

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

저항에 대하여 알아보고, 우리 인체는 전기가 흐를 수 있는지 러브 미터를 만들어 확인해 봅시다.



실험키트구성

러브미터 종이도안, Red LED, 트랜지스터1015, 트랜지스터1815, 전해콘덴서4.7 μ F, 커넥터(2P, 3P, 4P), 커넥터용 전선(검, 빨, 노, 검 양탭), 엔드캡, 전지끼우개+건전지, 원형 단자, 양면테이프, 칼라스폰지

준비물

펜, 초를 썰수 있는 시계(타이머)

생각해보기

1. 어떤 조건일 때 전기가 잘 흐르고, 어떤 조건일 때 잘 흐르지 않을지 생각해 봅시다.

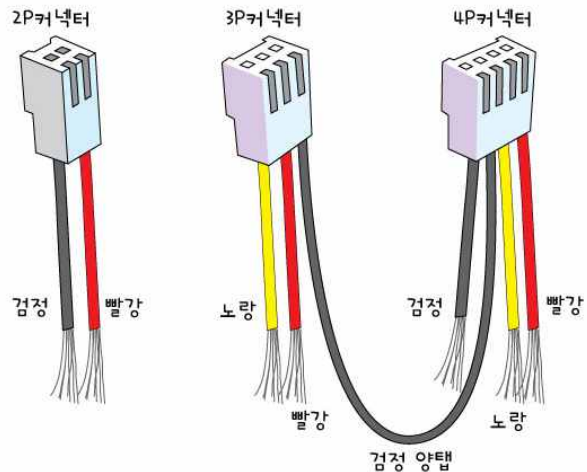
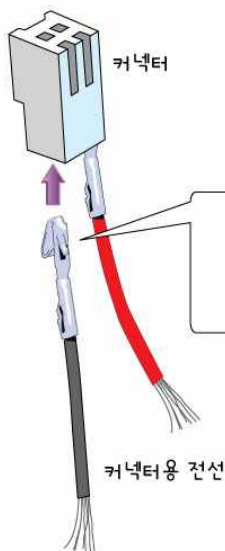
2. 저항이란 무엇인지 알아봅시다.

실험방법

[커넥터에 전선 연결하기]

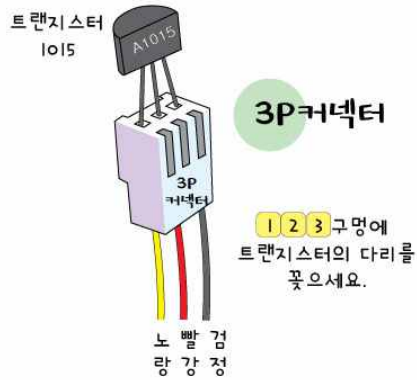
1. LED용 2P 커넥터에 커넥터용 전선을 ‘딸깍’ 소리가 날 때까지 꽂습니다.
2. 3P 커넥터와 4P 커넥터에도 커넥터용 전선을 그림처럼 꽂습니다.

● 커넥터의 방향과 전선의 색깔에 주의하여야 합니다.

