

■개요

컴퓨터의 발달로 모든 기계가 마이크로프로세서(micro processor)를 내장하여 고속, 고정도의 디지털화로 변화하고 있습니다. 특히 산업용 NC, Robot, 서보모터, OA 기기 등은 기기의 가동부 위치나 속도를 정확히 검출하고 그 정보를 구동부에 Feedback 하기 위해서 광학식 로터리 엔코더를 많이 사용하고 있습니다.

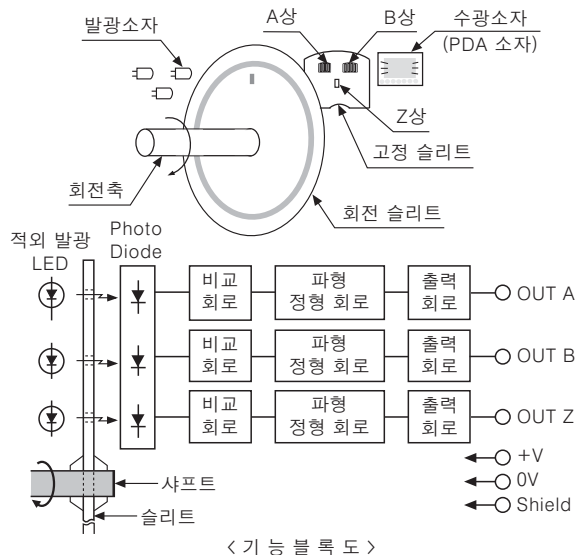
로터리 엔코더란 회전축(shaft)의 회전각도를 전기적인 신호(펄스)로 변환하여 출력하는 장치를 말합니다.

■동작원리

◎인크리멘탈(Incremental) 로터리 엔코더

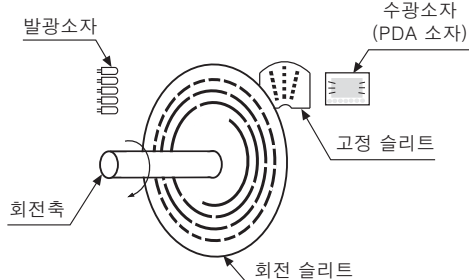
발광소자와 수광소자 사이에 흑색 패턴이 그려져 있는 회전 슬리트와 고정 슬리트를 설치한 후 회전축을 회전시키면 빛이 투과 또는 차단됩니다. 투과된 빛은 수광소자에 의해 전류로 변환되며, 이 전기신호가 파형정형 회로와 출력회로를 거쳐 구형파 펄스로 출력됩니다.

인크리멘탈의 출력상은 90°의 위상차를 가진 A상과 B상 그리고 원점 출력상인 Z상으로 구성되어 있습니다.



◎앱솔루트(Absolute) 로터리 엔코더

회전축 (Shaft)의 0°지점을 기준으로 360°를 일정한 비율로 분할하고, 그 분할된 각도마다 인식 가능한 전기적인 디지털 코드(BCD코드, Binary코드, Gray 코드)를 지정하여, 회전축 (Shaft)의 회전위치(각도)에 따라 지정된 디지털 코드로 출력되도록한 절대 회전 각도 검출용 장치(센서)입니다. 따라서 회전축 (Shaft)의 회전각도에 대한 출력값은 어떠한 전기적인 요소에 의해서도 변화되지 않으므로 정전기에 대한 원점보상이 필요가 없을 뿐만 아니라 전기적인 노이즈에도 강한 것이 특징입니다.



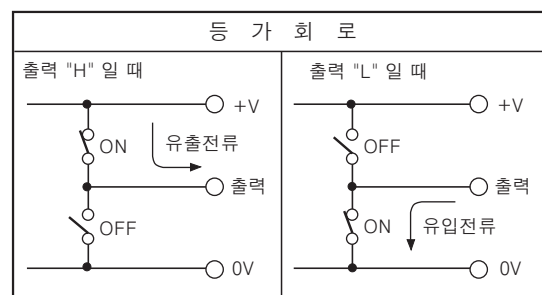
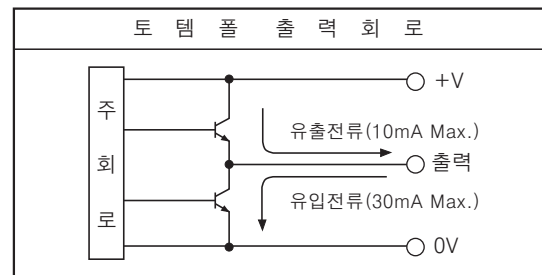
■로터리 엔코더의 출력종류 및 접속 예

