



센서의 원리 및 응용

자기 센서



한국기술교육대학교
온라인평생교육원

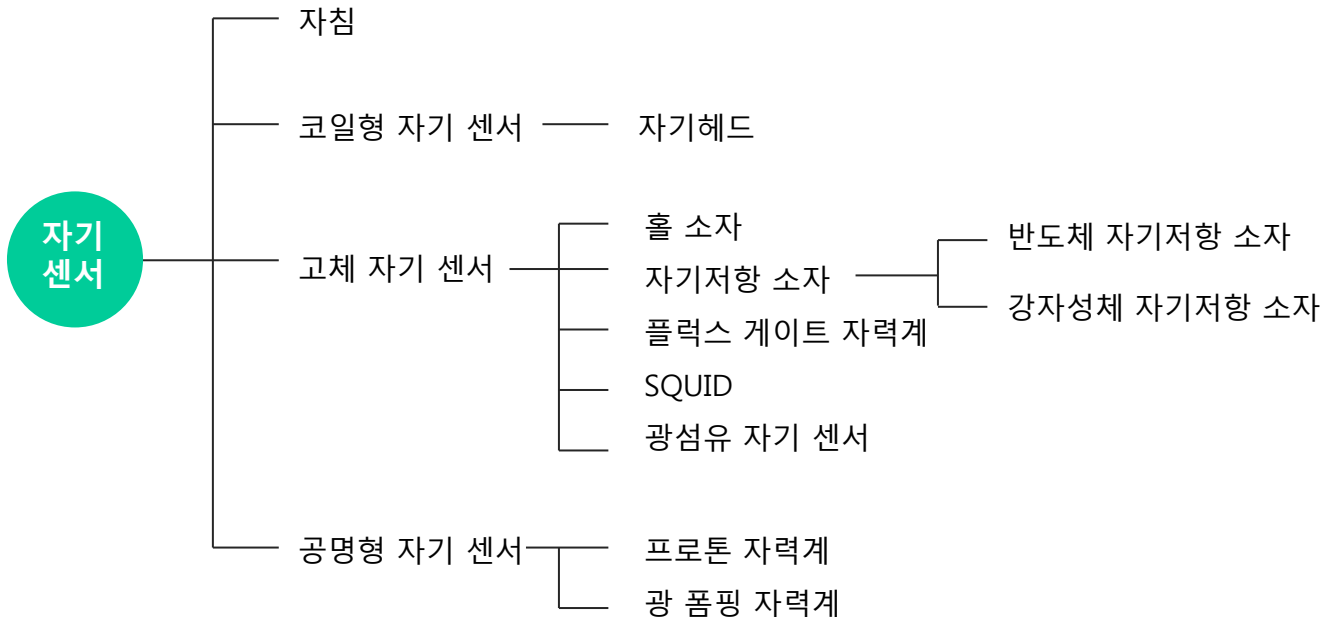
■ 자기 센서의 개요

1. 자기 센서란?

- 자기 에너지를 검출대상으로 하는 센서
 - 전자유도 작용을 이용 : 자기헤드, 탐색 코일
 - 전류 자기효과를 응용 : 홀(Hall) 소자 및 자기저항 소자(MR)
- 물질이 자장 속에 놓이면 전기적 성질이 변화하는 원리를 이용
 - 자장의 유무나 세기의 변화를 전기신호를 인출하여 활용
- 자기효과를 이용해 단순히 자기를 검출할 뿐만 아니라 근접 스위치나 회전 센서, 전류 센서, 온도 센서 등으로 응용
- 장점
 - 일반적으로 자기장을 사용하기 때문에 비접촉으로 위치검출이 가능
 - 비교적 좋지 않은 조건의 환경에서도 사용 → 신뢰성과 안정성이 있음

