20 년 월 일 요일
시간 : 장소 :
학교 학년 반
번 이름 :

브레드보드와 이를 이용한 간단한 전기회로에 대하여 알아보고 소리를 감지하여 불이 켜지는 회로를 직접 만들어 봅시다.

사이언스키트 브레드 보드

소리 감지 회로

실험키트구성 ····

- 브레드보드
- 브레드보드용 전선
- 전해콘덴서
- 트랜지스터
- 콘덴서 마이크
- 동전전지+전지홀더
- LED
- 저항 3종
- 소리 감지 회로 도안

준비물 ····

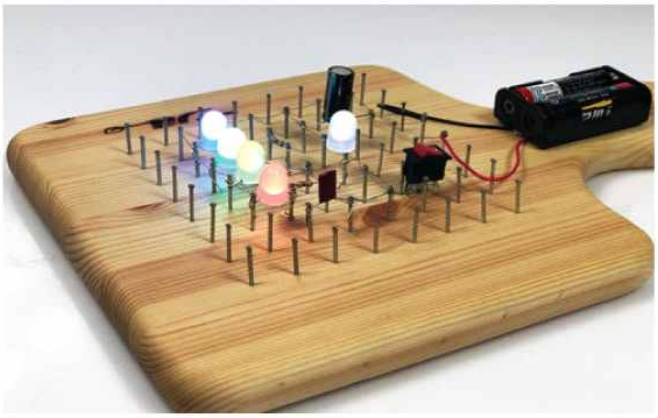
브레드 보드 빵판?!!

브레드보드(Bread Board)는 빵을 썰 때 사용하는 도마를 말합니다. 전자회로를 다루는 시간에 왜 '빵(Bread)' 이 나왔을까요?

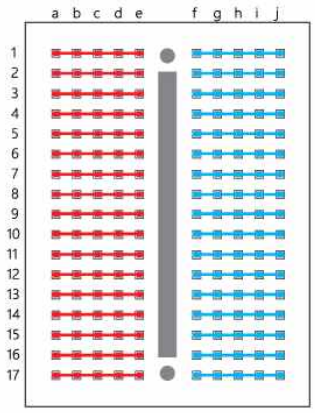
전자부품을 서로 연결하여 회로를 만드려면 보통은 납땜을 하게 됩니다. 그러나 완성된 회로가 아닌 테스트용 회로인 경우 여러가지 부품을 연결했다 제거했다 하면서 실험해보게 되는데, 이럴 때에는 납땜 연결이 매우 불편합니다.

이 점을 보완하기 위하여 빵을 썰 때 사용하던 나무도마 위에 규칙적으로 쇠못을 박아놓고 다양한 전선 및 부품을 쉽게 연결하도록 했던 것이 발전하여 지금의 브레드보드가 되었습니다.

일정한 간격의 구멍이 있는 플라스틱 판 내부에 핀을 넣어 전류가 흐를 수 있어 여러 전자부품을 끼우고 제거하도록 고안되었으며, 테스트회로 및 교육용으로 많이 이용되고 있습니다.

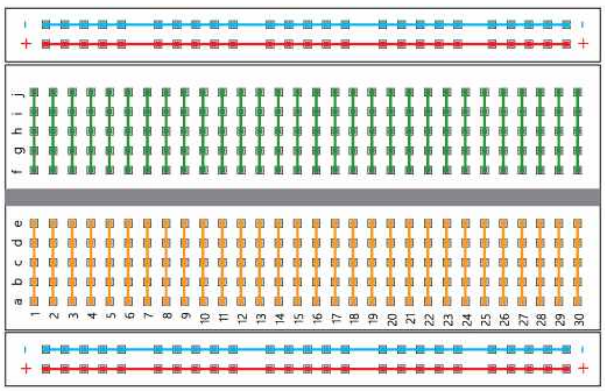


미니사이즈 브레드보드



1) 가장 단순한 구조, 미니 사이즈, 수업에 사용된 것
2) 1~17번 까지 각 행에 각각 a~j(10개)의 총 170개의 구멍이 있음
3) 각 행의 5개의 구멍(a,b,c,d,e 또는 f,g,h,i,j)은 금속핀으로 연결

일반 브레드보드

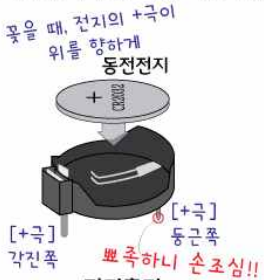


1) 그림과 같이 양쪽 전원부와 가운데 부품부로 크게 나누어짐
2) 크기에 따라 1~30번, 이보다 더 많은 구멍을 가진 보드도 있음
3) 중앙 각 행의 5개의 구멍(a,b,c,d,e 또는 f,g,h,i,j)은 금속핀으로 연결
4) 양쪽 전원부는 구멍이 5개씩 나누어져 있지만 세로로 모두 금속핀으로 연결되어 있음

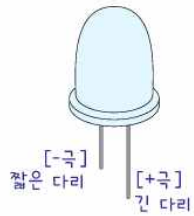
Sciencekit 신나고 재미있는 과학 실험

브레드보드 기초 회로

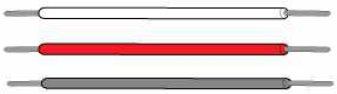
부품을 이용하여 LED에 불을 켜는 가장 단순한 전기 회로를 만들어 봅시다.