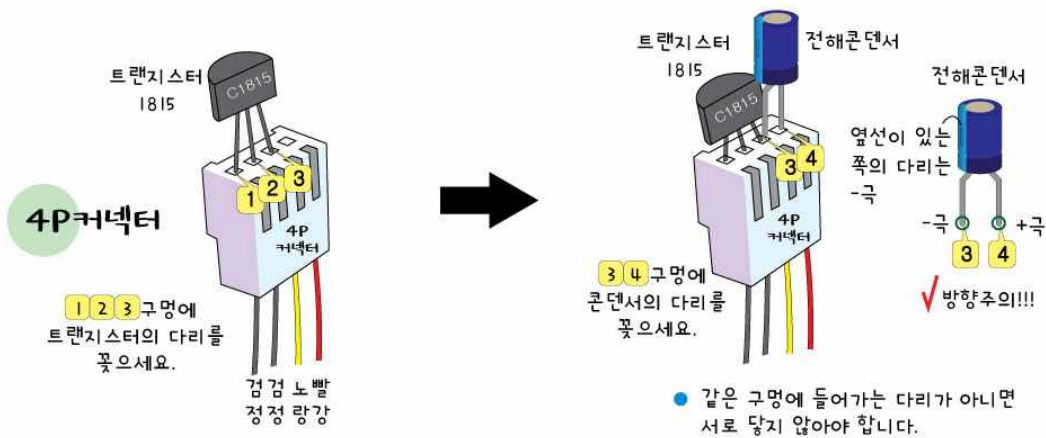


[커넥터에 부품 꽂기]

3. 3P 커넥터에 트랜지스터'1015' 를 꽂습니다.

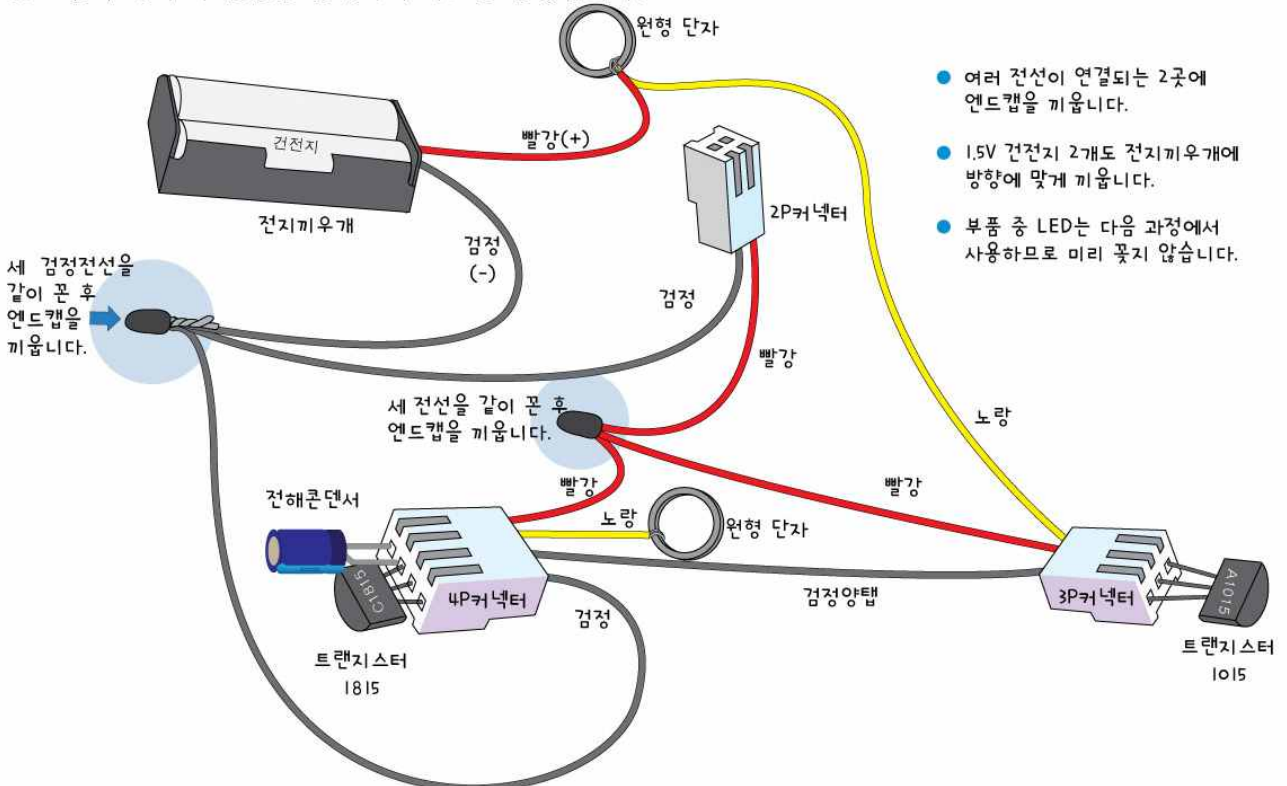


4. 4P 커넥터에 트랜지스터'1815' 와 전해콘덴서를 순서대로 꽂습니다.



