

모터와 조립성을 고려한 Component형 17bit급 엔코더 개발

Development of Rotary Sensor Mechanism have more than 17 bit resolution Considering with Easy Assembly at the Motor System

*박인규¹, 이재열¹, 이가은¹, 이상훈²

*In-Gyu Park(igpark@kiro.re.kr)¹, Jea-Youl LEE¹, Ga-Eun LEE¹, Sang-Hoon LEE²

¹한국로봇융합연구원(KIRO), ²RS Automation

Key words : Rotational Sensor, Modular Type, Component Type, Air Gap, Bearing

1. 서론

지능형 로봇, 산업용 로봇 등 다양한 회전각 센싱 분야에 고신뢰성과 고정밀도를 가지고 활용중인 광학식 엔코더에는 이것의 설치 및 부착 방법에 따라 Fig 1에 나타낸 것처럼, 크게 두 가지 형, 즉 모듈러 형(modular type)과 컴포넌트 형(component type) 으로 크게 구분된다.

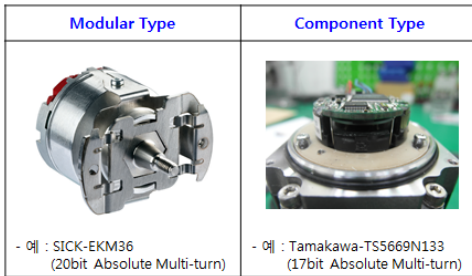
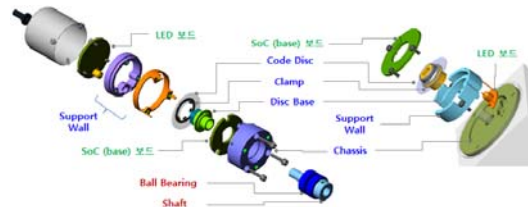


Fig. 1 Modular and Component Types of Rotary Sensor Mechanism

모듈러 형 엔코더는 독자적으로 외부 회전 입력에 대해 회전을 하면서 회전각 센서 신호를 외부에 전달(stand-alone 형) 할 수 있는 구조이며, 컴포넌트 형은 엔코더 자체만으로는 회전을 통하여 데이터를 전달할 수 없으며, 모터 출력축에 결합되어 모터의 회전에 의해 생성된 회전각을 전달하는 구조적 특징을 가진다.

본 논문에서는 구조가 상대적으로 복잡하지만, 모터에 쉽게 장착하여 정밀한 회전각 측정이 가능한 모듈러 형 엔코더의 특징을 갖는 컴포넌트 형 엔코더 메커니즘을 제안하고, 이 제안의 정량적 해석과 실제 제작을 통해 적용성을 알아본다.

2. 구조설계 및 최적화



(a) Modular Type (b) Component Type

Fig. 2 General Schematic Design for Modular and Component Type Rotary Sensor

Fig 2는 각 엔코더 형의 일반적인 내부 구조를 나타낸다. 컴포넌트 형 엔코더의 경우 정밀한 수광용 IC가 놓이는 Base 보드가 모터로부터 전달되는 진동 및 충격력과 열(heat)로부터 보호를 하기 위해 엔코더의 끝단에 놓고, LED 보드는 구조를 최소화하여 모터와 인접한 곳에 설치한 것이 특징이다. 그리고 shaft와 지지 Bearing을 가지고 있지 않은 단순한 구조이다. 또한, Disc Base가 모터 축에 직접 조립 되므로, Code Disc의 동심도 조절이 상대적으로 편리하다. 이러한 특징들로 인해 컴포넌트 형 엔코더는 구조가 간단하고, 제작이 용이하고, 저가로 제작할 수 있어 산업체에 널리 사용된다.

그러나 수광소자와 Code Disc 간 간격인 Air Gap을 조절하기 위해 틱새 게이지 등을 활용하는 부가 작업이 필요하고, 모터의 진동 및 온도 특성으로 인해 정밀한 회전각 센싱에 다소 어려움이 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해소하기 위해, Fig 3과 같은 모터 축 내 일괄 장·탈착이 가능한 컴포넌트 형 엔코더 메커니즘을 제안한다. 본 메커니즘의 특징은 Disc Base와 Chassis 사이에 베어링을 삽입하여, 엔코더 독단으로 Chassis를 중심으로 요소부품조립, Code Disc의 동심도 조절, 그리고 Code Disc와 수광소자 간 Air Gap을 정밀하게 조절 가능하게 한다.