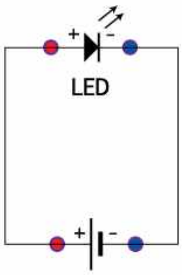
전지홀더



LED

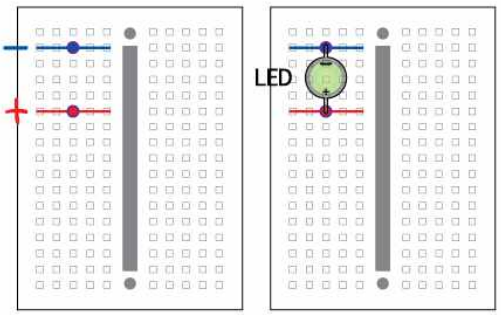

브레드보드에 꽂을 수 있는
단선으로 만든 전선

전선



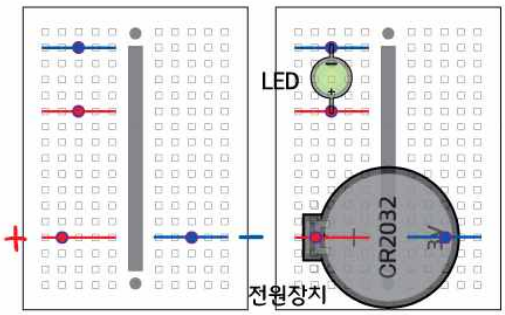
전원장치

왼쪽 그림의 회로도를
브레드보드에 실제로
나타내봅시다.



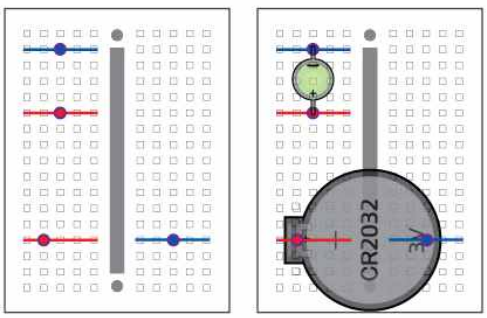
1) LED를 브레드보드에 꽂습니다.

LED의 두 다리를 서로 다른 라인에 꽂아야 합니다.
긴다리가 +극, 짧은다리가 -극 입니다.

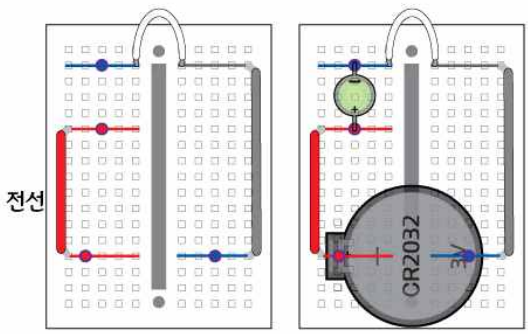


2) 전지홀더를 꽂은 후, 동전전지를 끼웁니다.

각진 쪽이 + 극, 둥근 쪽이 -극 입니다.



3) 각 부품을 전선을 이용하여 연결할 차례입니다.
전선을 서로 어느 구멍에 연결해야 각 부품들이 연결되어 회로를 완성할 수 있을까요?
그림 위에 연필로 전선을 그려봅시다.



각 부품이 꽂혀있는 라인 (———) 어느 곳에 꽂아도
부품은 서로 연결됩니다.
위 계획도는 전선 3개를 사용하였지만 전선 2개로도 완성할 수 있습니다.

계획한 대로 전선을 꽂고, 회로가 잘 작동하는지 확인합니다.

4) 브레드보드 위에 다양한 전기회로를 표현해 봅시다. 모든 부품의 단자는 여러 번 꺾이면 부러질 수 있으니 조심해서 다룹니다.

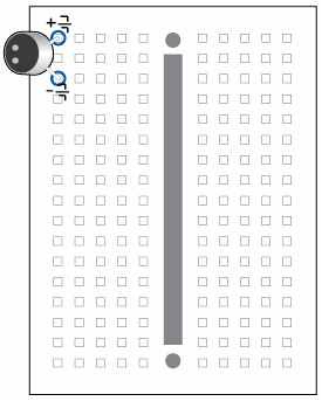
브레드보드 소리 감지 회로

[브레드보드에 부품 꽂아 연결하기]

1. 콘덴서 마이크 연결

콘덴서 마이크

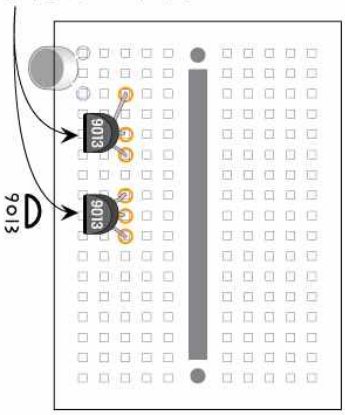
안쪽 면의 모양으로
극을 구별합니다.



2. 트랜지스터 9013 2개 연결

- 글씨가 쓰여진 납작한 면이 왼쪽을 향하도록 꽂습니다.

트랜지스터
9013

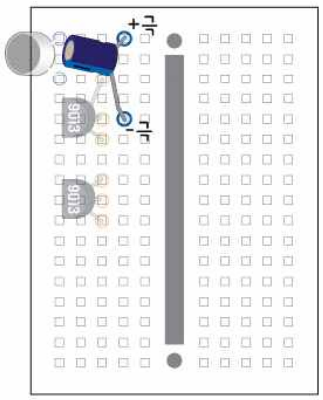


3. 전해콘덴서 연결

- 옆선이 있는 -극의 방향을 잘 살피고 꽂습니다.