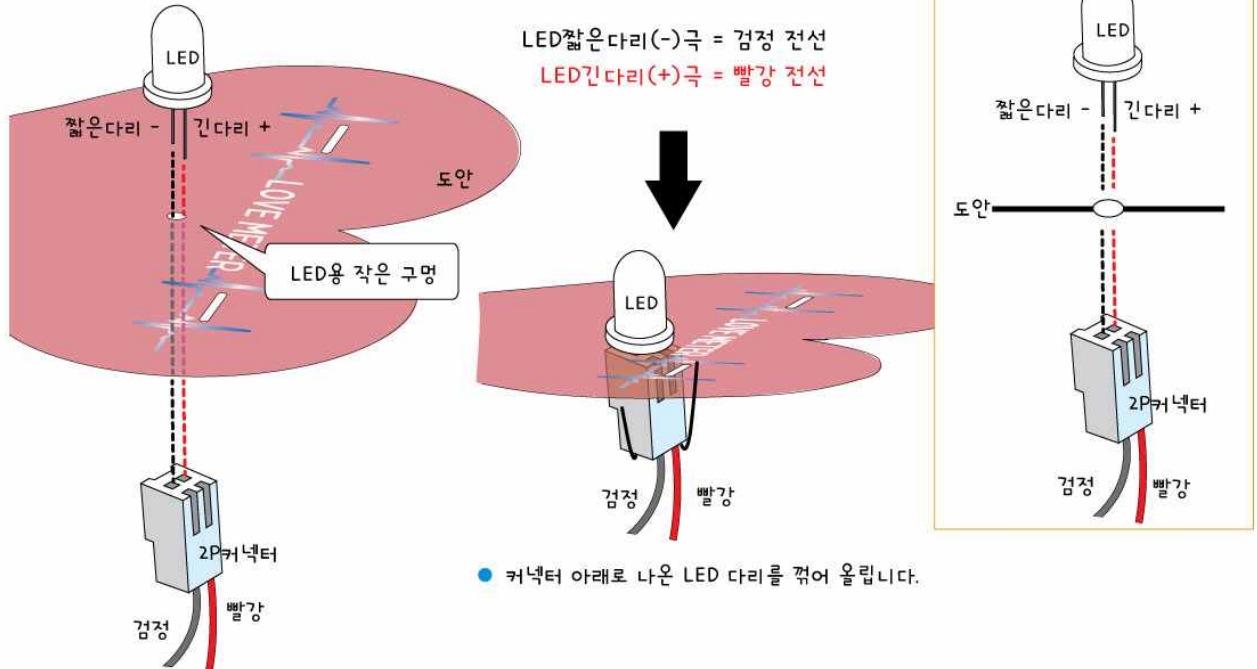
[회로 완성하기]

5. 그림과 같이 각 전선을 연결하여 회로를 완성합니다.