2. 자기 센서의 종류

1) 형태와 소재에 따른 분류



■ 자기 센서의 개요

2. 자기 센서의 종류

2) 자기현상에 따른 분류

자기현상(작용)	센서의 종류
전자유도작용	자기헤드, 커런트 트랜스, 태코 제너레이터, 탐색 코일 등
전류자기효과	자기 트랜지스터, 홀 IC, 마그네틱 다이오드, 자기 저항 소자(MR)
자기 작용	리드 스위치(리드 릴레이), 자침(자침), 자석, 자성 유체(자성 분체)
초전도 효과	SQUID(조셉슨 소자)
핵자기 공명	광 펌핑형, 프로톤형
자기·광작용	자이레이터(자기 버블드 메인), 광파이버를 이용한 광 패러데이 효과
자기·열작용	서모 페라이트, 서모스탯, 온도 릴레이



센서의 원리 및 응용

자기 센서



한국기술교육대학교
온라인평생교육원

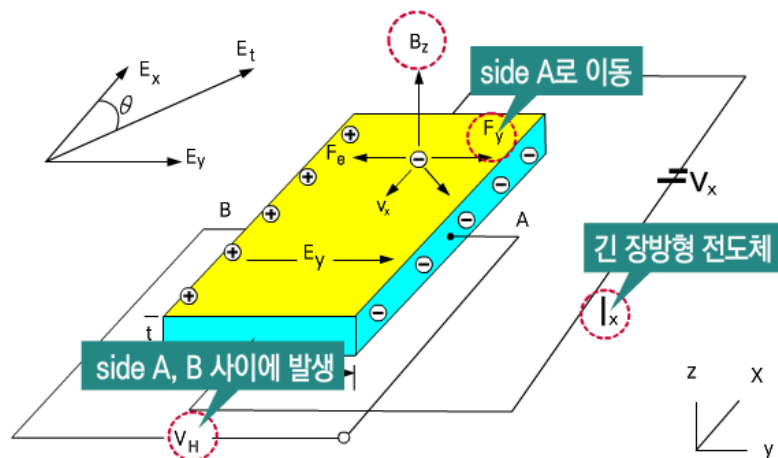
■ 홀 센서와 홀 IC 센서

1. 홀 센서란?

- 자속밀도에 비례한 직류 정전류를 흘려주고 전류의 수직 방향으로 자장을 인가하면 자장에 따라 전위차가 생기는 현상을 이용한 센서
- 자석의 자계나 전류에 의해 발생한 자계를 전기신호로 변환해 출력해주는 자기 센서
- 홀 효과(Hall Effect) : 1897년 미국의 물리학자 에드윈 홀이 발견한 것으로 전도체를 자기장 속에 넣고 전도체에 자기장의 방향에 직각인 방향으로 전류를 흘리면 전류와 자기장 방향에 대해 각각 수직으로 자기장이 나타나는 현상

홀 효과의 원리

- ① 전류 I_x 가 흐르고 있는 폭이 w 이고 충분히 긴 장방형 반도체 시료에 수직으로 자계 B_z 를 가하면(-) 전하인 전자에는 우측으로 자기력 F_y 가 작용하여 side A로 이동
- ② 이에 대응해서 side B에는 (+)전하가 유리
- ③ side A, B 사이에는 전압 V_H 이 발생
 - 이 때 발생하는 홀 효과는 로렌츠의 법칙에 따라 나타냄



로렌츠의 법칙

$$F_y = q \cdot V_x \cdot B_z \quad (q: \text{전하량} \quad V_x: \text{이동속도} \quad B_z: \text{자속밀도})$$

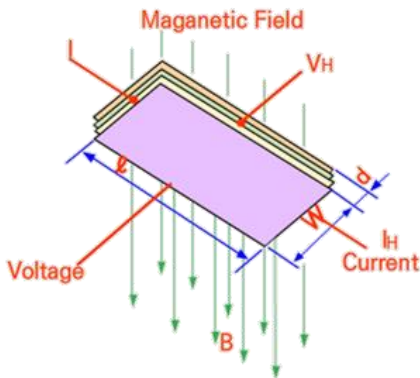
$$V_H = V_x \cdot B_z \cdot w = E_y \cdot w$$

■ 홀 센서와 홀 IC 센서

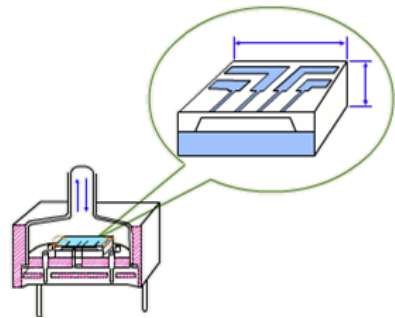
1. 홀 센서란?