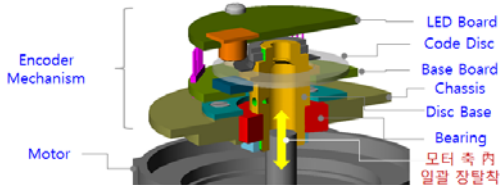


Fig. 3 The Proposed Component Type Encoder which is possible to Batch Processing into a Motor Shaft

제안된 엔코더의 설계 검증을 위해 구조진동시 플레이션을 수행한다. 그 결과인 모드 형상과 모달 값을 Table 1에 나타내었다. 1차 모드 형상이 베어링을 중심으로 상하 운동을 하며, 7,876Hz에서 나타난다. 이것은 엔코더의 작동 범위인 2,000Hz 이상에서 공진하므로 엔코더는 안전하게 설계되었음을 알 수 있다.

Table 1 Mode shapes and Modal Values for the Component Type Encoder Mechanism

구분	1 st mode	2 nd mode	3 rd mode
Mode Shape			
Modal Values	7876 Hz	9089 Hz	9149 Hz

또한, 동적효과를 파악하기 위해 주파수 응답 (Frequency Response) 해석을 수행한다. 입력조건은 엔코더의 작동 영역인 10~2,000 Hz 범위에서 Sweep 입력을 가진다. 그 결과 엔코더 구조물에 작용하는 Stress는 Fig 4와 같이 나타난다.

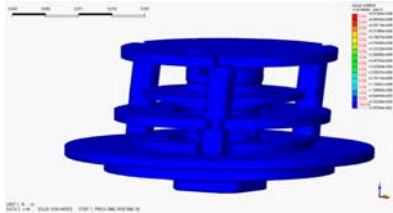


Fig. 4 Characteristics of Stress for the Encoder system during Frequency Analysis

그 결과, Z-방향으로 7.4e+06 N/m²의 최대하중이 작용함을 알 수 있다. 이것은 Support 기둥을 SUS로 제작 할 경우, 안전율이 27이 되므로 충분히 동적인 상태에서도 안전함을 입증할 수 있다.

3. 제작 조립 시험

본 설계 및 해석을 기반으로 제작한 시제품을 Fig 5에 나타낸다. 총 11개 부품으로 구성된다.

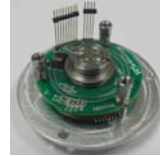


Fig. 5 Manufactured Proposed Component Type Encoder Mechanism

본 가공 제작품의 조립 정도를 측정한 결과는 Table 2와 같이 17bit급 성능을 내기 위한 조립 정도를 모두 만족함을 알 수 있다.

Table 2 Results of Assembly Test for Shaft and Disc

구분	요구 오차 값 (mm)	측정 오차 값 (mm)	결과
Disc Base	축방향	±0.02	±0.001 Pass
	반경 방향	±0.02	±0.0065 Pass
Disc 끝단 (반경방향)	±0.02	±0.0025	Pass

4. 결론

컴포넌트 형 엔코더의 장점이자 단점인 조립시, 정밀 조립지그없이 Air Gap 게이지만을 이용하여 조립을 하므로 인해 엔코더의 성능 저하를 개선하기 위해 모터 축 내 일괄 장착 가능한 컴포넌트형 엔코더 메커니즘을 제안 하였으며, 구조진동과 주파수 응답시험을 통해 안전함을 확인 후, 제작을 통해 조립 정도를 요구수준이하로 맞추어, 17bit 이상의 성능을 낼 수 있는 구조임을 검증하였다.

차후에는 성능평가시스템을 통해 성능과 환경 시험을 진행하고자 한다.

참고문헌

1. 박인규, 서진호, 이상훈, "로봇 액추에이터용 회전 센서의 기구적 신뢰성 해석," ICROS Conf. 2012, pp161-163, 2012.
2. 박인규, 이재열, 이주환, 서진호, 이상훈, "내진동 및 내충격 하중 조건을 고려한 회전 센서 메커니즘 개발," 한국정밀공학회 2012년도 춘계학술대회논문집, pp208-209, 2012.
3. Arthur G.Erdman 외 3, "Mechansim Design, Analysis and Synthesis," Vol. 1, 4th Edition, 2001.