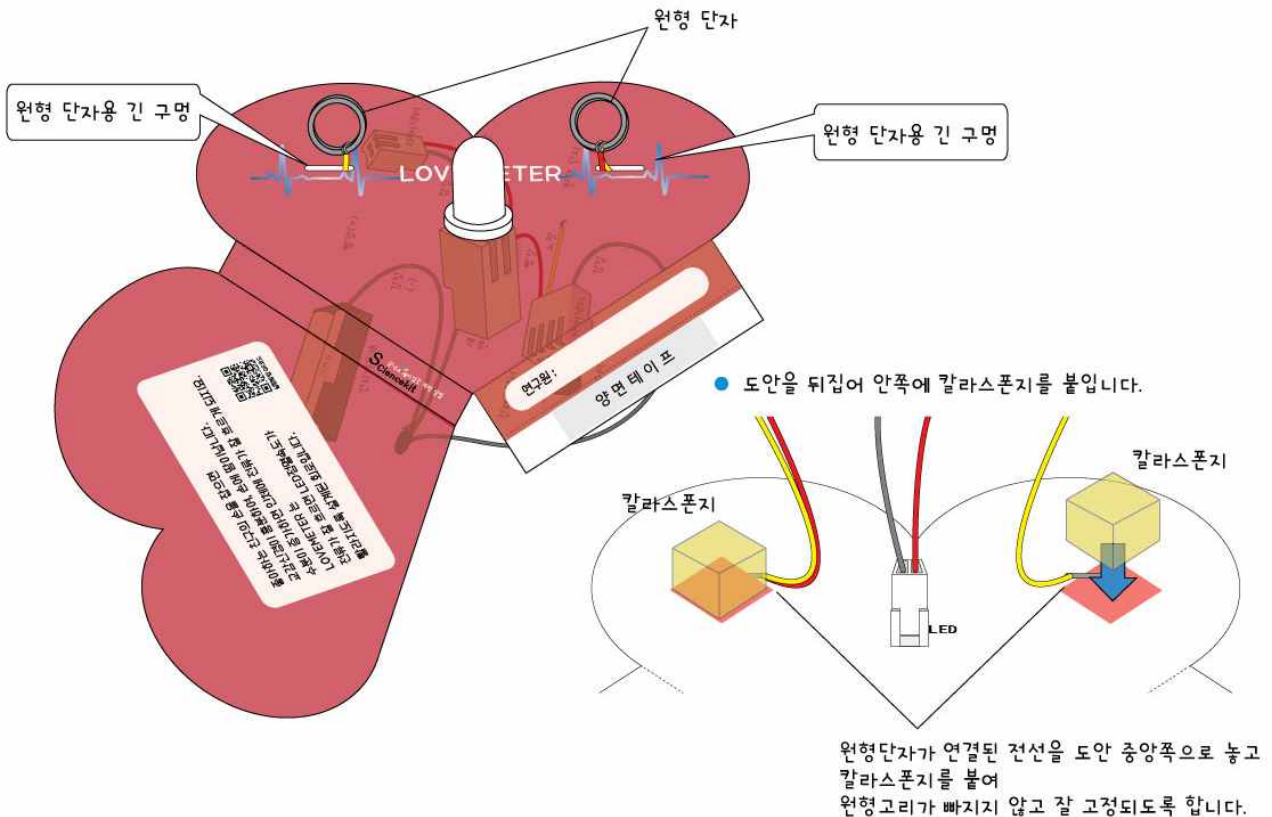


[도안에 회로 연결하기]

6. 도안의 접는선을 한 번 씩 접었다가 폽니다.
7. 도안 중앙에서 LED를 꽂을 작은 구멍을 확인한 후
도안의 바깥면에서 LED를, 도안의 안쪽면에서 2P커넥터를 서로 마주 꽂습니다.
 - LED의 극성과 커넥터 전선의 색깔을 잘 확인합니다.



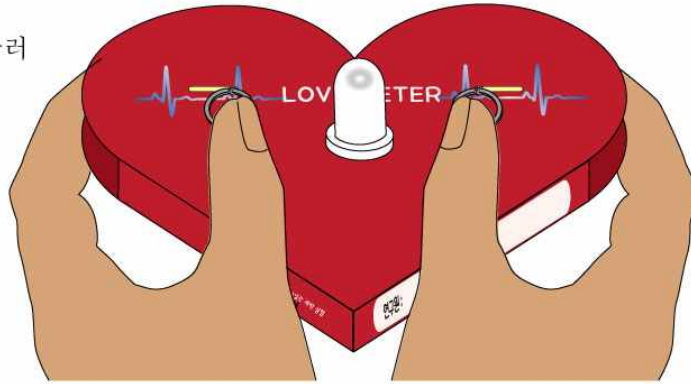
8. 회로에 연결된 두 개의 원형 단자를 도안의 양쪽 긴 구멍으로 안에서 밖으로 통과시킨 후 도안 안쪽에서 칼라스폰지를 붙여 고정합니다.



