

20 년 월 일 요일
 시간 : 장소 : 
 학교 학년 반
 번 이름 :

폐건전지 쥐어짜기

트랜지스터와 토로이드를 사용하여 승압회로를 만들고 버려지는 건전지의 남은 에너지로 장식물을 만들어봅시다. 폐건전지를 재활용하는 방법도 알아봅시다.

실험키트구성

도안 **가 나**, 양면테이프, 건전지+전지끼우개, 페라이트코어+긴전선2개, 2P커넥터, 4P커넥터, 커넥터용 전선, LED 2개, 트랜지스터, 저항, 엔드캡

준비물

펜, 투명테이프, 칼, 사용하고 버린 폐건전지(리모컨 등)

생각해보기



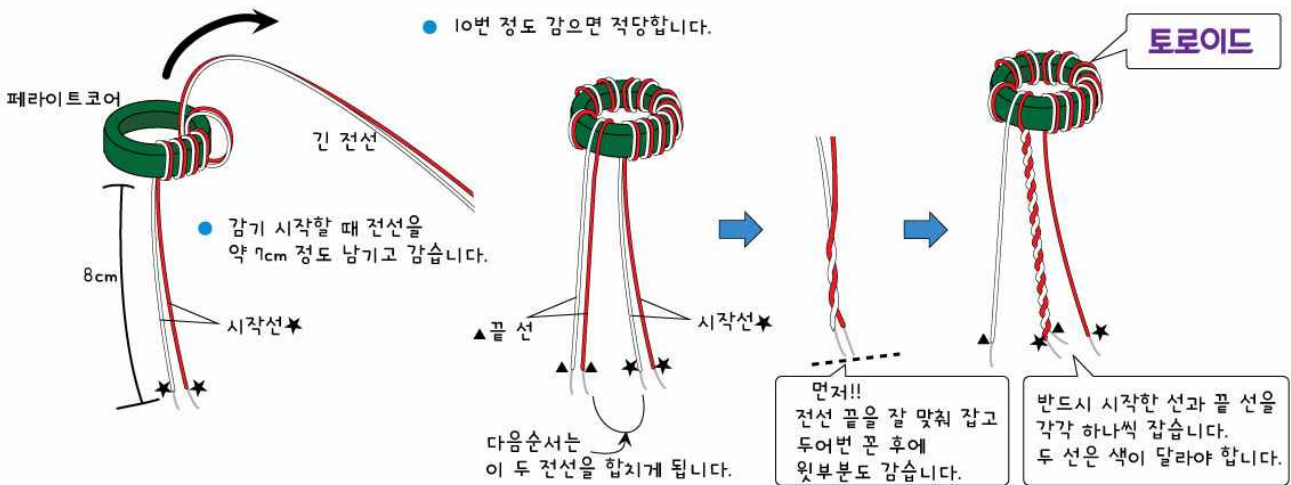
여러분은 다 쓴 건전지를 어떻게 처리하세요? 쓰레기통에 버리나요? 재활용함에 넣거나 그냥 모아두나요?
 다 쓴 건전지에는 에너지가 정말 하나도 없을까요?

실험방법

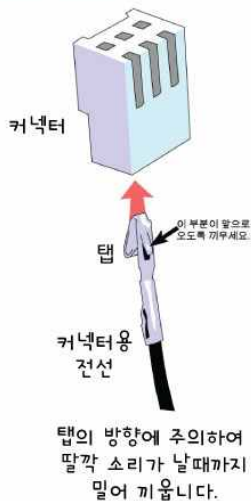
[토로이드 만들기]

1. 페라이트코어와 서로 다른색의 긴 전선 2개를 확인합니다. 페라이트코어에 두 전선을 같이 잡고 그림처럼 촘촘히 감습니다.

2. 시작선과 끝선의 서로 다른 색깔의 전선을 잡고 꼬아서 한 선으로 만듭니다.

