

링 레이저 자이로스코프

Ring Laser Gyroscope

이재철

고등기술연구원 포토닉스/통신기술센터

jcleee@iae.re.kr

최근 무인 자동화 시스템의 응용이 확대되면서 스스로 자신의 위치를 파악하고 진행해야 할 경로를 찾아가는 자동 항법장치에 대한 관심과 수요가 증가하고 있다. 자동항법은 유도 무기체계의 발달과 함께 군사적인 목적으로 주로 이용되어 왔으나 현재는 민간 항공기의 자동 항법장치를 비롯하여 선박, 자동차등으로 보편화되고 있다. 이런 흐름과 더불어 자동항법 장치의 핵심 센서로서의 자이로스코프에 대한 관심이 고조되면서 최근 여러 가지 새로운 자이로스코프에 대한 연구와 함께 다양한 응용을 위한 기술 개발이 활발히 이루어지고 있다.

자이로스코프는 물체의 회전 운동을 측정하는 센서로서 주로 관성항법장치(Inertial Navigation System)에 많이 사용되어 왔다. 그러나 최근에는 기계장치의 운동을 제어하기 위한 센서, 움직이는 카메라의 시선 안정화를 위한 센서, 철로의 굴곡과 기울기를 측정하여 안정성을 판단하기 위한 센서 등으로 그 응용범위를 확장하고 있다. 이러한 다양한 응용은 가혹한 동작 환경에서도 정밀한 측정이 가능한 링 레이저 자이로스코프(Ring Laser Gyroscope, RLG)의 개발이 밑거름이 되었다고 할 수 있다.

링 레이저 자이로스코프는 측정범위가 넓고 수명이 길며 내환경성이 우수하여 1980년대 초 민간 여객기에 탑재되기 시작하면서 기존의 기계식 자이로스코프를 빠르게 대체해 왔다. 또한 링 레이저 자이로스코프를 이용한 strapdown 방식의 관성 항법장치는 마이크로 프로세서 기술의 비약적인 발달에 힘입어 보편화되었으며 이때부터 대량 생산체계가 갖추어졌다.⁽¹⁾

링 레이저 자이로스코프의 개념은 1913년 Sagnac에 의해 Sagnac 간섭계의 형태로 제안되었다. 1962년에 Sperry Corp.에서 실험으로 Sagnac 간섭계를 이용하여 회전 운동을 측정할 수 있음을 확인하였으며 그 후 미국 정부로부터 지원을 받은 Honeywell사가 1965 - 1979년까지의 연구 개발로 Boeing 757/767 관성항법 장치에 링 레이저 자이로스코프를 탑재하여 납품하기에 이르렀다. 이때까지의 연구개발을 바탕으로 80년대부터는 소형, 경량의 링 레이저 자이로스코프를 개발하기 시작하여 1980년에는 한 변의 길이가 4.2인치, 1985년에는 2인치 그리고 1987년에는 0.8인치인 링 레이저 자이로스코프를 개발하였다. 자이로스코프의 소형, 경량화와 더불어 생산비용의 절감을 동시에 추구하여 단가를 낮추고 결과적으로 판매량을 늘이는 효과를 거두었다. 이로써 그림 1.에서 보듯이 현재 생산되는 링 레이저 자이로스코프 중 군사용으로 판매되는 비중이 전체의 10% 정도에 불과하며 대부분은 민수용으로 응용되고 있다.⁽²⁾

링 레이저 자이로스코프는 다수의(보통 3개 또는 4개) 반사경으로 폐경로를 구성한 Sagnac 간섭계를 레이저 공진기로 이용한다. 따라서 보통 삼각형이나 사각형의 기하학적인 형태를 가진다. 레이저 발진을 위한 이득 매질로는 He과 Ne의 혼합가스를 이용하여 대부분 632.8nm의 레이저를 발진시킨다. 이 때 발진되는 레이저 광은 동일한 폐경로 상에서 서로 반대방향으로 진행하면서 입력되는 회전 운동에 대하여 Sagnac 효과에 의한 광경로 차이를 경험하게 되며 이는 발진 주파수의 차이로 나타난다. 즉, 서로 반대

방향으로 진행하는 레이저 광의 주파수는 입력 회전 각속도에 비례하게 되며, 두 레이저 광을 간섭시켜 주파수 차이를 측정하게 된다.(그림 2.)