9. 양면테이프 1개로 상자를 접어 붙여 러브미터를 완성합니다.

10. 양쪽 원형 단자를 엄지로 동시에 눌러 LED가 들어오는지 확인합니다.

- LED가 천천히 또는 빠르게 깜박인다면 정상이지만 전혀 불이 들어오지 않으면 회로를 다시 점검합니다.
- 전선의 색깔, 커넥터의 방향, 부품의 방향, 커넥터가 깊게 꽂혔는지 등등



[작동하기]

11. 다양한 상황에서 러브미터가 어떻게 작동할 지 예상해보고 직접확인해봅시다.

| | | | | | |
|--------|----------------------|----|---|---|------------|
| 1 | 그냥 양손으로 잡았을 때 | VS | 손을 오므렸다 폼다 50회 한 다음 잡았을 때 | | |
| 예상 | 10초 동안 LED가 깜빡인 횟수 | 회 | : | 회 | 그렇게 예상한 이유 |
| 확인 | 10초 동안 LED가 깜빡인 횟수 | 회 | : | 회 | |
| 2 | 한 사람이 양손으로 단자를 잡았을 때 | VS | 2명이나 3명이 일렬로 서로 손잡고 각각 남은 손으로 단자를 잡았을 때 | | |
| 예상 | 10초 동안 LED가 깜빡인 횟수 | 회 | : | 회 | 그렇게 예상한 이유 |
| 2명 확인1 | 10초 동안 LED가 깜빡인 횟수 | 회 | : | 회 | |
| 3명 확인2 | 10초 동안 LED가 깜빡인 횟수 | 회 | : | 회 | |
| 3 | 동성 친구와 손을 서로 잡았을 때 | VS | 이성 친구와 손을 서로 잡았을 때 | | |
| 예상 | 10초 동안 LED가 깜빡인 횟수 | 회 | : | 회 | 그렇게 예상한 이유 |
| 확인 | 10초 동안 LED가 깜빡인 횟수 | 회 | : | 회 | |

실험시 주의사항

1. 커넥터에 전선을 연결할 때, 보고서의 그림처럼 방향을 잘 확인하고 딸깍소리가 날 때 까지 끼웁니다.
2. 만약 불이 들어오지 않거나, 전지에서 열이 많이 난다면 전기 회로를 다시 한 번 살펴 확인하세요.
3. 약한 전류에 불이 들어오도록 만든 회로이므로, 원형 단자끼리 직접 오랫동안 닿으면 회로가 타버릴 수 있으니 주의합니다. **주의!**

원리학습

물체에 전류가 흐를 때 이 전류의 흐름을 방해하는 요소를 저항이라고 합니다.
금속처럼 저항이 매우 작아 전류가 잘 흐르는 물질을 도체, 유리처럼 반대인 경우 부도체라고 부릅니다.
단위는 옴(Ω)을 사용하는데, 1 Ω 은 '1V의 전압을 걸었을 때, 1A의 전류가 흐르는 도체의 저항'을 말합니다.

LOVE METER 러브미터는 인체에 전류가 흐르는 정도를 확인하는 테스트기입니다.
전류의 세기는 저항이 작을 때 커지고, 저항이 커지면 작아지는 반비례 관계입니다.
인체도 전류가 흐를 수 있으나 인체의 저항은 꽤 큰 편입니다.
평소에는 500~1,000 Ω (옴) 이고, 접촉면적, 접촉압력 등에 의해서 변화될 수 있습니다.
피부가 건조되어 있는 경우에는 수 만 Ω 이지만, 피부에 땀이 나면 1/12, 물에 젖어있으면 1/25까지 저항이 작아진다고 합니다.

이 원리를 이용하여 만들어진 러브미터는 큰 저항값에 맞춰 설계되어 저항이 큰 인체를 통해 매우 작은 전류가 흐르는 경우 잘 작동합니다.
미세하지만 전류의 세기가 증가하면 LED의 깜빡이는 속도가 빨라져 인체 저항의 변화를 바로 확인할 수 있습니다.



