

LASER SOLUTIONS for industrial 4.0

Korean Society of Laser Processing

12 | 2017 DECEMBER
Vol.20, NO.8

엑시머 레이저의 기술 및 응용
40년 역사의 독보적 기술로 각광

장파장 레이저를 이용한 거리측정기

개발내용 및 활용계획

레이저 편광 및 베셀빔

레이저 진단 / 치료용

광섬유 프로브 기술 동향 [II]



한국레이저가공학회
홈페이지에서도
보실 수 있습니다

ISSN 1229-0963

장파장 레이저를 이용한 거리측정기 개발

전진우¹, 조성학¹

¹한국기계연구원 광응용기계연구실
(Department of Laser & Electron Beam Application,
Korea Institute of Machinery & Materials)

1. 개요

생산현장에서 이용되는 정밀한 계측 기술은 불량률을 낮추고 고부가가치 상품을 제조할 수 있는 밑거름이 된다. 따라서 산업현장에서 요구되는 계측기술의 확보는 생산성 증대에 큰 파급효과를 가져오는 기반기술이 된다는 점에서 그 중요성을 말할 수 있다. 최근에는 산업분야 뿐 아니라 레저, 연구 등 다양한 분야에서의 계측 요구가 증가하고 있어 국내기술 확보가 필요한 시점이다.

레이저의 발견 이후 레이저의 독특한 특성으로 인해 다양한 분야에서 응용이 이루어지고 있다. 레이저의 에너지 집중도 및 고휘도성(brightness)을 레이저 가공에 이용하고 있으며, 특히 정밀가공 분야에서 위력을 발휘하고 있다. 레이저를 이용한 거리측정은 레이저 광의 단색성(monochromaticity)과 지향성(directionality)을 이용한다. 레이저는 한 가지 파장으로 되어있어 굴절이나 반사에 따른 위상차이가 일정하고, 1km 진행시 1m

이내로 확산되는 빔 확산각(divergence)을 갖고 있어 일반적인 빛이 발광 후 사방으로 흩어지는 것에 비하여 월등히 높은 지향성을 보여준다. 또한 대상 물체에 직접 접촉하지 않으므로 이동물체, 고온 물체 등 기존의 방식으로 측정이 어려웠던 부분을 해결할 수 있고, 목표물을 확인하고 측정버튼을 누름으로써 바로 결과를 얻을 수 있는 편의성 등 여러 면에서 기존의 거리측정방식을 능가하고 있다. 현재 레이저 간섭계를 이용한 정밀 거리측정 기술이 생산현장 및 연구 분야에 응용되고 있으며, 이에 못지않게 건설, 연구, 레저 및 국방장비의 활용을 위한 장거리 측정기술 필요성도 증가하고 있는 추세이다. 현재 가장 많은 활용을 보이고 있는 건설 현장에서는 수직, 수평 면적 측정 등 다양한 용도로 사용되어 작업 효율을 높이고 있다. 그러나 LD를 사용하여 작업 반경이 수십 미터에서 최대 300미터 내에서 측정 가능한 단점이 있고, 레저용으로 사용되는 거리측정기 역시 1km 이내의 측정거리로써 장거

리 측정에는 한계가 있다. 또한 LD가 갖는 0.8~1 μ m 파장대 역시 출력이 약해 인체에 치명적이지 않으나 반복적인 노출로 손상을 줄 수 있는 단점이 있다.

2. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

레이저 거리측정 기술은 산업에서의 활용 못지않게 국방에서의 활용 비중이 높은 분야이다. 특히 헬기, 전차, 항공기 등 과거에 비해 보다 빠르고 정밀한 거리측정 성능이 요구되고 있으며, 더 나아가 작고 가벼운 레이저 거리측정기를 개발하여 개인 화기에 장착하기 위한 노력이 진행 중이다. 따라서 레이저 거리측정 기술은 방위 산업 측면에서 국가 주도하에 진행되고 있으며 기술 공개를 제한하고 있다. 현재 국내 레이저 거리측정기 제작 기술은 선진국 대비 약 70% 정도 수준에 머물러 있어 그 기술 확보의 중요성을 갖는다.