◎토템 폴(Totem Pole) 출력

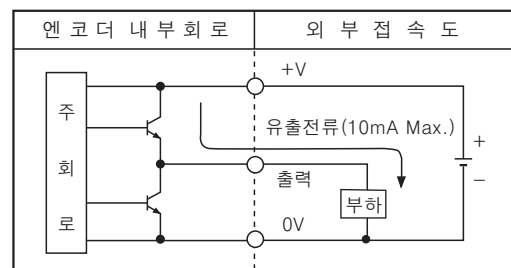
아래의 출력회로와 같이 +V(전원)측과 0V측 사이에 2개의 트랜지스터로 회로를 구성하여 출력을 얻도록 한 방식을 토템 폴(Totem Pole)출력이라 합니다.

즉, 출력신호가 "H"일 때에는 상측의 트랜지스터가 ON 되고 하측의 트랜지스터는 OFF되며, 반대로 출력신호가 "L" 일 때에는 상측의 트랜지스터는 OFF 되고 하측의 트랜지스터가 ON 됩니다.

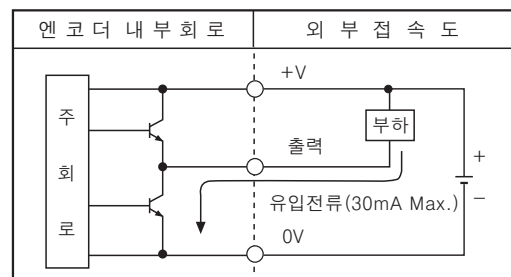
토템 폴(Totem Pole) 출력방식은 전류가 양방향으로(유입, 유출) 흐를 수 있도록 되어 있어 출력 임피던스가 낮고 파형의 왜곡 및 노이즈에 대한 영향을 적게 받으며, 엔코더의 라인이 길어질 경우에 주로 사용됩니다.



●전압 출력형으로 사용할 경우 부하 접속 예



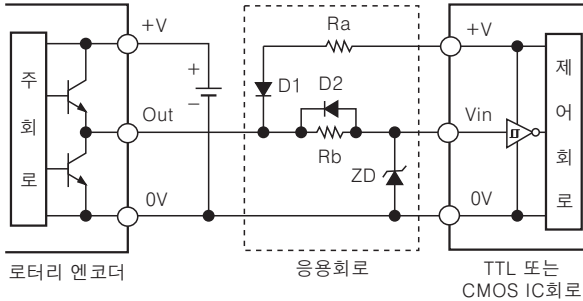
●NPN 오픈 콜렉터 출력형으로 사용할 경우 부하 접속 예



(A)	포토센서
(B)	광화이버 센서
(C)	도어센서/에리어센서
(D)	근접센서
(E)	압력센서
(F)	로터리 엔코더
(G)	커넥터/소켓
(H)	온도조절기
(I)	SSR/전력조절기
(J)	카운터
(K)	타이머
(L)	판넬메타
(M)	타코/스피드/펄스메타
(N)	디스플레이 유니트
(O)	센서 컨트롤러
(P)	스위칭파워 서플라이
(Q)	스테핑모터 & 드라이버 & 컨트롤러
(R)	그래픽패널/로직패널
(S)	필드 네트워크 기기
(T)	소프트웨어
(U)	기타

● 토렘 폴 출력형과 IC 회로와의 접속 예

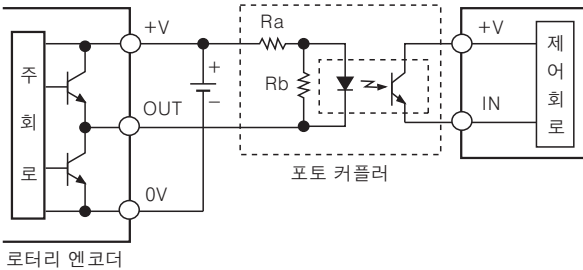
로터리 엔코더의 최대출력 신호전압(V_{out})과 Logic IC 회로의 최대 허용 입력전압(V_{in}) 간의 전압차가 생길 때 아래의 회로와 같이 전압레벨을 조절할 필요가 있습니다.



- ※ 엔코더의 인가전압보다 제어회로의 입력전압이 낮을 경우
- 주1) ZD의 제너전압은 Logic IC 회로의 최대 허용입력전압(V_{in})과 동일하게 부품을 선정하여 주십시오.
 - 주2) R_a 와 R_b 는 응용회로를 설계, 제작할 때 안정한 입력동작 신호레벨이 되도록 적절하게 조정해 주어야 합니다.
 - 주3) 엔코더와 제어회로와의 선로길이가 짧을 경우 R_a , D1을 제외하여도 무방합니다.