다양한 상황에서 러브미터의 작동을 확인해 보았나요?
아무래도 습기는 저항을 작게 하므로, 손이 건조한 사람보다는 촉촉한 사람이 전류가 잘 흘러 더 빠르게 깜빡일 것입니다.
여러 명이 손을 동글게 잡고 양 끝 사람이 원형 단자를 하나씩 잡아 작동시키면 한 명이 작동시킬 때 보다 저항이 커져 전류가 약해지므로 느리게 깜빡이겠지요.
좋아하는 이성과 손을 잡고 작동시키면, 떨리고 긴장되어 전류량이 많아져 LED가 폭발할까 걱정될 수도 있습니다!

재미로 해보는 러브미터지만, '긴장도에 따라 내 몸이 반응하여 땀이 나고, 그 결과 저항값이 변하여 전류의 세기에 영향을 준다'는 과학적인 사실을 이 러브미터로 많이많이 확인해 봅시다.

느낀점

우리 몸에 전류를 흐르게 하다니,
위험하지 않을까요???



1mA가 흐르면 전류가 흐르는 것을 약간 느끼는 정도이고,
10mA이면 고통을 느끼는 정도가 되고
100mA, 즉 0.1A 정도가 되면 사람이 죽게 됩니다.
이 때, 전기충격 정도는 흐른 전류의 크기와 흐른 시간, 신체 관통부분에 따라 결정됩니다.
번개처럼 전압이 수만V일 때에는 0.1초에도 위험할 수 있지만
우리는 3V의 전압을 사용하므로 위험하지 않습니다.
혹시 내 몸에 수분이 99%라고 생각된다면, 사용하지 마십시오!

■ 교사용 실험 자료실 ■

| | | | | | |
|-------|---|-------|-------|-------------------------|------|
| 실험 제목 | 러브미터-인체저항 | | 실험 원리 | 옴의 법칙(저항과 전류의 관계), 인체저항 | |
| 실험 시간 | 조립 25~30분 | 실험 분야 | 물리 | 실험 방법 | 개별실험 |
| 세트구성물 | 러브미터 종이도안, 트랜지스터1015(PNP형) 1개, 1815(NPN형) 1개, Red LED 1개, 전해콘덴서 4.7 μ F 1개, 건전지, 전지끼우개, 원형 단자 2개, 커넥터 2P, 3P, 4P, 커넥터용 전선, 엔드캡, 양면테이프, 칼라스폰지 | | | | |
| 교사준비물 | | | 학생준비물 | | |
| 실험 결과 | '러브미터-인체저항' 4개가 완성됩니다. | | | | |
| 실험팁 | <p>TIP 1. 각 부품의 다리가 뽀족하니 찢리거나 다치지 않도록 주의지도 하세요.</p> <p>TIP 2. 극성이 있는 부품 및 트랜지스터의 다리는 그 위치가 바뀌지 않도록 주의해서 조립하세요.</p> <p>TIP 3. 약한 전류에 불이 들어오도록 고안된 회로이므로 원형 단자끼리 직접 오랫동안 연결되면 회로가 타버릴 수 있습니다. 되도록 손을 통해서 회로를 확인하도록 하세요.</p> | | | | |

생각해보기

- 어떤 조건일 때 전기가 잘 흐르고, 어떤 조건일 때 잘 흐르지 않을지 생각해 봅시다.
 - 전기 제품을 사용할 때 젖은 손으로 만지면 잘 흐릅니다.
 - 고무장갑이나 장화를 착용하면 전기가 잘 흐르지 않습니다.
 - 금속은 전기가 잘 흐르는 재질입니다.
 - 등 여러 전기가 잘 흐르는 상황을 아는대로 자유롭게 적도록 합니다.
- 저항이란 무엇인지 알아보시다.
 - 전류의 흐름을 방해하는 요소입니다. 단위는 옴(Ω)을 사용합니다.
 - 1옴(Ω)이란 1V의 전압을 걸었을 때 1A의 전류가 흐르는 도체의 저항을 의미합니다.