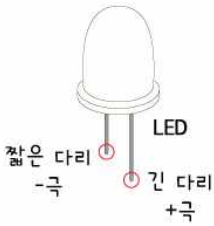
전해콘덴서

다리를 두 구멍의 너비에 맞추어
그림과 같이 구부려 꽂습니다.

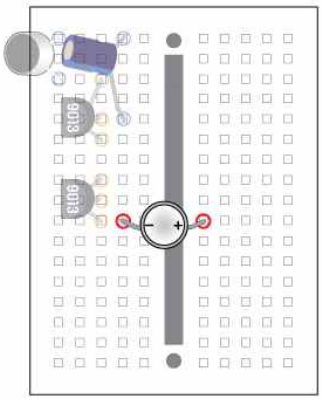


4. LED 연결

- LED는 긴다리(+극) 짧은다리(-극)를 잘 구분하여 꽂습니다.



- 위치를 잘 보고 꽂으세요.
- +,-극을 확인하고 꽂으세요.



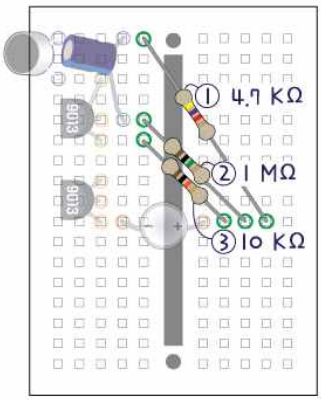
5. 저항 3개 연결

- 극성이 없으므로
  방향에 상관없이
  꽂으면 됩니다.

① 4.7 KΩ (노보빨금)

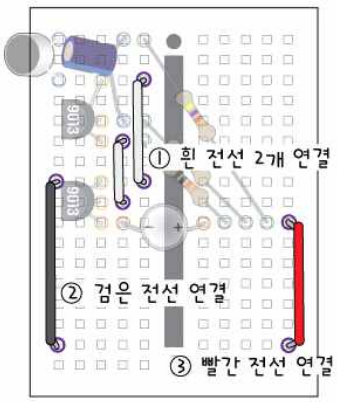
② 1 MΩ (갈검초금)

③ 10 KΩ (갈검주금)

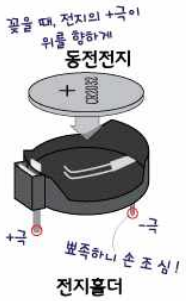


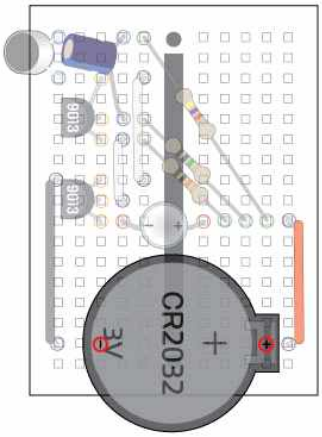
6. 전선 연결

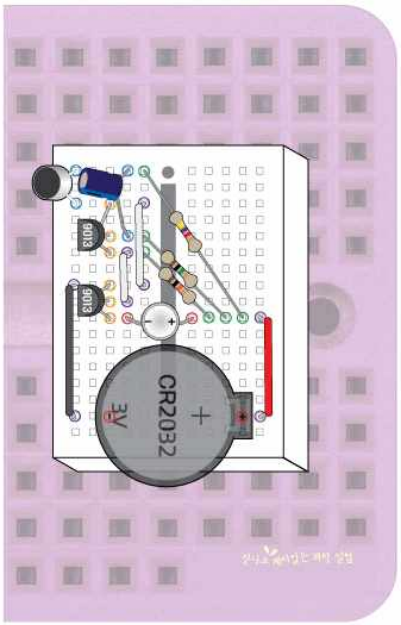
- 흰 전선 2개,
  검은 전선 1개,
  빨간 전선 1개
  총 4개를 그림의 위치에
  꽂습니다.



7. 전지홀더와 동전전지 연결







[소리 감지 회로 도안에 브레드보드 붙이기]

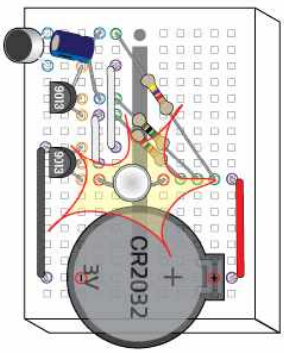
8. 브레드보드 밑면의 양면테이프 보호지를 떼어내고 도안에 붙입니다.

- 한 번 붙으면 떼어내기 어렵습니다. 위치를 잘 확인하고 붙입니다.

[작동하기]

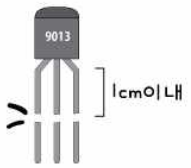
9. 손이나 물체로 소리를 내봅시다.

10. 소리가 날 때 LED가 켜지고 꺼지는 모습을 관찰합니다.



(생략가능) 11. 회로가 잘 작동한다면 부품들의 단자(다리)를 짧게 하여 브레드보드에 밀착되도록 연결해도 좋습니다.