● 토렘 폴 출력형과 포토 커플러와의 접속 예

로터리 엔코더 출력에 아래의 회로와 같이 포토 커플러를 사용하면 전기적 절연을 취할 수 있습니다.

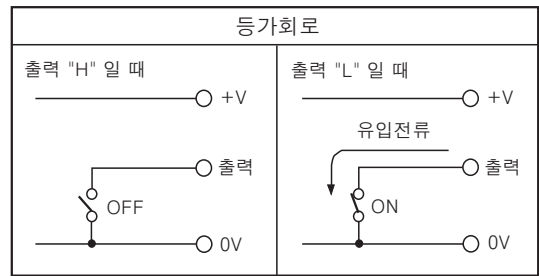
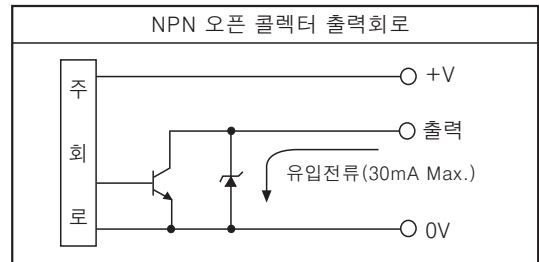


- 주1) 응용회로에 삽입되는 모든 부품은 포토 커플러와 가까운 곳에 접속하여 주십시오.
- 주2) 포토 커플러는 로터리 엔코더의 최대 응답주파수보다 응답속도가 빠른 것을 선정하여 주십시오.

◎ NPN 오픈 콜렉터 출력

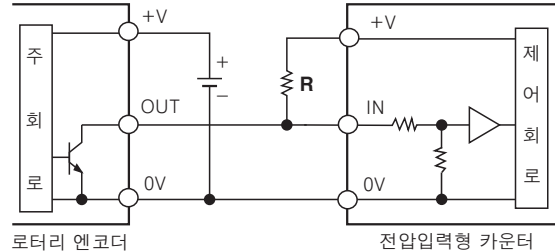
아래의 그림과 같이 출력회로에 NPN 트랜지스터를 사용하여 에미터는 0V 단자에 직접 연결하고 콜렉터를 출력단자로 사용할 수 있도록 +V와 콜렉터를 개방(Open)시켜 놓은 출력형태를 말합니다.

이것은 로터리 엔코더의 전원전압과 제어부의 전원전압이 일치하지 않을 때 적용이 용이한 출력방식입니다.



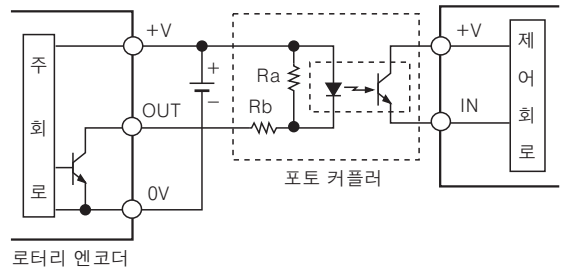
● NPN 오픈 콜렉터 출력형과 카운터와의 접속 예

신호입력 방식이 전압입력형인 카운터와 연결하여 사용할 경우에는 외부에서 +V와 출력(트랜지스터의 콜렉터) 사이에 Pull-up 저항(R)을 연결하여 주어야 합니다.



- 주) Pull-up 저항(R) 값은 카운터의 입력임피던스의 1/5 이하가 되도록 선정하여 주십시오.

