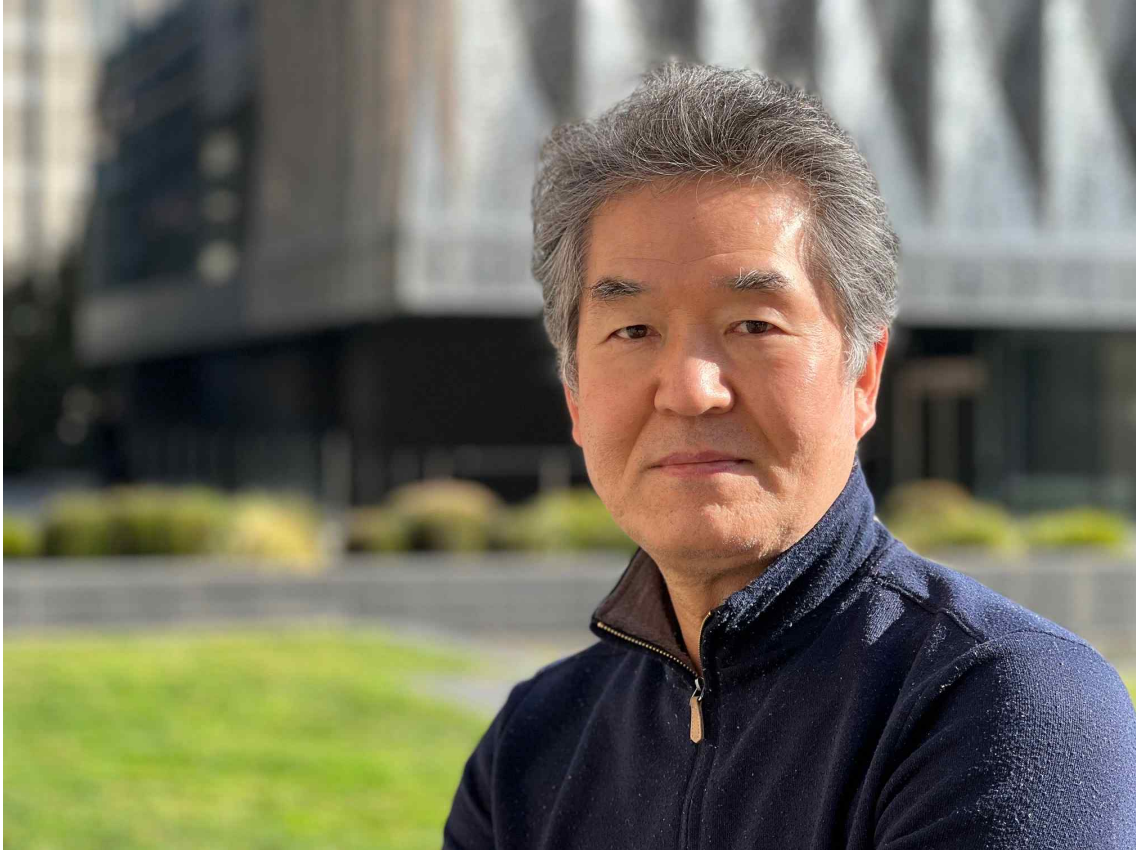


# 기존보다 최소 3배 이상 해상도의 양자 링 레이저 자이로 이론 개발

- 결맞음 드브로이파(CBW)에 기초한 파동 양자 센싱을 링 레이저 자이로스코프에 적용



▲ 전기전자컴퓨터공학부 함병승 교수

로봇, 드론, 유도무기, 잠수함 등에 필수적인 관성항행은 물론, 측지학(geodesy), 지진계 등에 필수적인 링 레이저 자이로스코프의 해상도를 획기적으로 개선할 수 있는 원리와 구조에 대한 이론이 나왔다.

\* 링 레이저 자이로스코프: 광공진기 안에 레이저매질을 배치하여 독립적인 두 개의 양방향 주파수모드가 결합되어 사낙효과에 의한 주파수 차를 생성하고 이를 측정하여 해당물체의 각속도를 측정하는 현존하는 최고의 위상해상도를 갖는 각가속 광학센서.

지스트(광주과학기술원, 총장 김기선) 전기전자컴퓨터공학부 함병승 교수는 파동 양자과학의 결과인 '결맞음 드브로이파(CBW)'를 기존의 링 레이저 자이로스코프에 적용한 양자 링 레이저 자이로스코프 이론을 발표했다.

함병승 교수는 기존 링 레이저 자이로스코프가 가진 해상도를 최소 3배 이상 초과하는 '양자 링 레이저 자이로스코프'의 원리와 구조를 최초로 제안했다.

