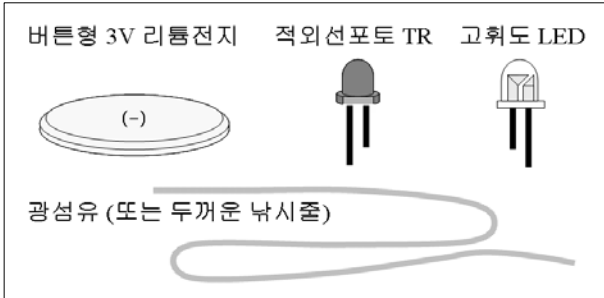


그림 4. 적외선 감지기 준비물

### 제작 방법

- (1) 적외선 포토TR과 고휘도 LED의 짧은 선을 서로 마주보도록 한 후 서로 꼬아서 연결해 준다. 두 부품은 극성이 있기 때문에 반대로 연결할 경우 작동하지 않으므로 주의하여야 한다.
- (2) 꼬아서 연결한 부분을 절연테이프를 이용하여 합선되지 않도록 잘 감아 둔다.

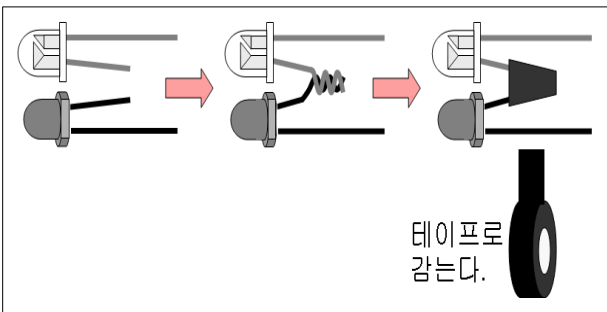


그림 5. 부품의 연결

- (3) 그림 6과 같이 엄지와 검지로 버튼전지 양끝의 리드선을 댄 채로 꼭 누르면 전기회로가 연결된다. 이로서 회로는 간단하게 완성되었다.

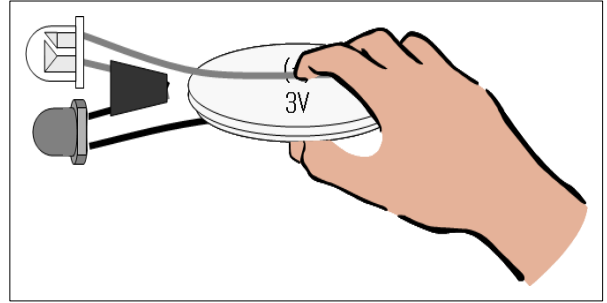


그림 6. 완성된 실험키트

### 실험 결과

그림 7과 같이 포토TR을 향해 리모컨의 스위치를 눌러 적외선을 쏘아본다. 리모컨의 스위치를 누를 때마다 빨간색 불빛이 깜빡이면 완성된 것이다.

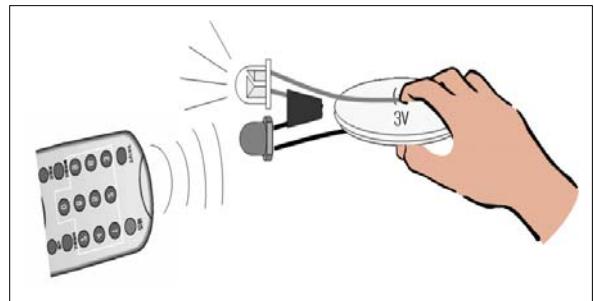


그림 7. 적외선 감지기 작동 확인

그림 8과 같이 실험하면, 광통신의 원리를 손쉽게 체험할 수도 있다. 리모컨의 버튼을 누르면 신호가 적외선의 형태로 광섬유를 따라 흐른다. 광섬유의 끝부분에 다다른 적외선은 적외선 감지기의 포토TR을 활성화시켜 LED를 깜박거리게 한다.

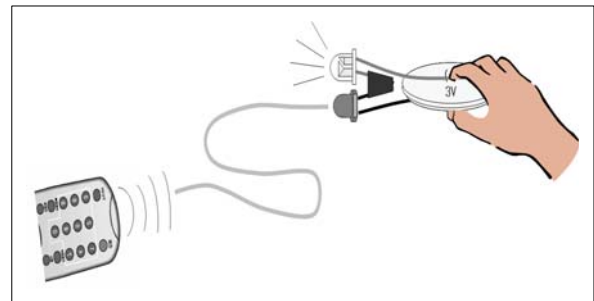


그림 8. 광통신의 원리 체험

주의할 점은, 리모컨의 신호를 광섬유로 보낼 때 광섬유 끝 쪽에 수직으로 갖다 대어야 한다는 것이다. 비스듬하게 하면 신호의 세기가 작아지기 때문에 실험결과가 잘 나오지 않으니 주의한다.

### 결론 및 제언

이상으로, 고등학교 물리교육용 적외선 감지기 및 광통신 실험키트를 제작해 보았다. 부품수가 적고 제작과정이 간단하여 수업 중에 간단하게 실험할 수 있었다. 교과서에서 제시된 실험보다 실험 결과가 확실하기 때문에 일선 학교에 보급된다면 학생들에게 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 본다. 아울러 실험 준비에 많은 시간적 부담을 느끼는 선생님께도 많은 도움이 있을 것으로 생각된다. 차후에 고등학교 학생들을 대상으로 본 실험키트의 효용성을 연구해 볼 것을 제안한다.

### 참고문헌

교육인적자원부 (1999) 제7차 고등학교 교육과정 해설 06(과학). 대한교과서주식회사.

권재술, 김범기, 김연수, 문충식, 천조현, 최혁준 (2003) 고등학교 물리 I. (주)교학사.

김원희, 김준식 (2002) 자동화를 위한 센서공학. 성안당

### 부 록

#### 1. 실험 재료 규격 및 구입방법

- ① 포토TR(ST-3811 또는 ST-8L) - 사이언스마켓  
(<http://www.sciencemarket.net/>)
- ② 고휘도 LED(Red 3Pie) - 사이언스마켓  
(<http://www.sciencemarket.net/>)
- ③ 버튼형 3V 리튬전지(CR2025) - 사이언스마켓  
(<http://www.sciencemarket.net/>)