- 홀 센서의 원리
 - 홀 전압식은 무한히 긴 홀 소자에 대한 이상적인 홀 전압
 - 실제의 홀 센서는 유한의 크기를 가지므로 홀 전압은 주어지는 값보다 작아지며, 이것은 전극 접촉부가 전류의 유선을 왜곡시키기 때문에 발생

이상적인 홀 전압



실제 홀 전압



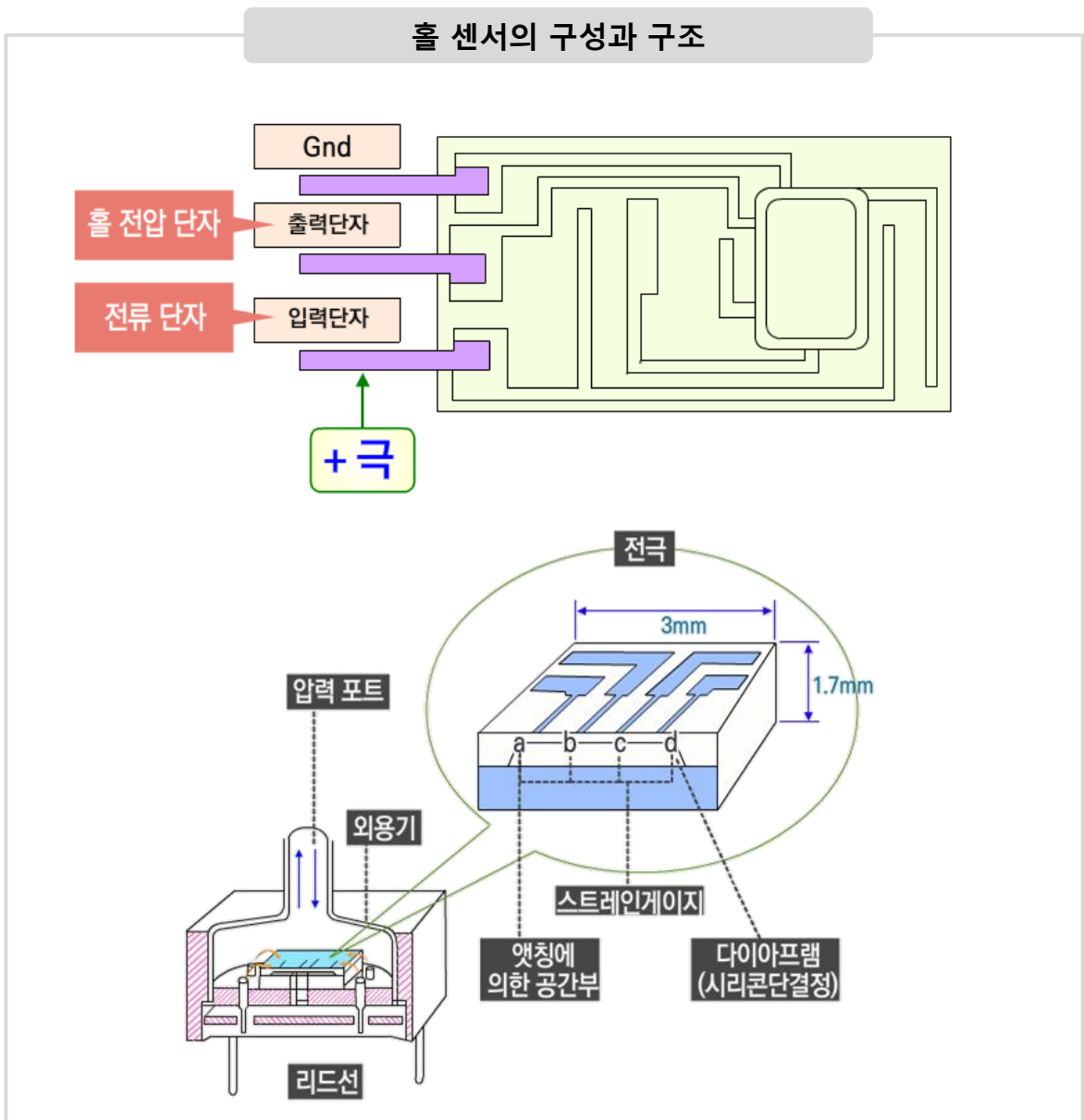
2. 재료와 구동 방식

- 홀 센서의 홀 소자용의 반도체 재료로 : 게르마늄, 규소, 비소화인듐, 인티모니화인듐, 갈륨비소 등이 이용
- 갈륨 비소 를 이용한 홀 소자는 용도 특성이 우수하여 홀 소자의 재료로 각광
- 홀 센서를 동작시키기 위해서는 그 입력 단자에 홀 전류를 흐르게 하여야 하는데, 이 경우 소자의 사용 목적이나 온도 특성에 따라 적 절한 회로를 구성
- 홀 소자의 구동 방식
