

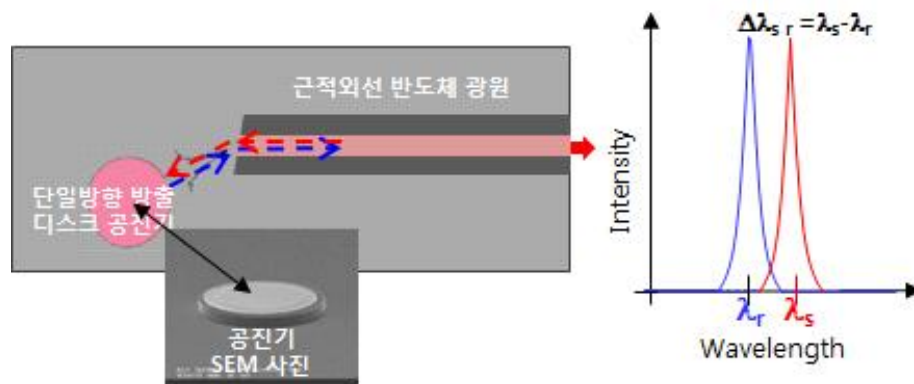
연구개발계획요구서(RFP)

과제명 : 자기잠금 근적외선 광원 기반 분자인식 광센서 개발

1. 개요

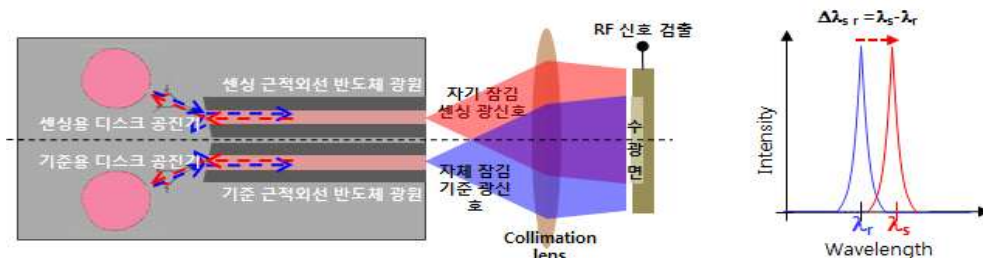
가. 기술의 개념 및 정의

- o 디스크 공진기와 반도체 광원을 집적하여 자기 잠금시킬 경우 획기적으로 품위지수가 높은 광원 구현이 가능하다.
- o 이러한 자기잠금 근적외선 광원은 공진기에 부착된 물질에 따라 공진 파장 변화에 의한 출력 파장 이동이 발생한다.



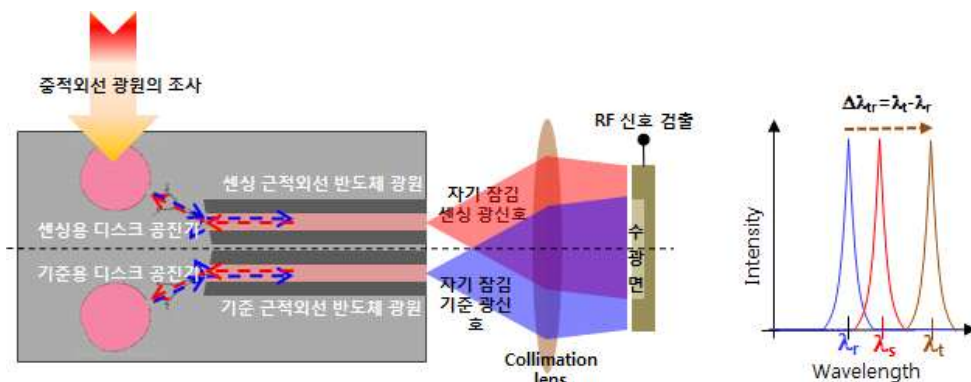
자기잠금 근적외선 광센서 개념도

- o 2 채널의 자기 잠금 근적외선 광원을 구현하여 기준 광원과 검출 물질이 부착된 광원과의 출력 광비팅 신호를 광검출기로 측정한다.