링 레이저 자이로스코프의 성능은 Lock-in에 의해 제한된다. Lock-in 현상은 반사경의 표면이나 고차 모드의 발진을 제한하기 위한 조리개에서 발생하는 후방산란 광에 의해 서로 반대방향으로 진행하는 빛의 주파수가 같아져서 Lock-in 임계값 보다 작은 회전 각속도를 측정할 수 없게되는 현상이다. 보통 자이로스코프 몸체를 기계적으로 진동시키는 구조를 고안하여 Lock-in 현상을 극복하고 있으며 다른 한편으로는 광학적인 방법으로 바이어스를 인가하는 방법을 이용하기도 한다. 최근에는 광학 소자를 이용하여 공진기 내에 2쌍의 대칭적인 모드를 발진시켜 Lock-in을 제거하는 기술을 개발하여 실용화시키고 있다.

다른 한편으로는 링 레이저 자이로스코프의 이론적인 성능한계에 근접하는 대형의 센서를 개발하여 연구용으로 활용하는 시도가 진행되고 있다. 지구 자전 속도의 미소한 변화를 측정하기 위하여 크기가 1m x 1m 인 대형 링 레이저 자이로스코프를 개발하여 뉴질랜드의 지하 30m 동굴에 설치하는 작업이 진행 중이다. 이는 현존하는 자이로스코프 중 세계 최고의 성능을 가지는 것이며 다른 종류의 자이로스코프로는 달성하기 힘든 성능이다.

현재 링 레이저 자이로스코프는 성능, 경제성, 내구성 등의 많은 장점으로 자이로스코프의 주도적인 위치를 차지하고 있다. 광섬유 자이로스코프를 포함한 새로운 기술의 비약적인 발전이 이루어지기까지는 현재와 같이 그 응용 범위를 계속해서 확대해 갈 전망이다. 따라서 국내 기술 수준을 한 단계 향상시키고 증가하고 있는 다양한 수요에 적극적으로 대처해나가는 노력이 절실히 요구되고 있다.

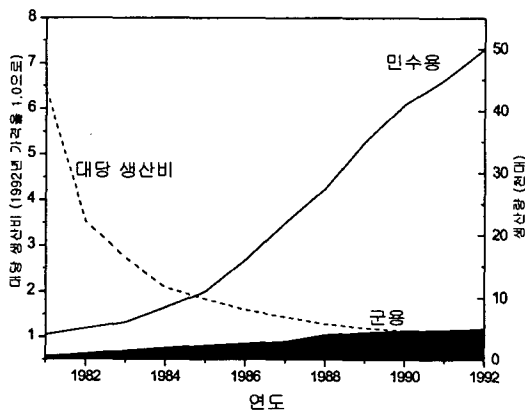


그림 1. 연도별 링 레이저 자이로스코프의 생산량과 생산비 추이

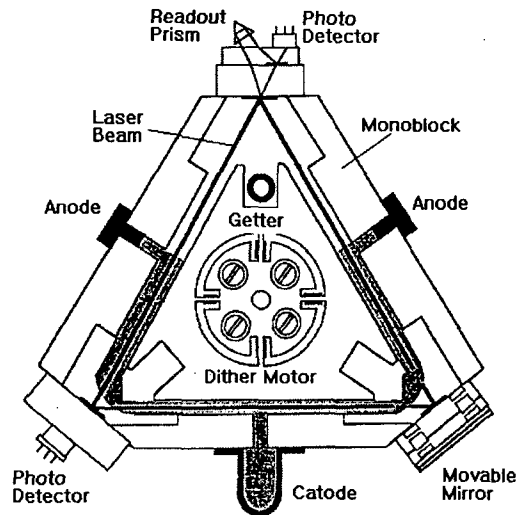


그림 2. 링 레이저 자이로스코프의 구조

참고문헌

1. A.D.King, "Inertial Navigation-Forty Years of Evolution", GEC Review, vol.13, No.3(1998)
2. D.P.Loukianov, "Laser and fiber-optic gyros : the status and tendencies of development", 6th Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems(1999)