자이로스코프(gyroscope)는 물체의 회전을 측정하는 도구로 처음 개발되어 핸드폰, 유도무기, 드론, 항공기, 잠수함, 우주선 등에 광범위하게 사용되고 있다. 최근에는 미세전자기계시스템(MEMS) 기술을 적용해 초소형 전자부품으로도 생산된다.

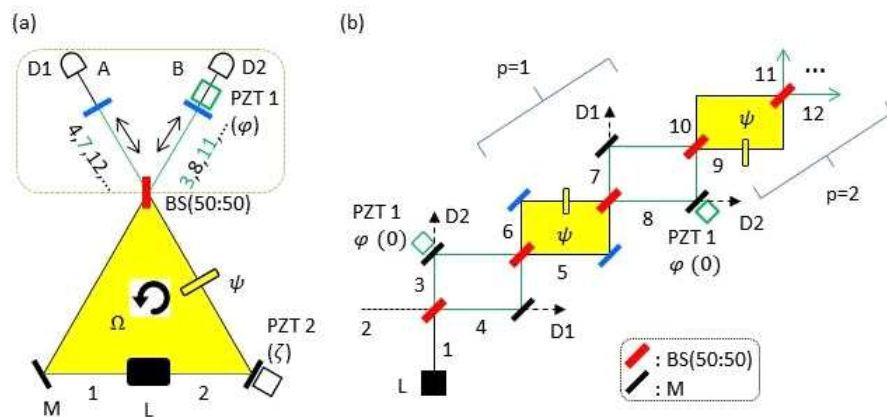
고해상도를 위해서는 링 레이저 자이로스코프로 이행되어야 하는데, 미세전자기계 시스템이나 광섬유자이로스코프와는 달리 크기가 핵심 난제이다.

현존하는 가장 좋은 자이로센서는 빛이 간섭계에서 갈라지는 중 간섭계가 회전하면서 갈라진 빛 사이 위상차가 생기는 사냐(Sagnac) 기반의 링 레이저 자이로스코프이며, 수십 미터 길이를 갖는 정방형 광공진기 구조로 지구자전을 1000만분의 1 이하의 정밀도로 회전을 측정할 수 있다.

그러나 이러한 높은 해상도에도 불구하고 링 레이저 자이로스코프는 그 크기가 수 미터에서 수십 미터의 정방형 구조로 커서 **드론, 유도무기, 자율차량 등에 적용할 수 없는 한계**가 있다.

함병승 교수가 제안한 양자 링 레이저 자이로스코프는 기존 링 레이저자이로스코프와 동일한 광학공진기 구조를 갖되, 중첩 마하젠더 간섭계에 기초한 **'결맞음 드브로이파(CBW)'의 적용을 위해 빛가르개가 추가되는 것이 특징**이다. 이는 간섭계에 있어 위상 양자화된 무한급수 기저상태 생성 적용이 '결맞음 드브로이파(CBW)'양자센싱의 핵심이다. CBW 양자센싱은 기존 고차 얽힘 광자쌍에 기초한 양자센싱 기술과는 달리 레이저 빛을 그대로 적용하기에 기존 기술에 사실상 그대로 적용할 수 있다.

\* **결맞음 드브로이파(CBW) 양자센서**: 고차 얽힘광자쌍에 기초한 기존 양자센싱 원리와는 달리 간섭계 쌍의 양자 중첩에 기초하여 위상기저 양자화를 이용하는 양자 센싱으로 2020년 함병승 교수가 최초로 제안하였다.



▲ (a) 양자링레이저자이로스코프 구조. (b) 펼친구조로 CBW의 무한급수

함병승 교수는 "양자센서 적용이 사실상 불가능했던 **양자센서에 양자역학의 파동성에 기초한 CBW 양자센서를 기존 광공진기 구조에 적용하여 양자 링 레이저 자이로스코프의 기본개념과 구조를 제안했다**"며, "사냐 간섭계는 연속된 마하젠더 간섭계의 위상중첩이 서로 반대방향으로 작동해야 하는 CBW의 기본원리를 자동적으로 만족해 **링 레이저 자이로스코프 구조에 손쉽게 적용할 수 있었다**"고 설명했다.

이번 연구는 지스트 GRI/GTI 연구개발사업 및 과학기술정보통신부 ITRC 양자인터넷 사업의 지원을 받아 수행되었으며, 국제학술지 '센서스(Sensors)'에 2022년 11월 10일 온라인 게재됐다.

## 논문 주요 정보

### 1. 논문명, 저자 정보

- 논문명 : A quantum ring laser gyroscope based on coherence de Broglie waves
- 저널명 : Sensors
- 저자 정보 : 함병승 (Ham, Byoung S.)