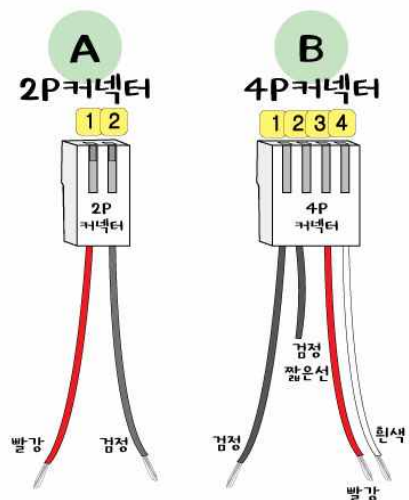


★ 커넥터에 전선 연결 방법

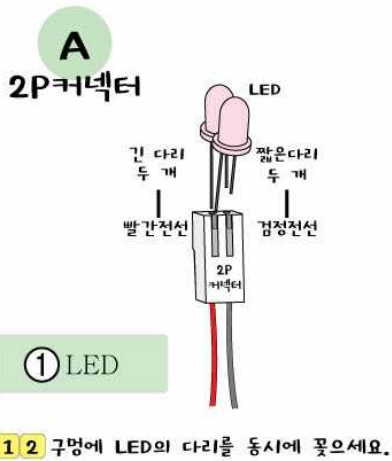


[회로 연결하기]

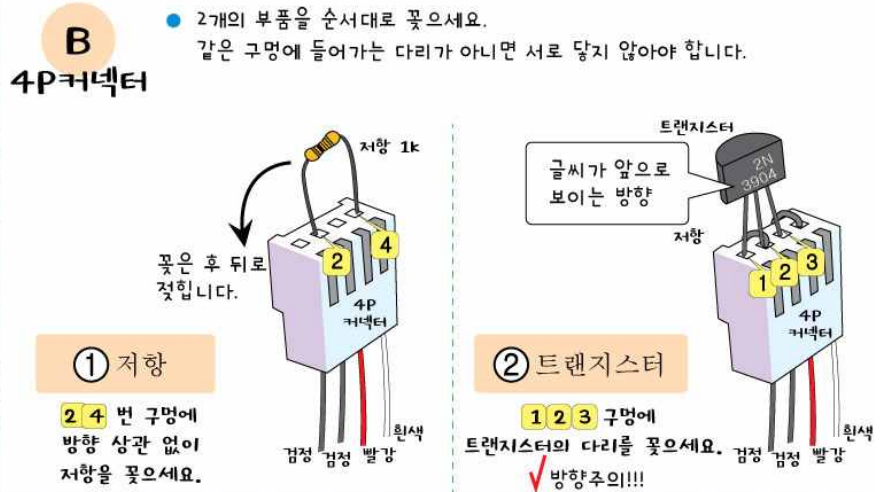
3. 그림과 같이 커넥터에 커넥터용 전선을 끼웁니다.