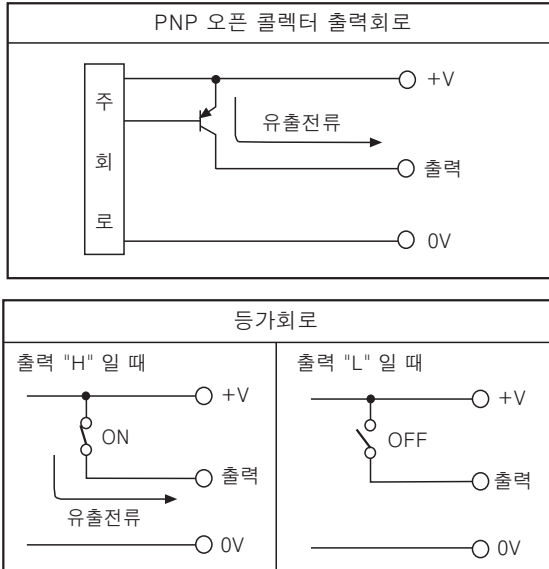
● NPN 오픈 콜렉터 출력형과 포토 커플러와의 접속 예



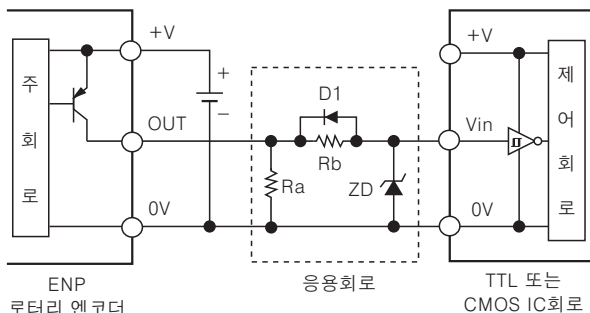
- 주1) R_a 의 값은 포토 커플러가 오동작하지 않는 범위 내에서 높은 저항값을 사용하여 주십시오.
- 주2) R_b 값은 로터리 엔코더의 정격 부하전류를 초과하지 않는 범위 내에서 포토 커플러가 안정되게 동작할 수 있는 값을 선정하여 주십시오.

◎PNP 오픈 콜렉터 출력(엡솔루트형에만 해당)

아래의 그림과 같이 출력회로에 PNP 트랜지스터를 사용하여 에미터는 전원전압(+V) 단자에 직접 연결하고, 콜렉터를 출력단자로 사용할 수 있도록 0V와 콜렉터 사이를 개방(Open)시켜 놓은 출력형태를 말합니다.

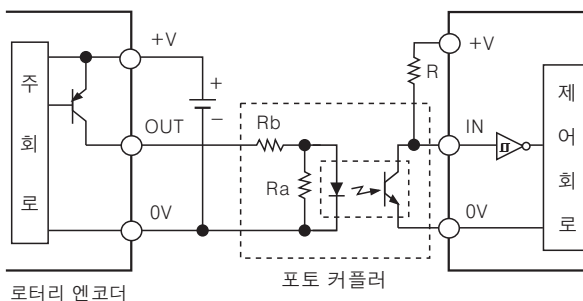


●PNP 오픈콜렉터 출력형과 외부 응용회로와의 접속 예



- 주1) Ra, Rb값은 로터리 엔코더의 정격 부하전류를 초과하지 않는 범위내에서 낮은 저항을 사용하여 주십시오.
- 주2) ZD의 제너 전압은 Logic IC회로의 최대 허용 입력전압 (Vin)과 동일하게 부품을 선정하여 주십시오.

●PNP 오픈콜렉터 출력형과 포토 커플러와의 접속 예



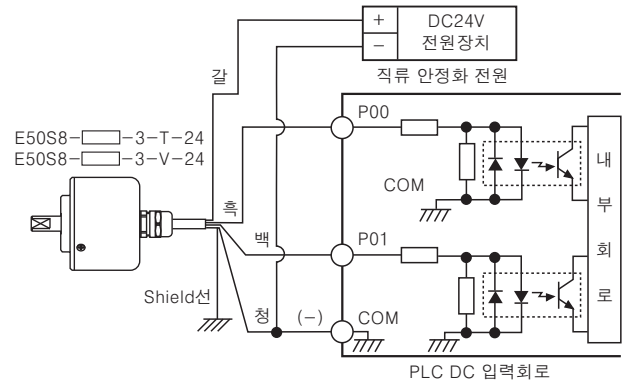
- 주) Ra, Rb값은 로터리 엔코더의 정격 부하전류를 초과하지 않는 범위내에서 낮은 저항을 사용하여 주십시오.

※PNP 오픈 콜렉터 출력방식은 엡솔루트형 로터리 엔코더에만 있습니다.

