

# 17bit급 이상 정밀도를 갖는 회전 센서의 정밀 조립 JIG 개발 Development of Precision Assembly JIG Mechanism for Rotational Sensor have more than 17 bit resolution

\*박인규<sup>1</sup>, 이재열<sup>1</sup>, 이주환<sup>1</sup>, 이상훈<sup>2</sup>

\*In-Gyu Park(igpark@kiro.re.kr)<sup>1</sup>, Jea-Yeal LEE<sup>1</sup>, Ju-Hwan LEE<sup>1</sup>, Sang-Hoon LEE<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>한국로봇융합연구원(KIRO), <sup>2</sup>RS Automation

Key words : Rotational Sensor, Assembly Mechanism, Air Gap, Disc, Photo IC

## 1. 서론

지능형 로봇에 활용 가능한 소형, 고정밀급의 회전 센서 모델을 Fig. 1과 같이 도출하였다.

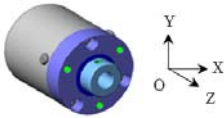


Fig. 1 Designed Rotational Sensor Mechanism

설계 및 제작된 회전 센서의 정밀한 조립을 위해, 설계도의 분석과 기존의 연구개발자들의 의견, 특허분석 등을 통해 Table 1과 같은 조립지그의 대표적인 요구기능 및 사양을 얻을 수 있었다.

Table 1 Requirements for Precision Assemble of Rotational Sensor

요구기능	요구사항																
Air Gap 조절	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chassis 와 Shaft 간 상대운동가능</li> <li>플 베어링의 미끄럼하중 극복</li> <li>Air Gap 관측 가능한 카메라</li> <li>최소 조정 단위 0.002 mm로 조정 가능 (요구 사양(0.02)의 1/10)</li> </ul>																
수광소자 정렬	<ul style="list-style-type: none"> <li>수광소자 조립시 오차</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>요 인</th> <th>SMD 장비</th> <th>수광소자 조립</th> <th>조합최대 오차</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X-축 (mm)</td> <td>±0.05</td> <td>±0.1</td> <td>±0.512</td> </tr> <tr> <td>Y-축 (mm)</td> <td>±0.05</td> <td>±0.1</td> <td>±0.512</td> </tr> <tr> <td>θ (deg)</td> <td>±0.132</td> <td>±0.551</td> <td>±0.683</td> </tr> </tbody> </table>	요 인	SMD 장비	수광소자 조립	조합최대 오차	X-축 (mm)	±0.05	±0.1	±0.512	Y-축 (mm)	±0.05	±0.1	±0.512	θ (deg)	±0.132	±0.551	±0.683
요 인	SMD 장비	수광소자 조립	조합최대 오차														
X-축 (mm)	±0.05	±0.1	±0.512														
Y-축 (mm)	±0.05	±0.1	±0.512														
θ (deg)	±0.132	±0.551	±0.683														
Disc 정렬	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disc를 원하는 속도로 회전 시킬 수 있을 것</li> <li>Disc 편심량 조절 : Max ±0.005 mm</li> </ul>																
고속 운행시 조합상태검사	<ul style="list-style-type: none"> <li>100 RPM 이상 회전 시</li> </ul>																
Bonding 가능	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bond 결함제의 자동 분당 가능</li> </ul>																

## 2. 조립 JIG 구성도

요구기능 및 사양을 만족하는 시스템을 구현하기 위해 본 연구에서는 Fig. 2와 같은 정밀조립지그

를 제안한다.

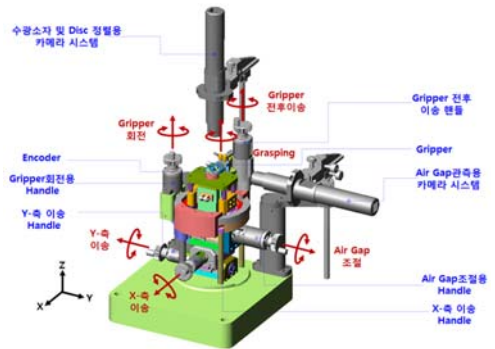


Fig. 2 Proposed Precision Assembly JIG Mechanism for Rotational Sensor

제안한 메커니즘은 X,Y-축 이송용, Air Gap 조절용, Gripper 회전용, Gripper 전후 이송용, Grasping 핸들을 포함하여 6개의 수동 핸들로 구성되며, 핸들에 고비율 감속기(1:86)를 적용하여 핸들 한 바퀴당 최대0.01mm를 제어할 수 있어, 정밀조립이 가능하다. 또한, 300배 이상 수광소자와 Disc를 확대하여 요구사항을 충족시킬 수 있도록 조립가능하다.