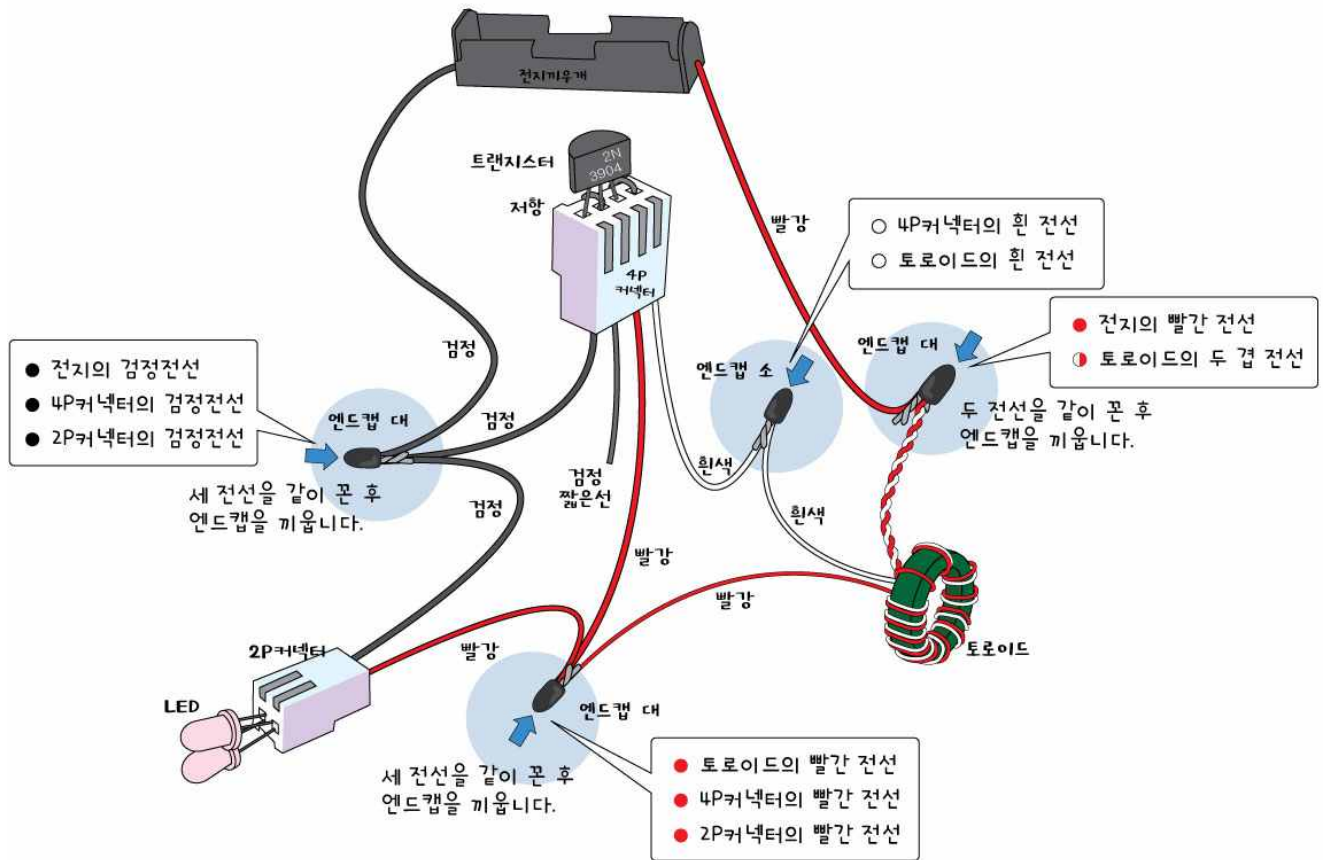
4. 2P 커넥터에 LED를 꽂습니다.



5. 저항과 트랜지스터를 그림과 같이 순서대로 꽂습니다.



6. 그림과 같이 회로를 연결합니다.



7. 전지끼우개에 건전지를 맞추어 끼워 LED 두 개의 불이 잘 들어오는지 확인합니다.

- 많이 소진되어 쓰지 않는 건전지를 꽂아도 불이 들어옵니다. 혹시 들어오지 않는다면, 다른 건전지도 한 번 시험해보세요.

*** 만약 램프에 불이 안들어온다면!!! ***

- 1. 부품 확인**
LED 다리, 트랜지스터와 저항, 스위치, 전선의 연결을 확인하세요.
- 2. 토로이드의 전선 연결 확인**
끈 전선과 남은 전선이 맞게 되었는지 확인하세요.

[액자 조립하기]

8. **가**도안의 액자도안을 잘 뜯어내고 뒷면에 이름을 먼저 씁니다.

9. 액자도안의 양 옆 날개를 그림처럼 안쪽으로 접습니다.



10. 그림처럼 위, 아래 날개의 **① ②**에 양면테이프를 붙이고 안쪽으로 접어 액자를 고정합니다.



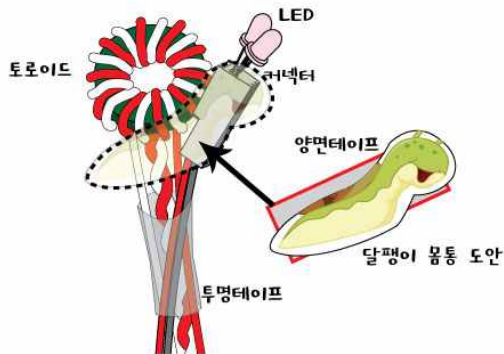
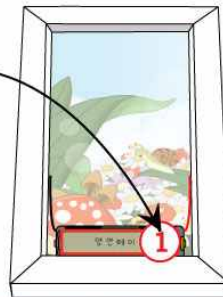
11. 액자조립 완성!!



[회로 붙이기]

12. 그림의 위치 **①**에 양면테이프 한 개를 붙입니다.