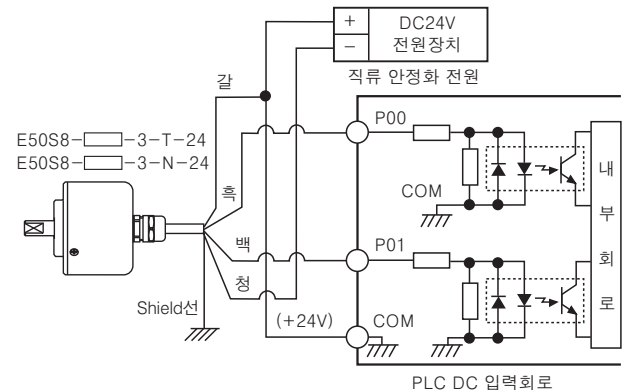
◎로터리 엔코더와 PLC와의 접속 예

PLC의 DC입력 모듈에 로터리 엔코더의 출력을 직접 연결하여 사용할 수 있으며, 이 경우 PLC의 Scan time에 주의하여 주십시오. 로터리 엔코더로부터 출력되는 펄스 폭이 Scan time보다 충분히 길게(10배 이상) 설계하여 주십시오.(rpm을 낮추거나 저 펄스용 로터리 엔코더 사용) 또한 PLC의 DC 전원은 안정화가 되어 있지 않으므로 가급적 로터리 엔코더의 공급전원은 안정화가 된 전원을 사용하여 주시기 바랍니다.

●COM 단자가 "0V" 일 경우

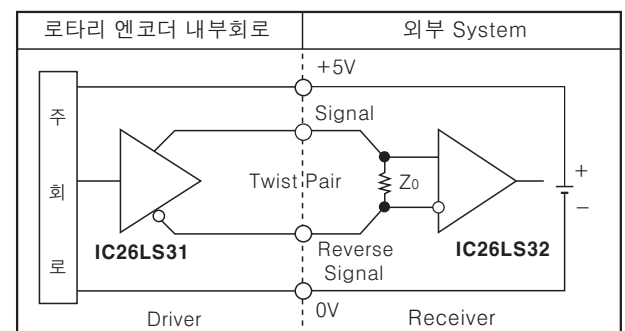


●COM 단자가 "+24V" 일 경우



◎Line Driver 출력

Line Driver 출력은 아래의 그림과 같이 출력회로에 Line Driver 전용 IC(26LS31)를 사용합니다. 이 전용 IC는 고속의 응답특성을 가지고 있어 장거리 전송에 적합하며, 노이즈에 강합니다. 그러나 수신측에는 RS422A에 상응하는 IC(26LS32)를 사용하여야 합니다. 또한, 배선길이를 연장할 경우에는 반드시 Twist Pair 선을 사용하여 주십시오. 출력선을 트위스트 하면 선로에서 발생하는 기전력이 서로 상쇄되어 노말 모드 노이즈 성분을 제거하는 특성을 얻게 됩니다. (수신측 종단저항(Zo): 200Ω 정도임.)



(A)	포토센서
(B)	광화이버 센서
(C)	도어센서/에리어센서
(D)	근접센서
(E)	압력센서
(F)	로터리 엔코더
(G)	커넥터/소켓
(H)	온도조절기
(I)	SSR/전력조절기
(J)	카운터
(K)	타이머
(L)	판넬메타
(M)	타코/스피드/펄스메타
(N)	디스플레이 유닛
(O)	센서 컨트롤러
(P)	스위칭파워 서플라이
(Q)	스테핑모터 & 드라이버 & 컨트롤러
(R)	그래픽패널/로직패널
(S)	필드 네트워크 기기
(T)	소프트웨어
(U)	기타

용어설명

●분해능(Resolution)

로터리 엔코더의 축이 1회전하는 동안 출력되는 펄스 수를 말합니다. 인크리멘탈 로터리 엔코더의 경우에는 엔코더의 내부에 있는 슬리트의 눈금 수로 표시하며, 애플루트 로터리 엔코더는 분할 수로 표시합니다.

●기동 토크(Starting Torque)

정지 상태의 회전축을 회전시키는데 필요한 최소한의 힘을 말하며 일반적으로 회전 중의 토크는 기동 토크 보다 작습니다.

●최대 응답 주파수(Maximum Response Frequency)

로터리 엔코더가 전기적으로 응답 가능한 1초당 최대 출력 펄스 수를 말하며, 조립기계 장치에 사용할 경우에는 취부하는 회전체의 최대 회전수로 결정됩니다.

$$\text{최대 응답 주파수} = \frac{\text{최대 회전수}}{60} \times \text{분해능}$$

(주) 최대 회전수는 최대 허용 회전수 이내에서 사용해 주시고, 정격의 최대 응답 주파수를 초과하지 않도록 분해능을 선정하여 주십시오.

●최대 허용 회전수(rpm) - 기계적인 사양

로터리 엔코더의 기계적인 최대 허용 회전수를 말하며, 최대 허용 회전수는 엔코더의 수명에 영향을 주므로 정격에 표시된 값 이하로 사용하여 주십시오.