 - 정전류 방식 : 홀 전압이 반도체 기판의 전자 밀도에 의존
 - 정전압 구동 방식 : 전자 이동도에 의존

■ 홀 센서와 홀 IC 센서

3. 홀 센서의 구조와 형태

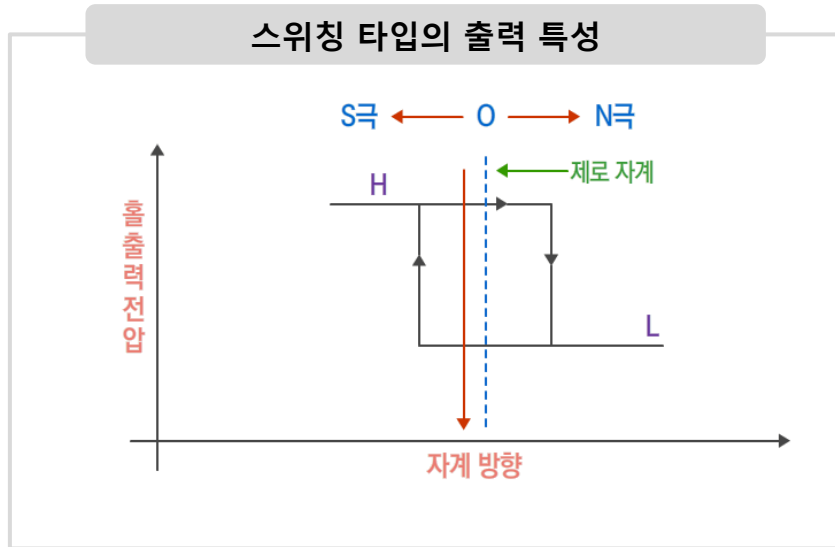
- 홀 센서는 단결정 재료를 박편화하여야 하며, 반 절연재료에 에피택시얼법과 이온 주입법으로써 활성화 영역을 만들
- 홀 센서에는 진공 증착으로써 박막 소자를 IC기술을 이용하여 제작한 것 등이 있음
- 입력 단자 → 전류 단자, 출력 단자 → 홀 전압 단자



■ 홀 센서와 홀 IC 센서

4. 홀 센서의 기본회로와 출력 특성

- 스위칭 타입의 출력 특성
 - 홀 소자는 자계 방향으로 홀 출력 전압이 나타남
 - 중간에 제로자계, S극은 하이(H)로, N극은 로우(L)로 출력을 나타냄



5. 홀 IC 센서란?