13. 양면테이프의 보호지를 떼어내고 접착면에 회로에 연결된 전지끼우개를 그림처럼 붙입니다.



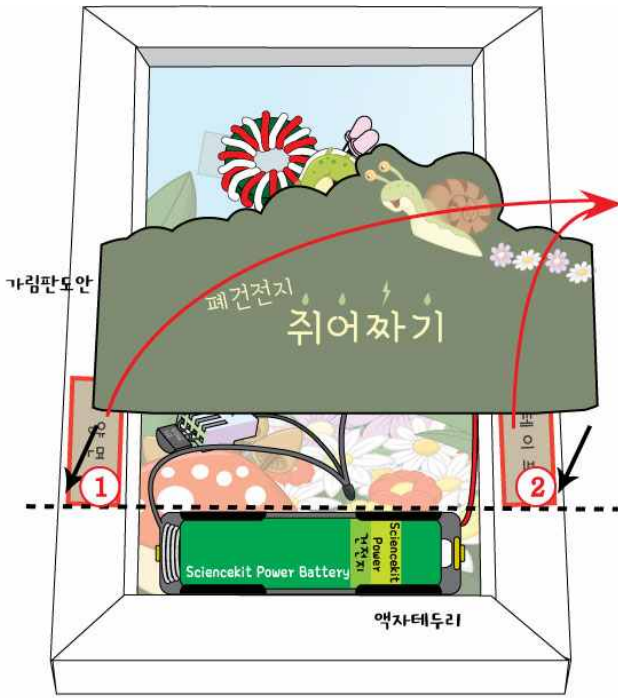
14. 토로이드와 LED 커넥터의 전선을 그림과 같이 모아 잡고 투명테이프로 감아 고정합니다.

15. **나**도안의 달팽이 몸통 도안을 뜯어 도안 뒷면에 양면테이프를 알맞게 붙이고, 보호지를 떼어낸 후 그림과 같이 LED와 토로이드에 붙입니다.

- LED는 달팽이의 눈(촉수)이, 토로이드는 달팽이의 집이 됩니다.
- 달팽이 몸통도안은 앞,뒤 원하는 방향으로 선택하여 사용합니다.

16. 액자의 원하는 위치에 양면테이프를 붙이고, 완성한 토로이드 달팽이를 잘 붙여 고정시킵니다.



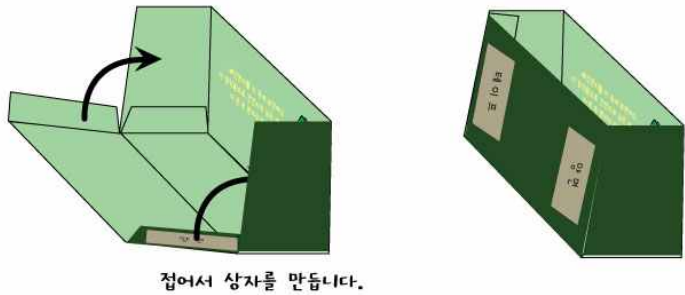
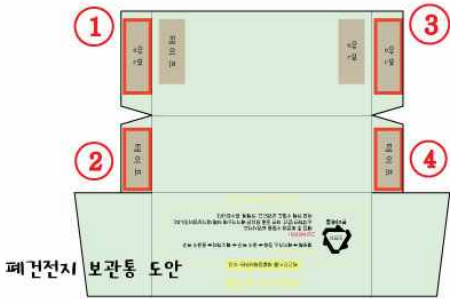


[가림판 도안 붙이기]

17. 액자 앞 테두리의 양면테이프 자리 ① ② 에 양면테이프를 적당한 크기로 잘라 붙인 후 보호지를 떼어 냅니다.
18. 회로의 전선을 잘정리합니다.
 - 필요하다면 투명테이프를 사용하여 액자바닥에 붙입니다.
19. 도안 [나]의 가림판 도안을 액자의 전면에서 회로의 전선이 잘 가려지게 붙입니다.
 - 건전지 바로 위에 가림판이 오도록 붙이세요.
 - 가림판도안은 양면으로 사용이 가능합니다.