●최대 응답 회전수(rpm) - 전기적인 사양

로터리 엔코더가 정상적으로 전기적인 신호를 출력하기 위한 최대 회전수를 말하며, 이는 통상 엔코더의 최대 응답 주파수와 분해능에 의해 결정됩니다.

$$\text{최대 응답 회전수(rpm)} = \frac{\text{최대 응답 주파수}}{\text{분해능}} \times 60$$

단, 최대 응답 회전수는 최대 허용 회전수 이내가 되도록 분해능을 선정하여 주십시오.

●CW(Clock Wise)

엔코더의 축에서 보아 시계방향으로 회전하는 것을 말합니다.(당사의 표준사양으로 A상이 B상보다 90° 앞섬)

●CCW(Count Clock Wise)

엔코더의 축에서 보아 반시계 방향으로 회전하는 것을 말합니다. (당사의 표준사양으로 B상이 A상보다 90° 앞섬)

●A, B상(A, B Phase)

A상과 B상 출력신호의 위상차가 90°로 이루어진 Digital 신호로 회전방향(정·역회전)을 판별하기 위한 신호입니다.

●Z상(Z Phase)

1회전에 1개씩 출력되는 신호로 원점신호라 합니다.

●BCD Code(Binary-Coded Decimal code)

10진수 1자리를 2진수 4자리(4bit)로 표시하는 2진화 10진법(Binary-Coded Decimal : BCD)을 사용합니다. 이 표기법은 10진수 1자리에 8-4-2-1이라는 가중치를 붙여 가중치와 계수를 곱한 값의 합이 10진수와 같아지기 때문에 다루기 쉬운 시스템의 Controller 및 Counter 회로에 주로 사용됩니다.

예) 10진수 23을 2진화 10진법으로 표시하면

$$23 = \begin{array}{c} 2 \\ \overbrace{0010} \\ \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \\ 8 \ 4 \ 2 \ 1 \end{array} \begin{array}{c} 3 \\ \overbrace{0011} \\ \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \\ 8 \ 4 \ 2 \ 1 \end{array} \text{ 이 됩니다.}$$

십 단위 단 단위 ← 가중치

●Binary Code(2진 코드)

디지털 신호처리에 있어서 가장 기본적인 코드로써 0과 1의 조합만으로 문자나 수치를 표현하는 코드입니다.

예) 10진수 27을 2진수로 변환하면 11011이 됩니다.

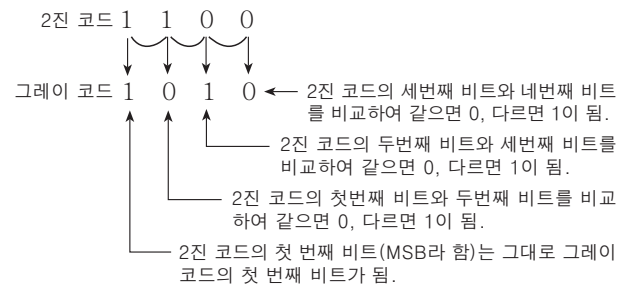
$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 27} \\ 2 \overline{) 13} \quad \text{--} 1 \\ 2 \overline{) 6} \quad \text{--} 1 \\ 2 \overline{) 3} \quad \text{--} 0 \\ \quad 1 \quad \text{--} 1 \end{array}$$

화살표 순으로 적으면 됩니다.

●Gray Code

그레이 코드는 2진(Binary)코드의 결점을 보완하기 위해 만들어진 코드로 데이터 변화시 1개의 비트(Bit)만 변화하도록 코드화 하여 오류(Error)발생을 최소화 한 코드입니다.

예) 10진수 12는 2진 코드 값이 1100이며, 이를 그레이 코드로 변환하게 되면 1010 이 됩니다.