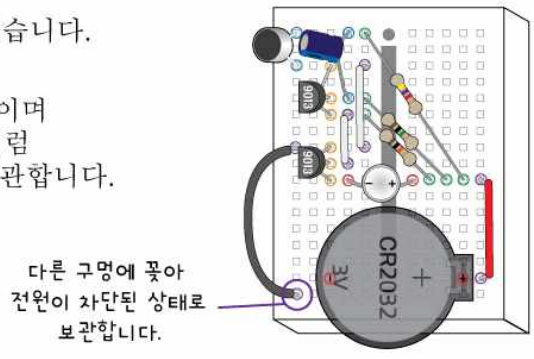
- 브레드보드 구멍의 깊이는 약 7mm 정도입니다.
- 트랜지스터는 약 1cm만 남기고 자르고, 저항은 구멍 사이의 길이를 감안하여 자릅니다.
- 콘덴서 마이크는 자르지 말고 그대로 사용합니다.
- 단자가 너무 짧아지면 연결이 어려우니, 꽂을 구멍의 위치를 살피며 다리 길이를 조절합니다.



1cm 이내의 길이로 자르면
보드에 깔끔하게 꽂힙니다.

실험시 주의사항 ....

1. 브레드보드에 부품을 꽂을 때에 그 자리가 맞는지 잘 확인하고 꽂습니다.
2. 전지홀더의 다리는 매우 뾰족합니다. 다치지않도록 주의합니다.
3. 소음이 없다면 LED의 불이 들어오지 않지만 전류가 흐르는 상태이며 전지가 소모됩니다. 오랜시간 사용하지 않을 때에는 오른쪽 그림처럼 전선 한가닥을 뺀 후 다른 구멍(맨 끝)에 꽂아 전류를 차단하여 보관합니다.



확인 학습 ····

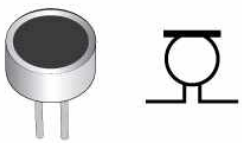
1. '**소리 감지 회로**'에서 소리를 감지하는 역할을 한 부품은 무엇인가요?

2. '**소리 감지 회로**'를 어디에 활용하면 좋을까요?

원리학습 ····

소리가 나면 LED가 켜지고 조용하면 LED가 꺼지는 이 회로는 스위치가 없습니다.
어떤 부품이 스위치를 대신하여 켜고 꺼줄까요?

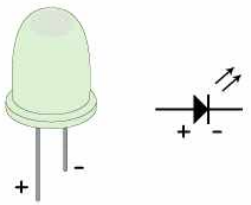
방에 불을 켤 때 직접 손으로 누르는 스위치 말고도 스위치는 여러 종류가 있습니다. 열에 의해 저항값을 변화시켜 스위치 역할을 하는 부품도 있고, 빛의 양에 따라 저항값이 변하여 스위치 역할을 하는 부품도 있습니다.
오늘 만든 **소리 감지 회로**는 콘덴서 마이크에 소리가 감지될 때 회로에 전류가 흘러 LED가 켜집니다.



콘덴서 마이크

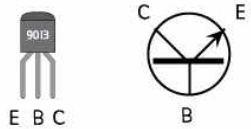
까만 필터부분으로 소리를 감지합니다.
전 방향의 소리를 모두 받아들인 후 전기신호로 바꾸는 역할을 합니다.

브레드보드-소리 감지 회로에 사용된 다른 부품들도 살펴봅시다.



LED (Light Emitting Diode)

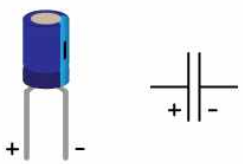
다이오드는 전류를 한 쪽 방향으로만 흐르게 해주는 극성이 있는 장치입니다.
그 중에서 빛을 내는 다이오드를 LED라고 합니다.



트랜지스터

트랜지스터는 스위치와 비슷한 역할을 합니다. 외부의 전기자극에 의해 스위치를 누른 효과가 나오며 작은 전류를 크게 증폭하여 줍니다.

- 베이스(B): 트랜지스터를 작동시키기 위해 약한 전기신호를 가하는 단자
- 컬렉터(C): 베이스(B)에서 약한 전기신호가 들어오면, 막혀 있던 컬렉터(C)에 큰 전류가 흐름
- 이미터(E): 베이스(B)와 컬렉터(C)에서 흐르는 전류가 합쳐지는 단자



전해콘덴서

콘덴서는 전기를 모아두는 장치입니다.
콘덴서 기호를 보면 얇은 막대기 두 개가 가까이 있는 모양입니다. 실제로 콘덴서 내부에는 얇은 판 두 개가 가까이 있어 전기가 흐를 때 한쪽 판에 전자가 모여 잠시 저장해둘 수 있습니다.

소리가 나면 작동하는 이 회로는 어디에 활용하면 좋을까요? 친구들과 자유롭게 아이디어를 나누어 봅시다.

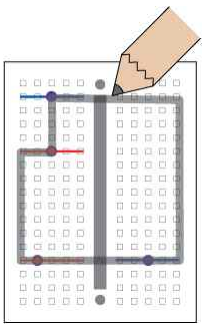
느낀점 ····

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	브레드보드-소리 감지 회로			실험 원리	콘덴서 마이크, 브레드보드
실험 시간	40분	실험 분야	물리	실험 방법	개별 실험
세트구성물	브레드보드, 소리 감지 회로 도안, 브레드보드용 전선, 콘덴서 마이크, 트랜지스터, 전해콘덴서, 저항 3종(1MΩ, 10kΩ, 4.7kΩ), LED, 동전전지, 전지홀더				
교사준비물				학생준비물	
실험 결과	**학생 1인당 브레드보드-소리 감지 회로 1개를 가지고 갑니다.**				
실험팁	TIP 1. 브레드보드에 부품을 꽂을 때 그 자리가 맞는지 잘 확인하고 꽂습니다. TIP 2. 주변에 소음이 없어 LED에 빛이 들어오지 않더라도 전류는 흐르는 상태이므로 오랜시간 사용하지 않는 경우에는 전선 한 가닥을 뽑은 상태로 전류를 차단하여 보관하는 것이 좋습니다. TIP 3. 전류를 차단하지 않고 일반적인 상황에서 약 7~10일간 사용 가능합니다.				