- 홀 소자와 OP 앰프와 같은 증폭기를 일체화시켜 자계 감도를 높인 것
- 사용 용도
 - 자계 검출
 - 디지털 신호를 출력
 - 비접촉의 스위치
 - 회전검출
 - 위치 검출

■ 홀 센서와 홀 IC 센서

5. 홀 IC 센서란?

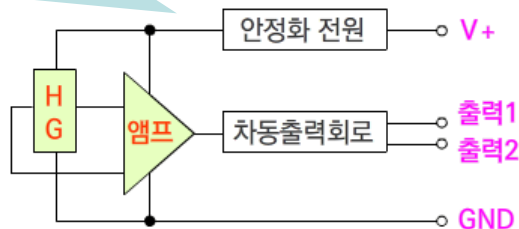
• 홀 IC 센서의 특징

- 전자 회로와 일체화되어 있어 센서 전체적으로 감도가 높음
- IC 제조 기술을 이용하고 있어 생산이 용이
- 목적에 맞는 신호 전압이 얻어짐
- 불평형 전압이 크고 처리가 곤란하다는 단점

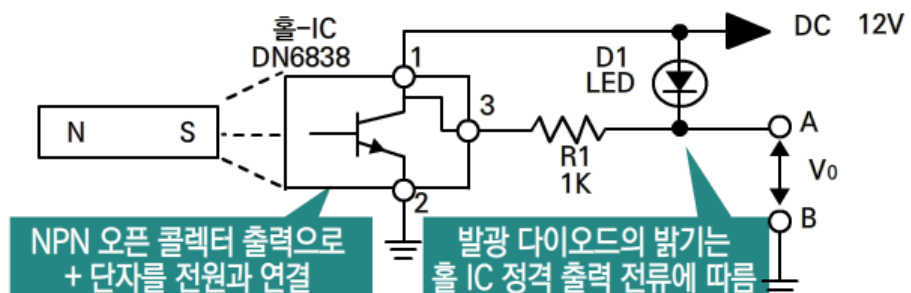
6. 홀 IC 센서의 구성과 연결

안정화 전원으로부터 전원공급을 받고 차동 출력회로를 통하여 출력 1과 출력 2로 나타냄

기본 회로



특성 회로

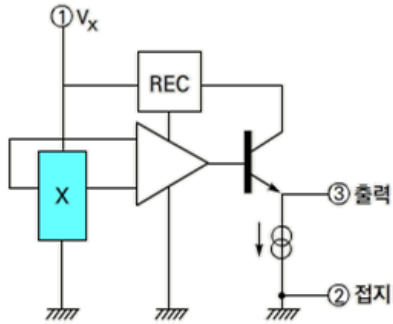


홀 IC에 의한 LED 점등 회로를 나타낸 것으로 자석이 접근하면 스위치형 홀 IC가 자계를 감지하여 트랜지스터를 ON → 발광 다이오드에 전류가 흐름 → 회로에 사용된 홀 IC는 NPN 오픈 콜렉터 출력이므로 발광 다이오드의 + 단자를 전원과 접속 → 발광 다이오드의 밝기는 홀 IC 정격 출력 전류에 따름