〈 애플루트 출력코드표 〉

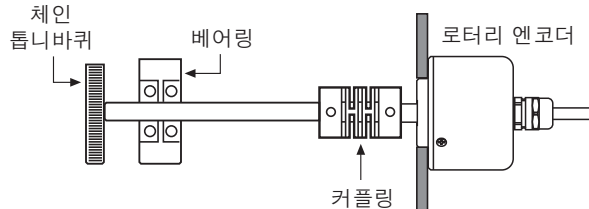
10진	그레이(Gray) 코드	2진(Binary) 코드	BCD 코드	
			×10	×1
	2 ⁴ 2 ³ 2 ² 2 ¹ 2 ⁰	2 ⁴ 2 ³ 2 ² 2 ¹ 2 ⁰	2 ³ 2 ² 2 ¹ 2 ⁰	2 ³ 2 ² 2 ¹ 2 ⁰
0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
1	0 0 0 0 1	0 0 0 0 1	0 0 0 0	0 0 0 1
2	0 0 0 1 1	0 0 0 1 0	0 0 0 0	0 0 1 0
3	0 0 0 1 0	0 0 0 1 1	0 0 0 0	0 0 1 1
4	0 0 1 1 0	0 0 1 0 0	0 0 0 0	0 1 0 0
5	0 0 1 1 1	0 0 1 0 1	0 0 0 0	0 1 0 1
6	0 0 1 0 1	0 0 1 1 0	0 0 0 0	0 1 1 0
7	0 0 1 0 0	0 0 1 1 1	0 0 0 0	0 1 1 1
8	0 1 1 0 0	0 1 0 0 0	0 0 0 0	1 0 0 0
9	0 1 1 0 1	0 1 0 0 1	0 0 0 0	1 0 0 1
10	0 1 1 1 1	0 1 0 1 0	0 0 0 1	0 0 0 0
11	0 1 1 1 0	0 1 0 1 1	0 0 0 1	0 0 0 1
12	0 1 0 1 0	0 1 1 0 0	0 0 0 1	0 0 1 0
13	0 1 0 1 1	0 1 1 0 1	0 0 0 1	0 0 1 1
14	0 1 0 0 1	0 1 1 1 0	0 0 0 1	0 1 0 0
15	0 1 0 0 0	0 1 1 1 1	0 0 0 1	0 1 0 1
16	1 1 0 0 0	1 0 0 0 0	0 0 0 1	0 1 1 0
17	1 1 0 0 1	1 0 0 0 1	0 0 0 1	0 1 1 1
18	1 1 0 1 1	1 0 0 1 0	0 0 0 1	1 0 0 0
19	1 1 0 1 0	1 0 0 1 1	0 0 0 1	1 0 0 1
20	1 1 1 1 0	1 0 1 0 0	0 0 1 0	0 0 0 0
21	1 1 1 1 1	1 0 1 0 1	0 0 1 0	0 0 0 1
22	1 1 1 0 1	1 0 1 1 0	0 0 1 0	0 0 1 0
23	1 1 1 0 0	1 0 1 1 1	0 0 1 0	0 0 1 1
24	1 0 1 0 0	1 1 0 0 0	0 0 1 0	0 1 0 0
25	1 0 1 0 1	1 1 0 0 1	0 0 1 0	0 1 0 1

■바르게 사용하기

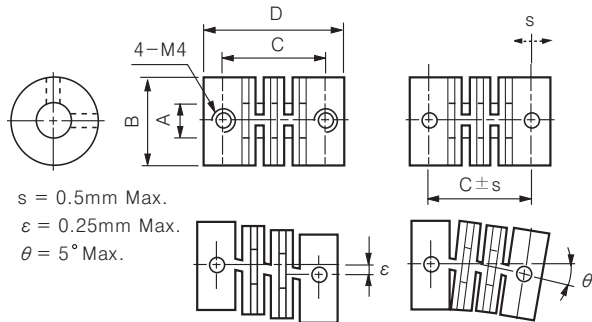
◎취부 및 취급시 주의사항

로터리 엔코더는 정밀부품으로 되어 있으므로 떨어뜨리거나 무리한 충격을 가하면 내부 슬리트가 파손될 수 있으니 취부 및 취급시 주의하여 주십시오.

- 체인, 타이밍 벨트 및 톱니바퀴와 결합하는 경우에는 커플링을 사용하여 로터리 엔코더의 축에 무리한 힘이 직접 가해지지 않도록 주의하여 주십시오.



- 커플링의 결합시 회전축간에 결합오차(편심, 편각)가 크면 커플링 및 엔코더의 수명이 단축될 수 있으므로 특히 주의하여 주십시오.



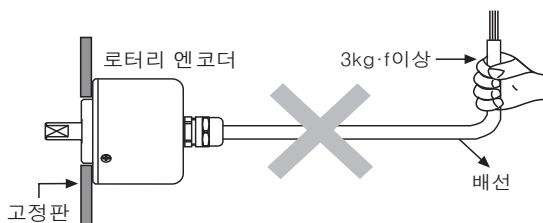
(단위:mm)

분류	항목	A	B	C	D
φ 4mm 커플링		φ 4	φ 13	15.6	21
φ 6mm 커플링		φ 6	φ 15	16.4	22
φ 8mm 커플링		φ 8	φ 19	18.2	25
φ 10mm 커플링		φ 10	φ 22	18.2	25

- 회전축에 과도한 하중을 가하지 말아 주십시오.