— 브레드보드 기초 회로

4) 각 부품을 전선을 이용하여 연결할 차례입니다.
전선을 서로 어느 구멍에 연결해야 각 부품들이 연결되어 회로를 완성할 수 있을까요?
그림 위에 연필로 전선을 그려봅시다.



확인 학습 ····

1. '**소리 감지 회로**'에서 소리를 감지하는 역할을 한 부품은 무엇인가요?

콘덴서 마이크

2. '**소리 감지 회로**'를 어디에 활용하면 좋을까요?

발자국 소리가 나면 불이 켜지는 안전 조명등, 도서관이나 교실에서 소음을 내지 말라고 켜지는 경고등 등의 여러 아이디어를 다양하게 생각해봅니다.

브레드보드(breadboard),
속칭 빵판 또는 빵틀은 전자 회로의 (일반적으로 임시적인) 시제품을 만드는 데 사용하고 재사용할 수 있는 무땜납 장치이다. 이것은 스트립기판(베로보드)과 현저하게 다르며 영구적이거나 1회용 시제품을 만들때 사용하고, 쉽게 재사용할 수 없는, 초기 인쇄회로기판과 비슷하다. 일반적인 브레드보드는 버스 스트립으로 알려진, 내부연결 전기단자의 스트립이 있고, 주장치의 일부나 격리된 블록처럼 한쪽이나 양쪽은 전원선을 확장하도록 끼워져 있다.

현대의 무땜납 브레드보드는 천공아래에 많은 납이 도금된 인청동 스프링 클립이 있는 플라스틱 천공 블록으로 구성된다. 두개의 일련 패키지(dual in-line package, 약자 DIP)인 집적회로는 블록의 중앙선을 벌려서 삽입할 수 있다. 내부 연결 전선과 (축전기, 저항기, 코일, 등과 같은) 각각 부품 핀은 회로 위상을 완성하기 위해서 여전히 남는 구멍에 삽입할 수 있다. 이렇게, 다양한 전자 시스템은 소형 회로에서 완벽한 중앙 처리 장치(CPU)까지, 시제품화 될 것이다. 그러나, (접점당 2 ~ 25 pF으로 발생되는) 큰 공전 전기 용량 때문에, 무땜납 빵판은 상대적으로 낮은 주파수로 동작이 제한된다. 일반적으로 회로의 특성에 따라서 10 MHz보다 느리게 동작한다.

트랜지스터 (transistor)

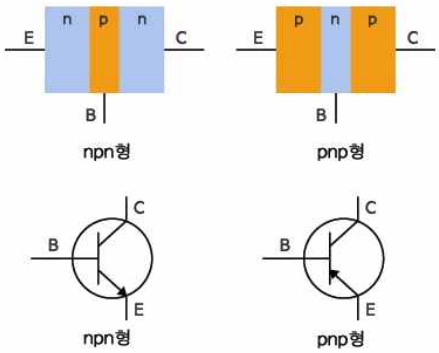
게르마늄, 규소 따위의 반도체를 이용하여 전자 신호 및 전력을 증폭하거나 스위칭하는 데 사용되는 반도체소자이다. 1947년 미국의 벨 연구소에서 월터 브래튼, 윌리엄 쇼클리, 존 바딘이 처음 만들었다. "변화하는 저항을 통한 신호 변환기(transfer of a signal through a varister 또는 transit resistor)"로부터 나온 조어이다.

트랜지스터는 현대 전자 기기를 구성하는 굉장히 흔한 기본 부품중 하나이다. 1947년 미국 물리학자 존 바딘, 월터 브래튼, 윌리엄 쇼클리에 의해 트랜지스터가 개발된 후 트랜지스터는 전자공학의 대변혁을 일으켰다. 트랜지스터의 출현으로 인해 더 작고 값싼 라디오, 계산기 컴퓨터 등이 개발되었다. 트랜지스터는 IEEE 마일스톤상 목록에 기재되어 있으며 트랜지스터 개발자는 1956년 노벨 물리학상을 수상했다.

트랜지스터는 크게 접합형 트랜지스터(Bipolar Junction Transistors:BJTs)와 전계효과 트랜지스터(Field Effect Transistors:FETs)로 구분된다. 트랜지스터는 보통 입력단, 공통단 그리고 출력단으로 구성되어 있다. 입력단과 공통단 사이에 전압 (FET)또는 전류(BJT)를 인가하면 공통단과 출력단 사이의 전기전도도가 증가하게 되고 이를 통해 그들 사이의 전류흐름을 제어하게 된다. 아날로그, 디지털 회로에서 트랜지스터는 증폭기, 스위치, 논리회로, RAM 등을 구성하는 데 이용된다.