■ 홀 센서와 홀 IC 센서

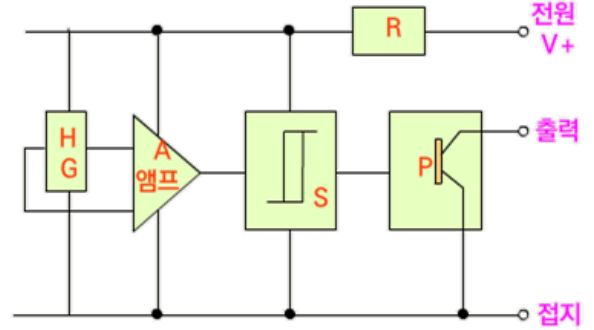
7. 홀 IC 스위칭

리니어 홀 IC



- 출력이 자계 강도에 비례

스위치 형 센서



- 임계값 이상의 자계로써 ON/OFF함
- 스위치 동작을 확실히 하기 위해 고의로 히스테리시스 현상을 갖게 함



센서의 원리 및 응용

자기 센서



한국기술교육대학교
온라인평생교육원


■ MR 센서

1. MR 센서란?

- 자기저항효과소자(MR소자)를 사용한 센서
- 자계의 변화와 자성체의 유무를 전압의 변화를 통해 검출하는 센서를 의미
- 휴대전화부터 노트북, 전자레인지 등 다양한 생활 제품에 탑재
- MR 센서의 활용
 - 위치 검출
 - 수위 측정
 - 회전수 측정
 - 전원 스위치
 - 자석과의 조합에 따라 비접촉스위치로 사용

2. MR 센서의 종류

- 사용 재료에 따른 분류
 - 반도체 자기저항 소자 : 안티몬, 니켈아티몬 등이 사용된 반도체로 정자기 특성을 가짐
 - 금속강자성 자기저항 소자 : 니켈, 코발트, 철 등으로 구성되어 부의자기특성을 가짐
- 니켈(Ni), 철(Fe), 코발트(Co) 등의 강자성체 금속을 주성분으로 하는 합금의 박막은 μ 자계강도의 변화에 따라 저항값이 변화
- 변화하는 저항은 감소되는 부의 자기특성을 가짐


$$\geq \text{금속} \frac{\Delta R}{R_0} \approx 2\%$$

R_0 : 자계 0일 때 저항값

ΔR : 포화자계의 저항값(예:50 oe)

■ MR 센서

2. MR 센서의 종류

- MW-010(사용소재) InSb
 - 자계 감도 영역 : 100G 이상으로 크게 나타남
 - 최고 사용전압 : 10V 이상으로 크게 검출
→ 자동제어의 입력으로 사용하기 편리
 - 가운데 전위 : 4.8V ~ 5.2V ($V_i = 10V$, $B = 4KG$)
 - 저항 변화율 : 최소 2.0배, 최대 3.0배의 변화 → 출력신호 검출이 용이
 - 저항치 : 최소 5.3K Ω , 최대 11.1K Ω
 - 기타 : NiFe계는 감도영역이 $\pm 5mT$ 정도, NiCo계는 감도영역이 10mT 정도

* 더 알아보기

사 용 소 재	InSb
최고사용전압	DC 10V
저 항 치	7K $\Omega \pm 30\%$
사용온도범위	-40 ~ 125°C
저항치	0° 위치에서 약 50%
외부 규격	$\phi 22 \times 25mm$

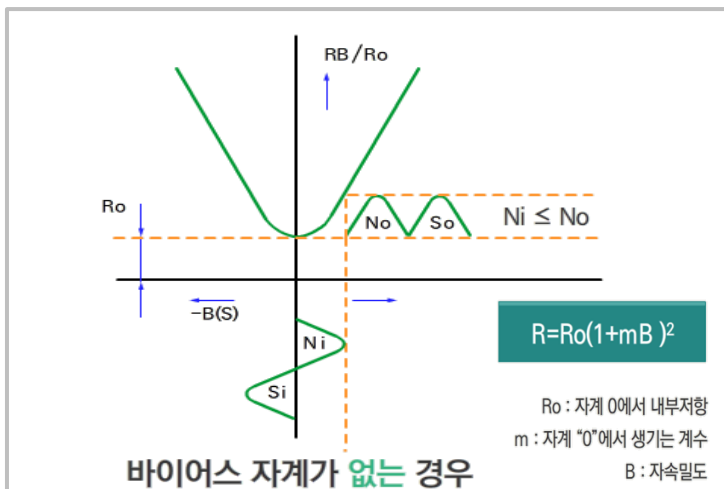
3. MR 센서의 장점

- 강력한 자석을 사용함으로 고감도임
- 응답 속도가 빠르게 나타남
- 소형 경량화로 활용이 용이함
- 자기식이므로 먼지나 오일의 영향을 받지 않음