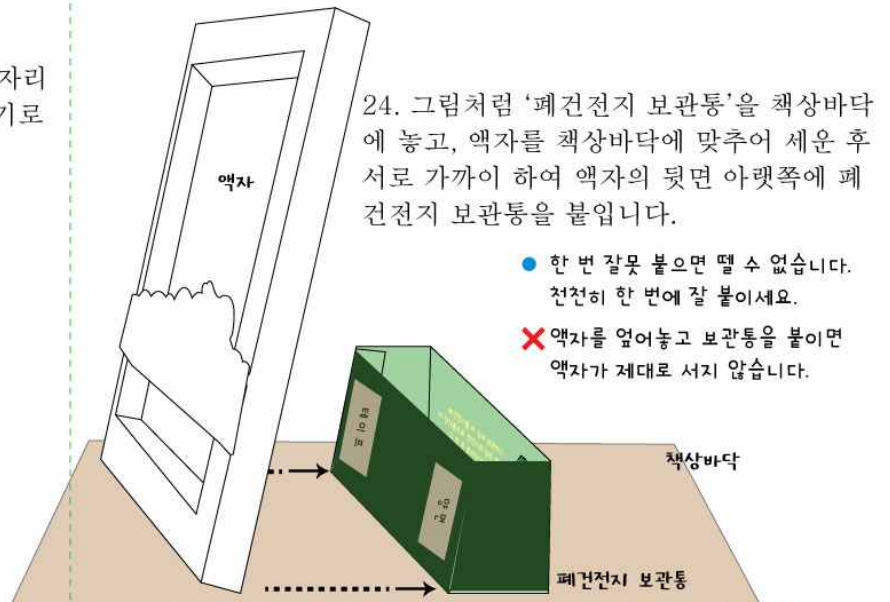
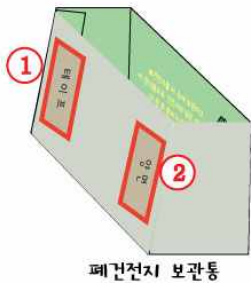
[폐건전지 보관통 도안 조립하기]

20. 도안 [나]의 폐건전지 보관통 도안을 뜯어 준비합니다.
 - 접는선을 한 번씩 접었다 펼쳐주세요.
21. 도안의 시점에 있는 양면테이프 자리 ① ② ③ ④ 에 양면테이프를 적당한 크기로 잘라 붙입니다.
22. 그림처럼 보호지를 떼어 양면테이프를 붙이면서 폐건전지 보관통을 완성합니다.



[액자에 폐건전지 보관통 붙이기]

23. 폐건전지 보관통의 양면테이프 자리 ① ② 에 양면테이프를 적당한 크기로 잘라 붙입니다.

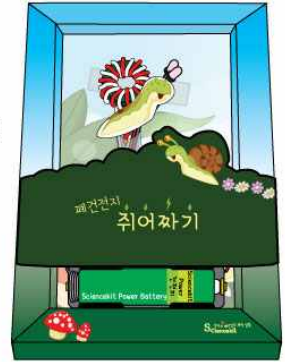


24. 그림처럼 '폐건전지 보관통'을 책상바닥에 놓고, 액자를 책상바닥에 맞추어 세운 후 서로 가까이 하여 액자의 뒷면 아랫쪽에 폐건전지 보관통을 붙입니다.

- 한 번 잘못 붙으면 뗄 수 없습니다. 천천히 한 번에 잘 붙이세요.
- ✗ 액자를 엮어놓고 보관통을 붙이면 액자가 제대로 서지 않습니다.

실험시 주의사항

1. 이 실험에서는 토로이드 연결이 중요합니다. 보고서의 내용대로 전선을 잘 감고 연결하여 회로를 완성합니다.
2. LED의 다리, 저항, 트랜지스터의 다리를 커넥터에 꽂을 때에, 다른 구멍에 들어가는 부품의 다리들이 서로 닿지 않도록 주의합니다.
3. 다 썼다고 생각하는 건전지도 불을 켤 수 있는 회로입니다. 간혹 완전히 방전된 건전지는 불이 안들어올 수도 있으니 회로를 확인할 때에 불이 안들어온다면 여러 건전지로 확인해보세요.



확인학습

1. 우리가 회로에서 사용한 전지는 전압이 몇 V(볼트) 인가요?
2. 우리가 회로에서 사용한 LED는 전압이 몇 V(볼트)일 때 작동되나요?
3. 낮은 전압을 높여준 핵심 부품 두 가지는 다음의 두 가지 입니다.