규소나 저마늄(게르마늄)으로 만들어진 반도체를 세 겹으로 접합하여 만든 전자회로 구성요소이며 전류나 전압흐름을 조절하여 증폭, 스위치 역할을 한다. 가볍고 소비전력이 적어 진공관을 대체하여 대부분의 전자회로에 사용되며 이를 고밀도로 집적한 집적회로가 있다. 접합형 트랜지스터와 전기장 효과 트랜지스터로 구분한다.

트랜지스터는 1947년 미국 벨연구소의 윌리엄 쇼클리(Wiliam Shockley), 존 바딘(John Bardeen), 월터 브래튼(Walter Brattain)이 처음으로 발명하였다. 보통 트랜지스터는 접합형 트랜지스터(Bipolar Junction Transistor: BJT)를 의미하며 전기장 효과를 이용한 전기장 효과 트랜지스터(Field Effect Transistor: FET)가 있다.



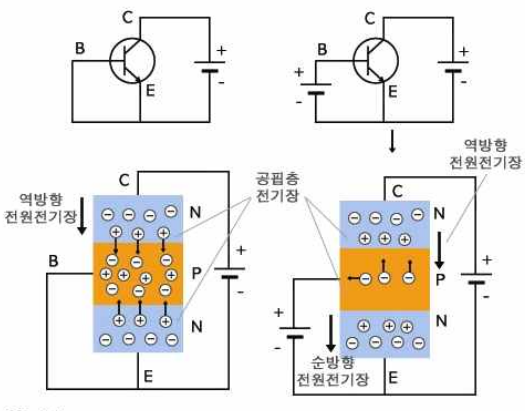
트랜지스터는 규소나 저마늄으로 만들어진 P형반도체와 N형반도체를 세 개의 층으로 접합하여 만들어진다. E(emitter)로 표시되는 이미터에서는 총 전류가 흐르게 되고 얇은 막으로 된 베이스(B; base)가 전류흐름을 제어하며 증폭된 신호가 컬렉터(C; collector)로 흐르게 된다. 접합의 순서에 따라 PNP형 혹은 NPN형 트랜지스터라 명명한다. NPN형인 경우 전류는 이미터 쪽으로 흐르고 PNP형인 경우 이미터에서 나가는 방향으로 전류가 흐른다. 이를 전자회로의 기호표기에서 전류방향을 화살표로 나타낸다.

트랜지스터의 전원 연결은 이미터 쪽에 그려진 화살표 방향으로 전류의 방향이 되도록 연결한다. 기본적으로 PN접합이 양쪽에 있는 형태이므로 다이오드에서와 같이 접합면에서 전자의 확산에 의해 공핍층이 생기고 결과로 공핍층 전기장이 생겨 더 이상의 전자의 확산을 막게 된다.

©EnCyber.com

베이스와 이미터 간에 전원이 없이 연결된 상태에서는 베이스와 이미터가 같은 전위이므로 전류가 흐르지 않는다. 베이스 간에 전원에 의한 전기장 방향(+에서 -전압방향)이 공핍층 전기장 방향과 같은 역방향 바이어스이므로 전류가 흐르지 않는다. 그런데 베이스와 이미터 간에 공핍층 전기장에 반대방향의 순방향 전원을 연결하면 전자가 움직이게 된다.

한편, 베이스와 컬렉터 사이에는 공핍층과 같은 방향의 역방향 전기장이 형성되어 컬렉터 부분의 N형반도체의 다수 캐리어인 전자는 움직이지 않게 된다. 그런데 베이스와 이미터 간의 순방향 전원에 의해 이동된 전자에 대해서는 베이스와 컬렉터 사이의 전기장 방향이 순방향 바이어스가 되어 이미터에서 이동한 전자들이 컬렉터 쪽으로 흐르게 된다. 참고로 전자의 이동방향은 전기장방향의 역방향이며 전류방향의 역방향이다. 이때 컬렉터로 흐르는 전류는 베이스로 흐르는 전류에 비해 증폭된 형태로 나타나게 되므로 베이스에 작은 신호가 컬렉터에 증폭되어 나타나 트랜지스터는 증폭기로 사용된다.



©EnCyber.com

트랜지스터 그 자체가 소형이어서 이를 사용하는 기기(機器)는 진공관을 사용할 때에 비하여 소형이 되며, 가볍고 소비전력이 적어 편리하다. 초기에는 잡음·주파수 특성이 나쁘고 증폭도도 충분하지 못하였으나, 그 후 많이 개량되어 대전력을 다룰 수 있는 등의 장점이 생겼으며, 특수한 경우를 제외하고는 진공관을 대체하였다. 증폭작용과 전자신호를 위한 스위치나 게이트로서 역할을 하여 아날로그회로, 디지털회로 등 대다수의 전자회로에 사용된다. 집적회로

는 작은 전자칩에 다수의 트랜지스터와 전자회로 구성요소를 집약시켜 놓은 것이다.

[네이버 지식백과] 트랜지스터 [transistor] (두산백과)

마이크로폰

마이크로폰(영어: microphone)은 마이크(영어: mike, mic, /ˈmaɪk/)[1]라고도 하며, 음파를 전기적인 에너지 변환기나 센서로 전달하여 소리를 같은 파형의 전기 신호로 변환해 주는 장치를 통칭하는 말이다.

마이크로폰은 라디오 및 텔레비전 방송, 컴퓨터 녹음 장치, VoIP, 초음파 검사와 같은 비가청 목적, 전화, 테이프 리코더, 영화 제작, 라이브, 녹음 오디오 엔지니어링, 보청기 등 많은 분야에서 쓰인다.

