광학 원자시계 기술, 연구실 넘어 소비자 기기로 도약 가능성

(2026.11.19., 양자정보연구지원센터)

□ 광학 원자시계 기술, 연구실 넘어 소비자용 기기로 도약할 가능성

○ 광학 주파수 빗(Optical Frequency Comb) 기술의 초소형화 가능성 확보

- 뉴질랜드 오클랜드대학교(University of Auckland)와 미국 메릴랜드대학교 및 미국 국립표준기술연구소(NIST) 공동 연구진은 광학 원자시계와 양자컴퓨팅 등에 활용되는 광학 주파수 빗 기술을 칩 수준으로 소형화할 수 있는 새로운 접근법을 제시함.

- 기존 광학 주파수 빗은 크기와 비용 문제로 주로 실험실에서 활용됐으나, 이번 연구는 기술의 크기·무게·전력 소비·비용을 줄여 상용화 및 대량생산 가능성을 높이는 데 목적이 있음.

○ 기존 광학 주파수 빗 설계의 한계 극복

- 기존 방식은 하나의 레이저에서 출발한 빛을 넓은 주파수 영역으로 확장하는 구조로, 소형화된 시스템에서 주파수 제어와 안정화가 복잡하다는 한계가 있었음.

- 새로운 방식은 서로 떨어진 두 주파수의 레이저를 시작점으로 활용하고, 그 사이의 주파수 성분을 형성함으로써 기존 구조의 성능 및 제어상 문제를 개선할 가능성을 제시함.

○ 광학 주파수 빗의 핵심 기능 구현

- 연구진은 칩 기반 시스템을 이용해 정밀한 광학 주파수 생성, 저잡음 밀리미터파 신호 생성, 집적형 광학시계 판독 등 광학 주파수 빗의 세 가지 핵심 기능을 시연함.

- 이를 통해 새로운 구조가 단순한 물리적 원리 검증을 넘어 정밀 계측과 시간 측정 등 실제 응용 기술로 확장될 수 있음을 보여줌.

○ **광학 원자시계 및 차세대 정밀 계측 분야 활용 전망**

- 광학 주파수 빗은 빛의 주파수를 정밀하게 측정하는 기술로, 광학 원자시계와 시간·거리 측정, 화학 신호 분석 등 다양한 분야에서 활용됨.
- 초소형 광학 주파수 빗이 구현되면 휴대형 원자시계를 통해 GPS 위성 신호에 의존하지 않는 항법 시스템을 개발하거나, 지하 광물 매장량의 변화를 정밀하게 탐지하는 기술 등에 활용할 수 있을 것으로 기대됨.

○ **통신·정밀 센서 및 소비자용 기기로의 확장 가능성**

- 소형화된 광학 주파수 빗은 통신 네트워크의 신호 동기화, 주변 환경의 미세한 변화를 감지하는 고정밀 센서, 차세대 항법 시스템 등에 활용될 가능성이 있음.
- 기술의 크기와 전력 소비, 제작 비용을 줄이면 기존 실험실 중심의 정밀 계측 기술을 산업 현장과 휴대용 장비, 소비자용 기기로 확대할 수 있을 것으로 전망됨.

○ **국제 공동연구 및 지식재산권 확보 추진**

- 이번 연구는 뉴질랜드 오클랜드대학교와 미국 메릴랜드대학교, 미국 국립표준기술연구소 연구진의 국제 공동연구로 진행됐으며, 연구 성과는 국제 학술지 Nature에 발표됨.
- 미로 에르킨탈로 교수와 그레고리 모이유(Grégory Moille), 카틱 스리니바산(Kartik Srinivasan) 연구진은 이번 기술의 일부를 바탕으로 임시 특허 출원을 제출해 향후 기술 상용화 가능성을 모색하고 있음.

(원문)

1. https://thequantuminsider.com/2026/10/09/technology-used-by-optical-atomic-clocks-may-jump-from-lab-to-consumer/