전선을 반지 모양의 원형 원통으로 감은 는 자기장을 형성하여 전류의 세기를 증가시키고, 는 스위치 작용 및 전류 증폭 작용을하여 낮은 전압으로 LED를 작동시킵니다.

원리학습

우리는 건전지를 참 많이 씁니다. 리모컨, 장난감, 시계, 손전등 등등 많은 곳에 쓰이기 때문에 다 쓴 건전지도 많이 생깁니다. 그 양이 1년에 약 1만 5천톤이나 된다고 합니다. 그런데 다 쓴 건전지에는 정말 에너지가 하나도 없을까요? 정말 다 쓴 건전지일까요?

실제로 폐건전지의 전압을 재어보면 원래는 1.5V였던 전압이 1.3V 정도로 감소되어, 에너지를 다 쓴 것은 아니지만 일정한 전압에 도달하지 못하므로 제 역할을 할 수 없는 상태가 됩니다. 오늘 실험에 사용한 붉은색 LED는 2.2V는 최소한 넘는 전압에서 불이 들어옵니다. 그래서 새 건전지 1.5V로도 불을 켤 수 없는데, 어떻게 폐건전지로 불을 켤 수 있는 것일까요?

이 회로를 가능하게 하는 두 가지 부품이 있습니다.

첫번째, **토로이드** 입니다. 이 코일에 전류가 흐르면서 자기장이 만들어지고 또 다른 코일에 유도전류가 흐르며 전류의 세기가 증가됩니다.

두번째, **트랜지스터** 입니다. 트랜지스터의 스위치 작용과 함께 전류 증폭 작용입니다.

이런 과학적인 원리를 가지고 작은 전압의 폐건전지를 쥐어짜서 예쁜 장식품을 완성하였습니다. 그냥 버려지는 건전지를 건전지보관통에 모아두었다가 장식품으로 활용하고, 완전히 에너지가 소진되면 반드시 재활용함(아파트의 폐건전지함, 학교나 주민센터)에 모아 버려야 합니다.

폐건전지는 다음과 같은 과정으로 재활용되는데 현재 폐건전지의 재활용율은 10%도 채 안된다고 합니다.

폐건전지의 재활용 과정



열분해 → 배기가스 정화 → 금속 복구 → 폐수처리 → 중금속 복구

그냥 버리면!!
매립 후 토양과 수질을 오염시키고,
소각하면 망간, 아연 등을 함유한 배기가스에 의해 대기오염이 됩니다.
이로 인해 수질오염되고, 인체에 흡수됩니다.

여러분이 완성한 [폐건전지 쥐어짜기]로 예쁜 장식품으로 사용하고, 건전지도 재활용하여 환경도 살리고 자원도 아끼시죠!!

느낀점

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	폐건전지 쥐어짜기			실험 원리	토로이드, 트랜지스터
실험 시간	50분	실험 분야	물리	실험 방법	개별 실험
세트구성물	도안 가, 나, 양면테이프, 건전지와 전지끼우개, 페라이트코어와 긴 전선 2개, 2P커넥터, 4P커넥터, 커넥터용 전선, LED, 트랜지스터, 저항, 엔드캡				
교사준비물				학생준비물	펜, 칼, 투명테이프, 폐건전지
실험 결과	폐건전지 쥐어짜기 액자 1개를 각자 완성하여 가져갑니다.				
실험팁	<p>TIP 1. 부품(LED, 트랜지스터)들이 맞게 연결되도록 확인하여 주시고, 전기 회로 자체가 바르게 연결되었는지 확인해주세요.</p> <p>TIP 2. 토로이드의 연결이 매우 중요합니다.</p>				

생각해보기

- ▶ 여러분은 다 쓴 건전지를 어떻게 처리하세요? 쓰레기통에 버리나요? 재활용함에 넣거나 그냥 모아두나요?
다 쓴 건전지에는 에너지가 정말 하나도 없을까요?

학생들이 본인의 경험을 다양하게 발표하게 합니다. 다 쓴 건전지라는 것은 에너지가 하나도 없는 것이 아니라 전압이 줄어 더 이상 일을 하기엔 모자라다는 개념이 있는지 확인해주세요.