[인체와 전기 저항]

전기저항이란 전기를 얼마나 흘려 줄수 있는지의 정도를 수치로 표시하는 것입니다. 전기저항이 크면 전기가 작게 통하고 전기저항이 작으면 전기가 많이 통한다는 것입니다.

인체의 저항은 사람에 따라 그날의 습도나 온도에 따라 아주 변화무쌍합니다. 일을 많이 하여 손에 굳은살이 많이 박인 사람은 저항이 높고 아기피부나 여자피부 같은 사람들은 저항이 작은 것이지요.

가정용전기를 예를 들어 말씀드린다면 앞에서 굳은살이 많이 박인사람은 저항이 높아서 전기가 별로 통하지 않아서 감각이 없고 피부가 고운 사람은 저항이 작아서 전기가 많이 통하므로 감전의 우려가 있습니다. 그러나 이것은 가정용 이니까 이정도 이지만 전신주에 흐르는 특별고압은 저항이 많은 사람과 저항이 적은사람과 아무런 차이 없이 만지는 순간 감전사 하게 되는 것입니다.

또한 손에 물이 묻거나 땀이 차게 되면 저항이 적어져 감전사 할 위험이 커지게 되지요.

전자 1개가 가진 전하량은 $1.6 \times 10^{-19}C$ 입니다. 너무도 작은 숫자인데, 이것이 모여 1C의 전하가 만들어지면 초당 625,000,000,000,000,000개의 전자가 모여야 합니다. 전자는 크기나 질량은 대단히 작습니다. 그리고 대전될 때 물체사이에 전자는 이동을 하지만 새로운 생성이나 소멸은 없기 때문에 전하량은 항상 보존이 됩니다. 여러 사람들이 손을 잡고 실험을 하더라도 불이 깜박이는 것은 도중에 전하가 없어지지 않았다는 뜻입니다.

트랜지스터 [transistor]

반도체 결정 속의 도전작용을 이용한 증폭용 소자(素子).

1948년 미국 벨전화연구소의 W.H.브래튼, J.바딘 및 W.쇼클리는 반도체 격자구조의 시편(試片)에 가는 도체선을 접촉시켜 주면 전기신호의 증폭작용을 나타내는 것을 발견하여 이를 트랜지스터라고 명명하였다. 이것이 그 동안 신호증폭의 구실을 해 오던 진공관(眞空管)과 대치되는 트랜지스터의 시초가 된 것이다. 트랜지스터 그 자체가 소

형이어서 이를 사용하는 기기(機器)는 진공관을 사용할 때에 비하여 소형이 되며, 가볍고 소비전력이 적어 편리하다. 초기에는 잡음(雜音)파수 특성이 나쁘고, 증폭도도 충분하지 못하였으나, 그 후 많이 개량되어 아주 대전력을 다룰 수 있는 등 특수한 경우를 제외하고는 진공관에 대체되었다.

< 종류 >

트랜지스터는 동작시의 전류방향으로 보아 크게 나누면, 컬렉터에 음의 전압을 걸어 사용하는 pnp형과 양전압을 걸어 사용하는 npn형이 있으며, pnp형은 주로 게르마늄(Ge), npn형은 주로 실리콘제의 경우가 많다. 게르마늄이나 실리콘 등 진성반도체(眞性半導體)를 순도 99.9999999%(9가 10자리 계속되기 때문에 ten nine이라고 한다) 이상의 고순도로 정제하여 이를 모체로 하여 p형 또는 n형이 되는 불순물을 섞어가며 단결정으로 성장시켜 p형 또는 n형의 반도체를 만든다.