본 연구에서 수행하는 레이저 거리측정기 개발을 통해 거리측정기의 광학계 구

성 노하우와 신호검출 기술 및 알고리즘을 확보할 수 있다. 거리측정기에 적용한 OPO 크리스탈은 파장변환 레이저 생성을 위한 물질로써 기존 색소 레이저의 단점을 해결하여 기초과학 및 산업분야에 활용하기 위한 분광분석용 광원으로 활발한 연구가 진행되고 있는 물질이다. OPO를 거리측정기에 적용하여 eye-safe 레이저 출력력을 얻을 수 있으며 향후 다양한 분야에 적용 가능한 파장변환 응용기술을 획득할 수 있다.

나. 산업적 측면

현재 거리측정기 시장은 레이저 다이오드(LD)를 이용한 1km 이내의 거리측정기가 개발되어 판매되고 있다. 산업적 측면에서 레이저 거리측정기의 활용은 과거의 측정방식에 비해 사용편의성과 빠른 측정속도를 장점으로 향후 대규모 시장이 형성될 것으로 보인다.

다. 사회·문화적 측면

골프, 사냥, 스포츠 분야에 적용하여 레저 문화를 향상시킬 것으로 기대되며, 쌍안경, 카메라 등 기존의 광학 장비와 결합하여 보다 높은 부가 가치를 창출할 수 있다. 거리측정기 시장이 커질 경우 거리 측정이 쉽지 않아 접근하기 어려웠던 지리, 환경 등 연구 분야에 일반인의 참여가 활성화 될 것으로 기대된다.

3. 연구개발 내용 및 결과

■ Eye-safe 레이저 발진 광학계 개발

- 레이저 발진을 위한 소형의 레이저 헤드 모듈 제작
- 공랭을 위한 방열판(heat sink) 제작
- OPO(Optical Parametric Oscillation) 원리에 의한 파장변환 광학계 구성
- 레이저 발산 각을 줄이기 위한 10× 배율의 빔 익스펜더 제작

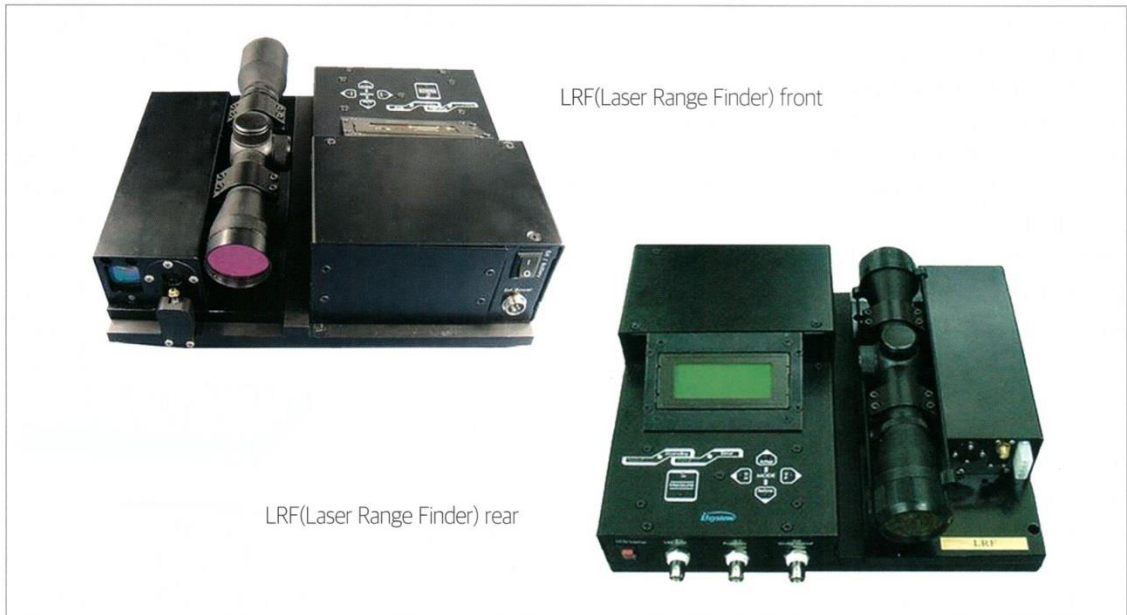
- Nd:YAG 1064 μ m 파장을 1.5 μ m 파장으로 변환한 Eye-safe 레이저 출력 획득
- 목표물 확인을 위한 4× 망원경 적용
- Detection 모듈 제작 기술 확보