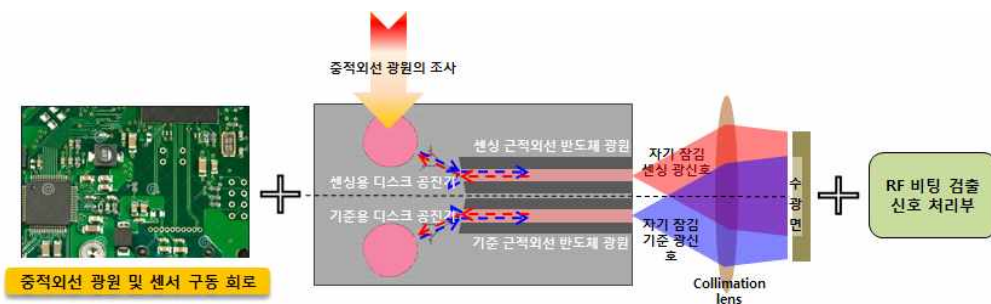
RF 비팅 신호 추출용 2채널 자기 잠금 근적외선 광센서 개념도

- 그리고 검출 대상 물질의 광흡수 파장대역 중적외선 광원을 검출물질이 부착된 공진기에 조사하면 추가로 파장 이동 현상이 발생한다. 위 2가지 현상을 이용하여 분자인식 광센서를 구현한다.



중적외선 광원 결합 2채널 자기 잠금 근적외선 광센서 개념도

- 본 광센서 플랫폼은 자기 잠금 근적외선 광원 광센서, 근적외선 광검출기, 조사용 중적외선 광원 및 구동 회로 등으로 구성된다.



중적외선 광원 결합 2채널 자기 잠금 근적외선 광센서 구성도

- 이러한 자기 잠금 근적외선 광원 기반 분자인식 광센서는 레이저 분광식 광센서에 비하여 소형화, 가격 저렴화가 가능한 초정밀 분자인식 광센서 구현이 가능하다.

나. 기술의 중요성/필요성 및 시급성

○ 기술의 중요성/필요성

(1) 바이오 및 화학 가스 센서에 대한 다양한 수요에도 불구하고, 현장에서 요구되고 있는 고감도, 고식별성, 실시간 및 저가화의 요구를 동시에 만족시키는 센서 기술이 현재까지 미흡하여 이를 극복할 새로운 대안이 필요함.

(2) 생화학 위협을 실시간으로 감지할 수 있으며 몸에 부착 또는 휴대가 간편

한 소형의 센서를 제공하여 병사의 안정성 및 생존성 향상이 가능함.

o 기술개발의 시급성

선진국과의 기술 격차를 해소하고 다양한 민군 적용분야에 분자인식 광센서 기술을 적용하기 위하여 원천 기술 개발이 확보가 가능한 중적외선 광센서 기술 개발이 시급함.

다. 연구개발 최종 목표

o 최종 개발목표 : 분자인식 초고감도 유해가스 검출용 광센서 개발

- 공진기와 광원을 집적하여 극고품위 광원 구현 기술 개발
- 자기잠금 근적외선 광원 기반 분자인식 광센서 개발(3종이상)
- 광센서 시제품 설계제작 및 성능평가

o 최종 목표성능

평가 항목		목표 성능	환경조건
광공진기 특성	공진 중심파장	1.55 μ m	
	품질지수($\lambda / \Delta \lambda$)	10^8 이상	
분자인식 광센서	검출 가스 (중적외선 흡수대역 가스)	3종 (암모니아, NO, DMMP) 단, 다른 종류 제시가능	온도 22 ± 3 °C, 상대습도 50 % 이하
	민감도	1 ppb 이하	
	측정 범위	1 ~ 1,000 ppb	
	측정 시간	1 sec 이하	
	정밀도	± 1 ppb 이하	
	작동 온도	-32 ~ 50 °C	
	작동 습도	5 ~ 80 %	
	광센서 모듈 크기	6cm x 6cm x 6cm 이하	

※ 제시된 목표 성능은 최소한의 요구성능이며 상향 제안이 가능함.