< 특징 >

트랜지스터는 반도체 다이오드의 기능을 포함시키면 증폭(放大)진(進)위(位)증류(增流)증파(增波) 등의 기능을 가지기 때문에 진공관과 다음과 같이 비교된다. 장점으로서는 pnp와 npn의 두 가지 종류가 있는 것, 저전압(低電壓)으로 동작시킬 수 있는 것, 형태가 매우 작은 것, 수명이 긴 것 등을 들 수 있다. 단점으로는 특성이 온도의 지배를 받기 쉬운 것, 고온에서는 동작하지 못하는 것, 초고주파 등에서 아직 전력이 약한 것 등을 들 수 있다.

전해콘덴서 [electrolytic condenser]

전자회로용 전원(電源)의 평활회로나 바이어스를 가할 때에 직류전압에 남아 있는 맥류(脈流)를 제거하기 위해 사용되는 소형 대용량의 콘덴서로 알루미늄을 이용한 것과 탄탈박을 이용한 것이 있으나 알루미늄이 더 경제적이므로 주로 알루미늄을 이용한다.

전자회로용 전원(電源)의 평활회로나 바이어스를 가할 때에 직류전압에 남아 있는 맥류(脈流)를 제거하기 위해 사용된다. 구조는 알루미늄 혹은 탄탈의 얇은 막에 전기 화학적으로 산화피막을 만들고 금속박(金屬箔)을 양극, 산화피막을 유전체(誘電體), 전해액을 음극으로 한 것이다. 이 때문에 콘덴서에 극성이 생긴다.

알루미늄의 경우에는 알루미늄박 표면을 에치(etch)하여 유효 표면적을 증가하고 화성전해(化成電解)를 사용해서 산화피막을 형성하여 전해액이 스며드는 종이와 함께 감아서 알루미늄 케이스에 봉입하여 콘덴서를 만든다. 전해액은 산화피막의 열화(劣化)를 방지하는 역할도 한다.

탄탈박(箔)을 사용한 습식콘덴서도 동일하게 만들어지는데 알루미늄이 경제적이므로 그다지 사용되지 않는다. 탄탈로는 고체전해콘덴서로 만들어지고 있다. 이런 경우는 탄탈의 분말을 압축성형하여 진공소결(眞空燒結)해서 표면적을 증가하여 양극을 만든다. 그리고 나서 표면에 이산화망간층을 만들고 다시 흑연을 충전하여 음극으로 한다. 이 같은 콘덴서는 박형(箔型)에 비해서 소형이며, 전기특성 특히 온도특성이 우수하나 경제성과 내압(耐壓)에서는 뒤진다. 알루미늄 전해콘덴서의 사용전압은 450 V 이하, 정전용량(靜電容量)은 1~5,000 μF 정도, 사용온도 범위는 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 이다.

옴의 법칙

옴의 법칙(Ohm's law)은 도체의 두 지점사이에 나타나는 전위차(전압)에 의해 흐르는 전류가 일정한 법칙에 따르는 것을 말한다. 두 지점 사이의 도체에 일정한 전위차가 존재할 때, 도체의 저항(resistance)의 크기와 전류의 크기는 반비례한다.

$$V=IR$$

I는 도선에 흐르는 전류로 단위는 암페어(A,ampere),

V는 도체에 양단에 걸리는 전위차로 단위는 볼트(V,volt), 그리고

R는 도체의 전기저항(resistance)으로 단위는 옴(Ω , ohm)이다. 특히, 옴의 법칙에서 저항 R는 상수이고, 전류와 독립적이다.

회로망에서 저항은 두 노드(node) 사이에 존재한다. 옴의 법칙은 다른 회로 법칙과 함께 회로 해석에 중요한 요소이다. 저항은 물리적으로 특정 형태를 갖는 일정한 길이의 물체로 존재하므로, 전체 전위차가 저항체의 길이 전체에 나누어 분포한다. 그러나 회로망 해석에서는 두 노드 사이에 존재하는 한 점으로 모델링하여 전체 저항값(상수값)을 저항의 대표값으로 취급하여 해석한다.

옴의 법칙은 전자기학의 법칙 중 하나이다. 이름은 독일의 과학자 게오르크 옴의 이름을 딴 것이다.