■ 레이저 거리측정기용 타임카운팅 장치 개발








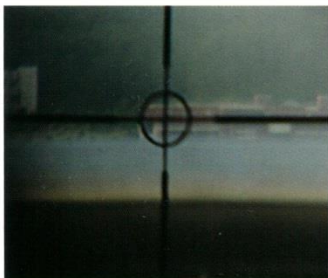

- 신호 검출을 위한 알고리즘 개발
- 1미터 이내의 해상도를 위한 320MHz 수진진동자 카운터 클럭 적용
- 시간에 따른 이득 변경 프로그램 적용 (TPG)

■ LRF(Laser Range Finder) 성능평가

- 출력 에너지: 9mJ 이상
- 펄스폭: 23ns
- 빔 확산특성: <1mrad
- 최대측정거리: 3.7km 측정



Outdoor Distance Measurement test for a long distance

구분	측정대상	측정결과(3회)
1	 	 <p>205m, 205m, 205m</p>
2	 	 <p>1032m, 1031m, 1032m</p>
3	 	 <p>1275m, 279m, 1280m</p>

4



1615m, 1617m, 1613m

5



3720m, 3722m, 3723m

4. 연구개발결과와 활용계획

현재 레이저 거리측정기가 가장 많은 활용되는 분야는 건설현장이다. 대부분 LD를 사용한 거리측정기로서 낮은 출력으로 인해 장거리 측정 보다는 300백 미터 이내의 거리측정에 활용되고 있다. 따라서 대규모 토목 등 규모가 큰 공사의 경우 보다 높은 출력의 장거리 계측의 필요성이 증가하고 있다. 국방 분야의 경우 신속한 측정 및 정확성을 요구할 뿐 아니라 전장의 열악한 환경에서 사용할 수 있는 레이저 거리측정기의 장점이 두드러진 분야라 할 수 있다. 때문에 레이저 발견이후 개발된 최초의 장비는 레이저 거리측정기였으며, 미 육군 전차에 채택되어 전차의 명중

률을 크게 향상시켰다. 국내에서도 K1 전차에 1064 μ m파장의 Nd:YAG 레이저를 이용한 거리측정 시스템을 사용하고 있다. 이후 eye-safe 레이저에 대한 필요성 증가함에 따라 현재는 154 μ m 파장의 라만레이저를 이용한 거리측정 시스템을 KIA1전차에 탑재하였다. 현재는 개인화기에 장착 가능한 소형의 eye-safe LRF에 대한 연구도 진행 중이다.

작고 가벼운 고성능의 LRF 필요성은 계속 높아지고 있다. 본 연구개발 결과로 제작된 장비는 수km 이상 측정 가능한 시스템으로써 상용으로 보급되고 있는 레이저 다이오드(LD)를 이용한 거리측정기가 갖고 있는 한계를 넘는 최대측정거리

를 보유하고 있다. 따라서 장거리 측정을 요하는 연구 및 산업현장 등 거리측정이 필요한 모든 대상에 응용할 수 있다. 또한 Nd:YAG 레이저를 매질로 사용하므로 높은 출력의 레이저 로드를 적용함으로써 보다 원거리 측정이 가능한 시스템을 쉽게 구현할 수 있다. Nd:YAG의 단점인 눈에 손상을 주는 파장은 OPO를 통하여 eye-safe 파장대로 변환시키므로 안전하고 가벼운 LRF 제작이 가능하다. 시제품 상태인 현재의 시스템은 무게 및 전원공급의 어려움 등으로 운용이 제한적이나, 이러한 점만 개선한다면 중·장거리 거리측정이 필요한 모든 분야에 활용가능하다.