확인학습

1. 우리가 회로에서 사용한 전지는 전압이 몇 V(볼트) 인가요?

1.5V

2. 우리가 회로에서 사용한 LED는 전압이 몇 V(볼트)일 때 작동되나요?

약 2.2V

3. 낮은 전압을 높여준 핵심 부품 두 가지는 다음의 두 가지입니다.

전선을 반지 모양의 원형 원통으로 감은 **토로이드** 는 자기장을 형성하여 전류의 세기를 증가시키고,
트랜지스터 는 스위치 작용 및 전류 증폭 작용을하여 낮은 전압으로 LED를 작동시킵니다.

토로이드[toroid]

전선에 전류를 흘리면 전선 주위로 자기장이 형성된다. 이 자기장의 형성을 효과적으로 만들기 위해 전선을 원형으로 감게 되는데 직선 원통 형태로 감은 것을 솔레노이드, 원형 원통으로 감은 것을 토로이드라 한다. 이상적인 경우 토로이드 내부에는 자기장이 형성되지만 외부에는 자기장이 0이다.

원형으로 전선을 N번 감은 토로이드에 전류 I를 흘리게 되면 토로이드 내부에 자기장 B는 자기장과 전류 사이의 관계식인 암페어의 법칙을 사용하여 다음과 같은 식이 된다.

$$B = \mu_0 N I / 2\pi r$$

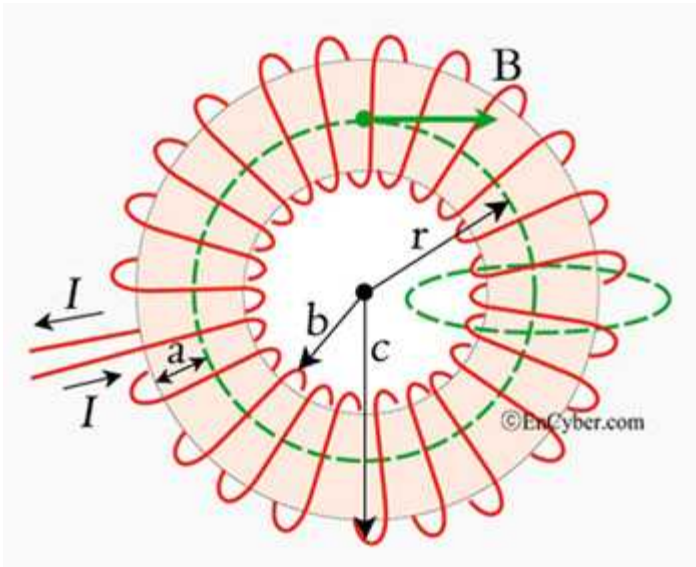
여기서 μ_0 는 자유공간 투자율이라고 불리는 상수이며 다음과 같이 정의된다.

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{Wb/Am}$$

여기서 Wb(Weber)는 웨버라고 하는 자기장의 단위이고, A는 전류의 단위 암페어, m은 길이 단위 미터이다.

이 식에서 보듯이 토로이드 내부의 자기장의 세기는 중심으로부터 거리 r에 반비례한다. 그러나 대부분의 경우에 토로

이드 내부에서 자기장이 일정하다고 가정하며, 그 조건은 토로이드 중심에서 토로이드 내부까지 거리 r 이 토로이드 반경 a 보다 커야 한다. 또 r 이 a 보다 클수록 외부에 자기장이 없으며 토로이드 내부에도 균일한 자기장이 형성된다. 이때 자기장의 방향은 전류가 흐르는 방향으로 나사를 돌렸을 때 나사가 진행되는 방향이며 원형을 그리며 토로이드를 돌게 된다.



토로이드는 회로에서 인덕터로 사용하게 되어 유도리액턴스를 갖는다. 일반적으로 토로이드는 솔레노이드보다 높은 인덕턴스(단위 헨리H)를 갖는다. 보통 인덕턴스를 높이기 위해 높은 자기투자율을 가진 물질을 중심에 넣는다. 또한 토로이드를 변형하여 토카막을 만들며 핵융합장치로 이용한다.

[네이버 지식백과] [토로이드](#) [toroid] (두산백과)