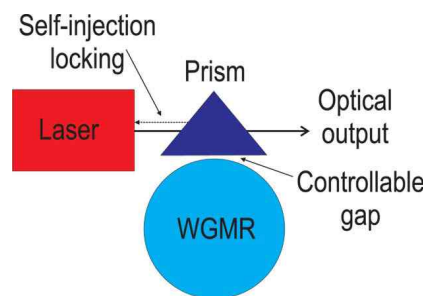
2. 국내외 기술현황 및 전망

가. 국내 기술동향 및 전망

- KIST에서 7.7 및 10.3 μm 중심 파장의 QCL 레이저 개발과 QCL 성능 검증을 위한 광경로의 광흡수율 변화를 이용한 메탄/암모니아 가스 검출 기술 개발 중
- DGIST에서 1.55 μm 근적외선 영역에서 InP/InGaAsP LD 기술을 기반으로 단일 방향 방출형 마이크로 공진기 LD 및 센서 응용 기술 개발 중.

나. 국외 기술동향 및 전망

- 세계적으로 반도체 중적외선 레이저 광원인 QCL(Quantum Cascade Laser) 및 ICL 기술 개발이 지난 10여년에 걸쳐서 상당한 진척과 함께 상용화된 제품이 출시되고 있어 초기 시장을 형성하고 있음.
- 세계적으로 중적외선 QCL 및 ICL 광원을 이용하고 분자 지문의 진동 흡수 스펙트럼 특성에 기반한 바이오 및 화학 가스 센싱 시스템 기술 개발로 일부 상용화가 되었으나 상당히 큰 부피와 수 억원 이상의 고가 문제로 확산에 한계가 있음.
- 1.55 μm 근적외선 영역에서, $10^8 \sim 10^9$ 의 고품위값을 갖는 구형의 WGM(Whisper Gallery Mode) 마이크로 공진기와 반도체레이저가 집적화된 자기 잠금 반도체 레이저 구도로서, 100Hz의 초저선폭의 레이저 특성을 보이고 있으나, 렌즈, 프리즘 및 WGM 공진기의 여러 광부품을 정밀한 정렬의 패키징이 필요하여, 우수한 성능에도 불구하고, 모듈의 신뢰성, 생산성 및 저가격화에도 한계가 있을 것으로 판단됨.



< WGM 공진기를 이용한 자기 모드 잠금 레이저 개념도 >

- 세계적으로 On-chip 센서로서 중적외선 영역에서 저 손실 특성을 갖는 다양한 물질(실리콘, 실리콘질화물, 칼코게나이드, GaAs/AlGaAs 및 CaF 등)을 사용하여 공진기 기술을 개발하고 있으나 손실 특성 및 공진기 품질값의($\sim 10^5$) 성능이 실제 현장에서 요구되고 있는 고감도의 센서 구현에는 미흡함.

3. 연구개발계획

가. 단계별 연구개발 목표

○ 민·군수용

구분	연구개발 목표	주요결과물
응용연구	<ul style="list-style-type: none"> 공진기와 광원을 집적하여 극고품위 광원 구현 기술 개발 자기잠금 근적외선 광원 기반 분자인식 광센서 개발(3종이상) 광센서 시제품 설계제작 및 성능평가 	광센서 시제품

* 단계별 목표의 달성을 위한 연차별 목표를 연구개발계획서에서 제시하고, 연차별 목표에 대한 평가항목 및 달성목표치를 정량적으로 제시

* 연차 구분은 회계연도를 기준으로 설정 및 예산 배분
예시) 응용연구 2년, 시험개발 2년인 과제의 경우

연구단계	응용연구			시험개발		
연차	1차년도	2차년도	3차년도	1차년도	2차년도	3차년도
연차별 기간	7개월 (‘17.6~12)	12개월 (‘18.1~12)	5개월 (‘19.1~5)	7개월 (‘19.6~12)	12개월 (‘20.1~12)	5개월 (‘21.1~5)
평가	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	진도평가	진도평가	단계평가	진도평가	진도평가	최종평가
예산 지급	▲	▲	▲	▲	▲	

* 개발단계(응용연구/시험개발)간 예산 이동 불가

* 재료비, 장비비 등은 사업 초기에 집행하여 활용도 제고

* 응용연구에서 개발된 시제품의 시험개발단계 재활용계획 제출

나. 사업기간 및 연구개발비

○ 사업기간 : 3년 (응용 3년)

○ 정부출연금 : 24억원 이내 (응용 24억원)

4. 적용 및 파급효과

가. 적용분야

○ 민수 분야

- 유해 가스, 대기 오염 및 자동차 배기 가스 탐지
- 산업용 가스 누출 탐지,
- 약품 생산 시설의 in-line 검사
- 호흡 가스 및 염증 바이오 마커 모니터링에 의한 각종 질병의 조기 진단