Table 2 Summary of Specification for Proposed JIG Mechanism

구 분	특징 및 사양	
조립 정도	Air Gap	• ±0.002 mm 이하
	Code Disc	• ± 0.005 mm (편차) 이하
	수광소자와 Code Disc 간 정렬	• ± 0.002 mm 이하 • ± 0.02° 이하
자유도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 DOF</li> <li>- 6 개의 Handle로 수동조작</li> </ul>	
센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 200~300 배 흑백 CCD 카메라</li> <li>- 수광소자 및 Disc 정렬용</li> <li>- Air Gap 관측용</li> </ul>	

### 3. 주요 기능

요구되는 Air Gap F를 구현하기 위해, Fig. 3과 같은 메커니즘을 구성한다. 3개의 고정구(Fixture A, B, C)를 가지고 있으며, Air Gap용 핸들을 수동으로 조작하면, LM Guide 내에 위치한 삼각형 구성의 Pushing Link를 좁혀(넓혀) 고정구 B를 밀어 올리(내리)게 된다. 이때, Air Gap F는 벌어(좁아)지게 된다.

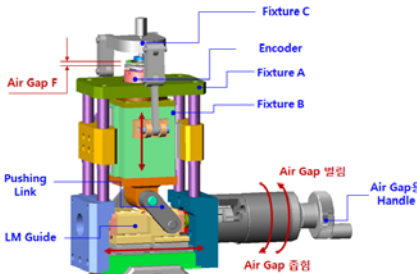


Fig. 3 Air Gap Control Mechanism

수광소자의 정렬을 위해서는 JIG는 X, Y축 이동 뿐만 아니라, 회전방향으로 운동이 가능해야 한다. 이를 위해, 본 논문에서는 엔코더 회전 중심을 기점으로 회전운동이 가능한 2지 Gripper 메커니즘을 Fig. 4와 같이 제안한다. Gripper가 수광소자가 결합된 Base 기판을 두 손가락을 활용하여 집을 후, 필요에 따라 X,Y축 평면운동 및 회전운동을 시켜 수광소자를 정렬시킨다.

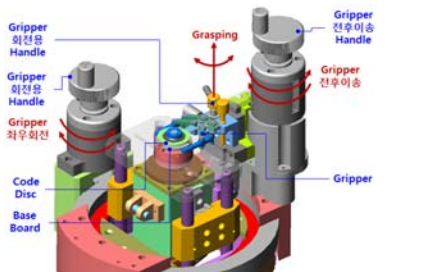


Fig. 4 Gripper Mechanism for Align of Photo IC with 3 Dimension motions (Translational motions(X,Y), and Rotational Motion)

Disc 정렬을 정밀하게 하기 위해, 본 논문에서는 Gripper 앞단에 Code Disc Touch Tooth를 설치하여 회전하는 Disc의 편심량을  $\pm 0.005\text{mm}$  이하로 조절할 수 있도록 반영하였다.

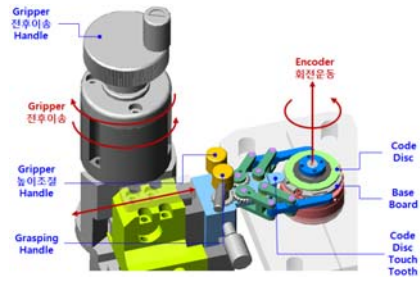


Fig. 5 Code Disc Touch Tooth for Code Disc onto The Gripper Tip

정적인 상태에서 조립을 완료 후, 고속 회전운동을 반영하여 조립상태를 체크할 수 있도록 레이저 변위측정기를 반영하여 12,000 rpm 이상의 회전에서 디스크의 진동특성을 관측하여 조립상태에 대한 평가를 내리도록 한다.

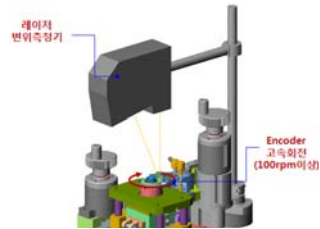


Fig. 6 Results of Assembly Test of Rotational Sensor after Environmental Test

### 4. 결론

정밀한 회전 센서 설계, 제작 및 Disc 와 수광소자의 정렬조립 시험, 전문가의 지도에 따라 조립 지그의 주요 기능 및 사양을 도출할 수 있었으며, 이를 구현하기 위한 정밀한 메커니즘을 설계하고 제작을 수행하였으며, 기초 실험을 수행할 수 있었다. 차후에는 자동 본딩기능을 부여하고, 또한 현재 수동으로 작업하는 구조를 자동으로 조립할 수 있도록 서보제어를 반영, 로봇화하여 정밀하고 빠른 조립작업을 수행하도록 할 계획이다.

### 참고문헌

1. 박인규, 서진호, 이상훈, "로봇 액추에이터용 회전 센서의 기구적 신뢰성 해석," ICROS Conf. 2012, pp161-163, 2012.
2. Arthur G.Erdman 외 3, "Mechanism Design, Analysis and Synthesis," Vol. 1, 4th Edition, 2001.