-역사

몇몇의 초기 발명자들은 알렉산더 벨 이전에 원시 마이크(뒤에 트랜스미터라고 불림)를 만들었다. 그러나 최초의 상업적인 실용 마이크로폰은 1876년 10월 토머스 에디슨이 착안한 탄소봉 마이크로폰이었다. 많은 초기 마이크로폰 개발자들의 설계는 벨 연구소에서 이루어졌다

-동작 원리

마이크는 공기 중, 물 속의 소리를 잡아내는 장치로 이를 전기적 신호로 변환해 준다. 가장 흔한 방식은 얇은 막을 만드는 것을 통해 균형잡힌 전기적 신호를 만들어 내는 것이다. 오늘날 오디오용으로 쓰이는 대부분의 마이크로폰으로는 전자기 발생 (동적 마이크로폰), 용량 변환 (축전기 마이크로폰) 등이 있다.

-콘덴서 마이크로폰

콘덴서 마이크로폰(Condenser microphone)은 축전기의 정전기 용량이 변하면, 두 전극 사이에 축적된 전하가 변하는 것을 이용한 것이다. 1916년에 벨 연구소에 E. C. Wente가 발명한 것이 처음이다.[3] 축전기 마이크로폰(capacitor microphone), 정전 마이크로폰(electrostatic microphone)이라고도 부른다.

지름 10~20mm의 얇은 진동판에 같은 모양의 고정 전극을 적절한 거리로 마주보게 하여 축전기의 형태를 이룬다. 음파에 의한 막의 진동에 따라 전극 사이의 간극이 변하면서 이것이 정전기 용량이 변하게 된다. 이 정전기의 용량으로 음성 전류를 뽑는다.

이 마이크로폰은 주파수 특성이 우수하고, 안정된 것을 만들기 쉬운 좋은 장점이 있으나, 축전기의 전압을 걸어주기 위한 직류 전원이 필요한 점 때문에 초기에는 음악용으로 사용되는 정도였다. 이후 고체회로의 발달로 마이크로폰 내에 내장시켜 소형전지로 작동할 수 있게 하면서 방송용으로도 많이 사용하게 되었다. 내구성이 매우 약해서 바닥에 떨어뜨릴때 망가지기 쉬운 단점도 있다.

일렉트릿 콘덴서 마이크로폰(Electret condenser microphone)은 1962년 벨 연구소의 Gerhard Sessler와 Jim West가 개발한 방식으로 콘덴서 마이크로폰의 일종이다.[4] 반영구적인 전하를 지닌 재료(일렉트릿, electret)를 사용하여 이 이름이 붙여졌다.

이 마이크로폰은 바이어스 전원이 필요 없기 때문에 전치 증폭기가 간단해지면서 저렴한 가격에 고성능을 낼 수 있다. 소형화도 가능하기 때문에, 오늘날 대부분의 소형 마이크로폰이 이 방식을 사용하고 있다. 예를 들어 거의 모든 휴대 전화와 컴퓨터, PDA 및 헤드셋에 주로 이용되고 있다.

-다이내믹 마이크로폰

다이내믹 마이크로폰(Dynamic microphone) 또는 동적 마이크로폰은 전자기 유도 방식을 이용한 방식이다. 상대적으로 저렴하고 습기에 강하고, 내구성이 좋고 성능이 좋아 무대에 널리 쓰인다.

다이내믹 마이크로폰은 알루미늄의 진동판에 코일이 붙어 있으며, 이 코일이 영구 자석의 N극과 S극 사이에서 움직이는 형태이다. 그래서 가동코일 마이크로폰(moving-coil microphones)이라고도 부른다.

음파가 마이크로폰에 닿으면 진동판이 음파에 따라 진동을 하게 되고, 이 때 코일이 진동파의 진동에 따라 움직인다. 코일이 영구 자석 안에서 움직이기 때문에 이 때 유도 전류가 발생한다. 음파에 따라 유도 전류가 변하여 음성 전류가 발생된다.

-리본 마이크로폰

리본 마이크로폰(Ribbon microphone)은 영구 자석 사이에 리본 모양의 알루미늄판이 있는 형태이다. 리본 벨로시티 마이크로폰(ribbon velocity microphone)라고도 부른다.

음파가 마이크로폰에 닿으면 리본 모양의 알루미늄이 음파에 따라 진동을 하는데, 영구 자석의 자기장 속에서 진동하면서 유도 전류가 음성 전류 형태로 발생한다.

리본 마이크로폰은 낮은 음역에서 높은 음역까지 고른 감도를 가지며, 음색이 좋으나, 정방향에서 오는 음파 밖에 받지 못하는 결점이 있다. 1935년 경부터 방송용으로 많이 이용되었으나, 1965년경 콘덴서 마이크로폰에 밀려 사용이 줄었다.

-카본 마이크로폰(Carbon microphone) 또는 탄소 마이크로폰은 진동판과 금속의 원판 사이에 탄소 알갱이가 들어있는 방식이다. 토머스 에디슨이 1876년 10월에 발명한 초기 방식의 마이크로폰이다. 이후 여러 방식의 마이크로폰의 등장으로 일부 전화기의 송화기에만 사용되면서 오늘날에는 거의 사용되지 않고 있다.