- 테러용 사제 폭발물 탐지(RDX, TATP, PETN, TNT 및 질산암모늄 등)

o 군수 분야

- 휴대형 병사 보호용 생화학 가스 탐지
- 휴대형 폭발물 탐지
- 독성 화학물질에 의한 오염 탐지

나. 파급효과

o 기술적 측면 :

- 본 중적외선 센서 기술은 군수용으로 biological agent 및 화학무기 검출용 센서, 산업용으로 산업오염원 배출관리용 센서, 사회안전에는 대기관리용 센서, 의료분야는 바이오 마커 인식용 센서 등 다양한 분야의 센서 플랫폼 기술로 활용 가능
- 국내적으로 산업적 기반이 확보된 통신용 광소자 영역인 근적외선(1.3 및 1.55 μm)영역에 비하여 중적외선 영역의 광기술 개발은 상대적으로 미약하고 학/연 위주로 기초 연구 개발 수준에 머물러 있으나, 다양한 활용으로 주목을 받기 시작한 중적외선 광부품 기술 분야 발전에 도약의 기회가 될 것임

o 경제산업적 측면 :

- 중적외선 센서 분야에서 기술력을 확보하여 저가, 고감도 바이오/화학 센서 개발을 통하여 내수 확대 및 국내 업체의 수출 경쟁력 제고

o 군사적 측면 :

- 대테러 및 미래병사의 생존성/안전성 향상에 크게 기여함은 물론 방산 수출 가능성이 기대됨

5. 연구개발 결과 제시물 및 평가항목

가. 연구개발 결과 최종 제시물

- 목표기술 획득을 증명하는 결과물(시제품, 설계도면, 보고서 등)
- 개발기간 중 획득한 관련 지식재산권(논문, 특허권, 소프트웨어 등록 등)

나. 연구개발 결과 평가항목

연구개발계획서 작성시 1.다 항의 ‘연구개발 최종목표’를 참고하여 목표 달성을 입증할 수 있는

- 평가항목
- 달성 목표치
- 환경조건(환경조건 조성 방안 포함)을 제시

6. 참여 요건

가. 추진 체계 요건

- 주관연구기관 및 참여기관 : 민군기술협력사업 촉진법 제7조 2항 및 동법 시행령 제14조 2항 각 호에 해당하는 기관 또는 단체
 - * 응용연구 및 시험개발의 경우에는 주관연구기관 또는 참여기관에 1개 이상의 기업 참여 필수(민·군기술협력사업 공동시행규정 제27조 4항)
- 기업분담율 : 민·군기술협력사업 공동시행규정 제27조(별표4)

나. 연구책임자의 자격 및 과제 신청요건

- 연구책임자의 자격 : 관련분야의 연구 경험이 풍부한 중견 연구자를 책임자로 선임하여 연구의 최종목표를 달성할 수 있도록 계획, 업무프로세스 정립, 원활한 추진 및 조정과 과제관리를 수행할 수 있어야 한다.
- 과제 신청요건 : 주관연구기관은 제안한 연구개발 목표를 충분히 달성할 수 있는 연구팀을 구성하여야 하며, 필요시 컨소시엄을 구성할 수 있다.

다. 기타

- 연구개발계획서는 민·군기술협력사업 공동시행규정 별지 서식 제4-1C호(연구개발계획서)를 준용하여 작성
- 그림, 표 등 인용자료는 반드시 인용처 표기

7. 참고문헌

- [1] Charles A. Primmerman, “Detection of Biological Agents”, LINCOLN LABORATORY JOURNAL, VOLUME 12, NUMBER 1, p.3~32, 2000
- [2] Laser Based Stand-Off Detection of Biological Agents, Final Report of Task Group SET-098/RTG-55, NATO, 2010
- [3] A.Karolina Jagodnicka, Tadeusz Stacewicz, “ Aerosol Particle Size Distribution retrieval from multiwavelength lidar signals”, 3rd International Workshop on Optoelectronic Techniques for Environmental Monitoring, 2009
- [4] Scott Higdon, “Development of Eye-Safe Lidar Technology for Aerosol and Cloud Measurements”, USEPA ORS Workshop, July 30, 2002

8. 과제 문의사항 연락처

소 속	전문위원	연락처
민군협력진흥원	생명화학분야 전문위원	042-607-6048