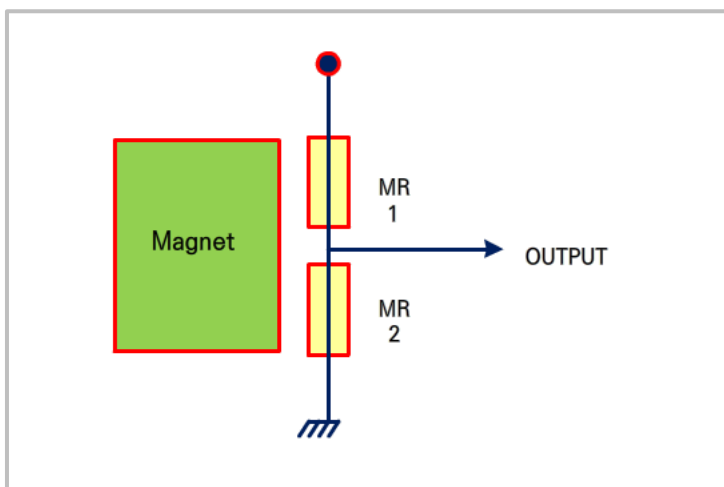
■ MR 센서

4. MR 센서의 구조와 출력 특성

- 반도체자기저항 소자에서는 자기장을 걸면 내부저항이 증가
- 강자성체 자기저항 소자에서는 자기장을 걸면 내부저항이 감소하여 음(-)의 자기특성을 가지게 됨
- 홀 소자에 비하여 자기저항 소자는 저항과 같이 2단자 구조로 매우 취급하기 쉽지만 온도 특성이 그다지 좋지 않음
 - 이러한 경우에는 복수의 동일 기판 위에 형성하고 차동적으로 온도 보상
 - 저자기장의 감도가 낮으므로 바이어스용 자석을 병용하여 자기장의 감도를 높임



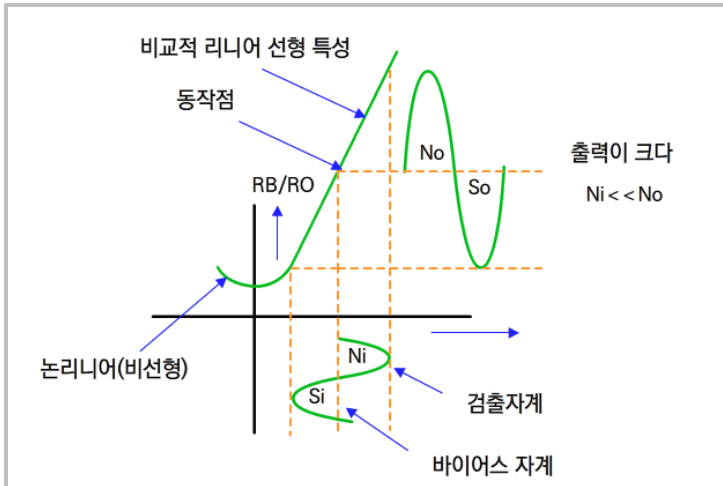
- MR 소자의 출력 특성(바이어스 자계가 없는 경우)
 - 자계의 힘에 의해 저항이 변화하지만 자계의 방향에는 영향을 주지 않음



- MR (자기저항) 센서 특성을 가지고 있는 자기저항 소자는 직렬로 연결하여 구성
- 출력전압 : 2개의 자기저항 소자에 자석으로 균등한 자계를 연결하고 중간에 단자를 구성하여 출력단자를 연결하여 나타나는 신호

■ MR 센서

4. MR 센서의 구조와 출력 특성



- MR 소자의 출력 특성(바이어스 자계가 있는 경우)
 - 자계의 힘에 의해 저항이 변화하며 자계의 방향에 영향을 줌

5. MR 센서의 용도

- 비접촉 전류 센서로서 정보기록 매체용 자기 Head의 역할
- 위조지폐 판정
- 회전센서
- 비파괴 검사장치
- 생체자장 계측장치
- 방위계
- 이동체탐지