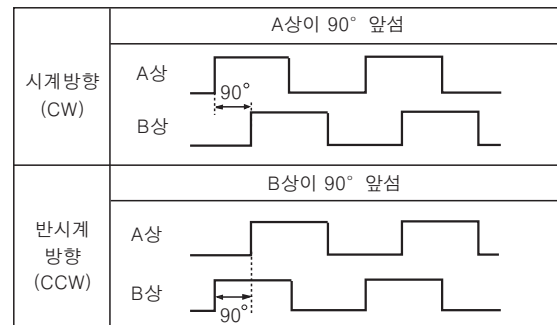


- 로터리 엔코더의 배선에 3kg·f 이상의 인장력이 가해지지 않도록 주의하여 주십시오.



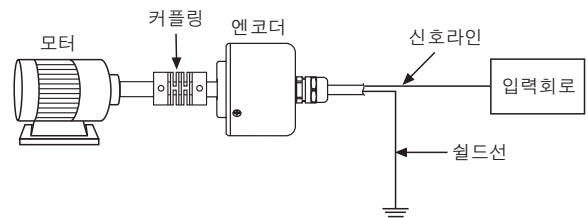
- 엔코더 본체에는 물이나 기름이 닿지 않도록 주의하여 주십시오. 오동작의 원인이 될 수 있습니다.

- 중공축형 또는 Built-in형 엔코더를 회전체와 결합 시 망치 등으로 충격을 가하지 마십시오. 특히 고펠스엔코더는 슬리트가 유리로 제작되어 있어 충격에 깨어질 수 있으므로 취부시 주의가 요구됩니다.
- 엔코더는 회전방향에 따라 출력되는 펄스의 위상이 달라 집니다. 엔코더의 축에서 보아서 시계방향일 때를 정회전 (CW : Clock Wise), 반시계 방향일 때를 역회전 (CCW : Counter Clock Wise)이라 합니다. 정회전일 때 A상이 B상 보다 90° 앞서 출력됩니다.



◎배선 접속시 주의점

- 로터리 엔코더의 케이블 쉘드선은 케이스와 직접 연결되어 있으므로, 외부 노이즈 등으로 인한 오동작을 예방하기 위해서는 엔코더 케이스의 금속 부위를 반드시 접지 (F.G)시켜 주십시오. 또한 엔코더 케이블의 쉘드선은 Open시켜 두지 마시고 반드시 접지(F.G)시켜 주십시오.



- 배선작업은 반드시 전원이 OFF 된 상태에서 행하여 주시고, 엔코더의 배선을 동력선 등과 동일배관으로 처리할 경우에는 오동작 혹은 내부회로 파손의 원인이 되므로 엔코더의 배선은 별도로 배관처리를 해 주십시오.
- 배선의 길이는 되도록 짧게하여 사용하는 것이 좋으며, 부득이 배선을 연장할 경우에는 그 길이의 늘어남에 따라 파형의 상승과 하강시간이 길어지게 되어 원하는 출력파형을 얻을 수 없으므로, 이때는 슈미트 트리거 회로 등으로 파형을 정형한 후 사용하여 주십시오.

◎진동에 대하여

- 로터리 엔코더에 진동이 가해지면 펄스를 잘못 발생하는 원인이 되므로 진동이 발생하는 곳의 설치를 피해 주십시오.
- 1회전당 펄스 발생 수가 많을 수록 회전 슬리트의 분해능의 간격이 좁게 되어 있어 회전시나 정지 중에 전달되는 진동이 회전축이나 로터리 엔코더의 본체에 전달되면 이상 펄스를 발생할 수 있으므로 사용시 주의하십시오.

(A) 포토센서

(B) 광화이버 센서

(C) 도어센서/에리어센서

(D) 근접센서

(E) 압력센서

(F) 로터리 엔코더

(G) 커넥터/소켓

(H) 온도조절기

(I) SSR/전력조절기

(J) 카운터

(K) 타이머

(L) 판넬메타

(M) 타코/스피드/펄스메타

(N) 디스플레이 유닛

(O) 센서 컨트롤러

(P) 스위칭파워 서플라이

(Q) 스테핑모터 & 드라이버 & 컨트롤러

(R) 그래픽패널/로직패널

(S) 펄드 네트워크 기기

(T) 소프트웨어

(U) 기타