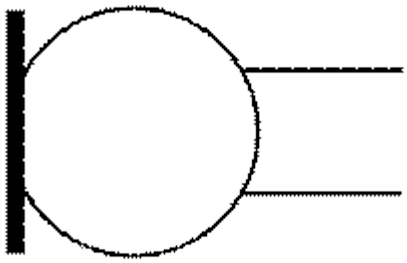
음파의 진동에 따라 진동판이 진동을 하면, 진동판이 탄소 알갱이를 누르게 되는데 탄소 알갱이를 누르는 강도에 따라 전류에 변화가 생기며 이것으로 음성 전류가 발생한다.

-압전 마이크로폰

압전 마이크로폰(Piezoelectric microphone) 또는 크리스탈 마이크로폰(Crystal microphone)은 압전기 효과를 이용한 방

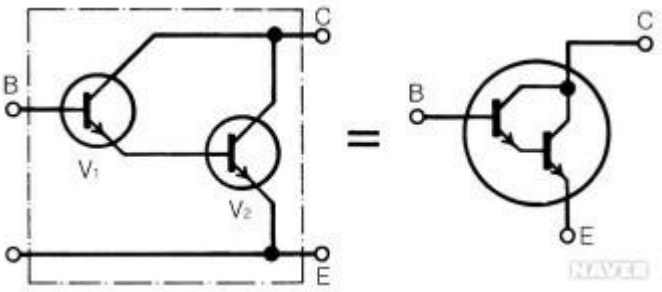
식이다. 작은 크기에서 높은 성능을 낼 수 있는 장점이 있으나, 습기에 약한 단점이 있다.
음파의 진동에 따라 진동판이 진동을 하면, 뒤에 있는 결정의 앞면과 뒷면에 양전기(+)와 음전기(-)가 발생하는 압전기 현상이 발생한다. 결정에 전기장을 가해주어 결정에 변형을 일으키는 역압전효과를 일으킬 수도 있다.

-마이크로폰은 지향성(소리를 잡아낼 수 있는 범위)에 따라 크게 전방향성, 단방향성, 양지향성으로 나뉜다.
전방향성
전반향성(Omnidirectional) 혹은 무지향성(Non-directional)은 방향의 범위 기준이 없이 사방에서 소리를 잡아낸다. 일반적으로 저가형에서 가장 많이 볼 수 있는 방식이나, 하울링에 매우 약한 단점이 있기 때문에 인근에 모니터와 스피커를 두면 안된다. 일부 합창이나 오케스트라를 녹음할 때 사용되기도 한다.
단방향성
단방향성(Unidirectional) 혹은 지향성은 일부 범위 내에서만 소리를 잡아내는 방식이다. 보통 카이오이드 방식을 기본으로 하여, 서브카디오이드, 하이퍼카디오이드, 수퍼카디오이드 등이 있다.
단일지향성, 초지향성
단일지향성(Cardioid)은 지향성 마이크 중 가장 기본이 되는 형식이다. 지향 패턴의 단면이 심장을 닮았다고 하여 그리스어로 심장을 뜻하는 Cardio를 따서 카디오이드(Cardioid) 또는 심장형이라고도 부른다. 마이크의 꼬리 부분을 제외한 부분에서 소리를 잡아낸다. 때문에 모니터와 스피커 특히 플로어 모니터의 경우 반드시 마이크가 꼬리 부분이 가리키도록 놓아야한다. 이어모니터의 경우 하울링 현상이 적은 편이다.
초지향성(Supercardioid)은 지향성 마이크보다 더 좁은 범위에서만 소리를 잡기 때문에 하울링에 매우 강하다. 단, 초지향성은 마이크의 헤드 뒷쪽에도 약간 픽업이 되기 때문에 헤드 뒷쪽에 자극을 주거나(마이크 스탠드에 마이크를 꽂는 경우)나, 마이크의 꼬리 부분이 모니터와 스피커를 가리키지 않도록 해야한다.
양지향성
양지향성(Bi-directional)은 마이크의 전면부와 후면부의 소리를 잡아내는 방식이다. 일부 리본 마이크로폰이 전면부와 후면부에 진동판을 가져 양지향성을 띄는 방식을 가지기도 한다.

마이크로폰을 나타내는 전기 기호 

달링턴 회로[Darlington circuit]

2개 이상의 트랜지스터를 적당히 직결하여 사용하는 복합 회로의 일종으로, pnp 또는 npn형 트랜지스터 2개를 조합시켜서 1개의 등가한 트랜지스터로 하는 접속 방법이다. 그림은 2개의 pnp형 트랜지스터를 이미터 접지한 달링턴 접속의 회로이며, 이것을 1개의 등가한 트랜지스터로 대치하면 전류증폭률은 2개 트랜지스터의 그것의 곱으로 되어서 매우 커진다. 이 회로는 직결형 컬렉터 접지 회로라고도 생각되며, 특성도 개선되므로 고감도의 직류 증폭기나 고입력 저항 증폭기, 전력 증폭기 등에 사용된다.



NPN-트랜지스터를 이용한 달링턴 회로

[네이버 지식백과] 달링턴 접속 [Darlington connection, -接續] (전자용어사전, 1995. 3. 1., 월간전자기술 편집위원회)

총 증폭도는 2개 트랜지스터 각각의 증폭도의 곱으로 표시한다.
달링턴 회로는 2개의 트랜지스터를 하나로 결합시킨 것이다. 전류증폭도가 높기 때문에 고출력회로에 사용되며 1개의 트랜지스터처럼 취급한다.