연구개발계획요구서(RFP)

과제명 : 220㎽급 UV-LED 및 화학/생물작용제 제독/살균기 개발

1. 개요

가. 기술의 개념 및 정의

○ 화학작용제 제독 및 생물작용제 살균(이하 제독)은 화학/생물학 작용제 등 오염원으로부터 인원, 장비, 시설, 환경 등을 보호할 목적으로 제독/살균제 처리 및 여러 가지 활동이 포함되며 물리적, 화학적, 생물공학적 방법이 사용되고 있다. 대독/살균 대상분야는 아래와 같다.

- UV-LED 제독/살균 대상분야 -

○ 제독, 장비 및 제독 방법은 오염물질이나 제독 대상에 따라 다르며 인체를 직접 제독 하는 개인제독의 경우 안전성이 특히 요구되며 해독(인체 내 침투한 오염물에 대한 중화 및 무력화, 주로 약물에 의존)과 병행하는 것이 효과적이다.

○ 제독의 필요성은 오염수준을 낮추어 무능화 인력 또는 사망자의

감소, 방호수단 사용에 따른 전투력의 손실을 줄이고 방호장비의 한계점에 대한 보완활동으로 실시되며 오염의 확산을 차단한다.

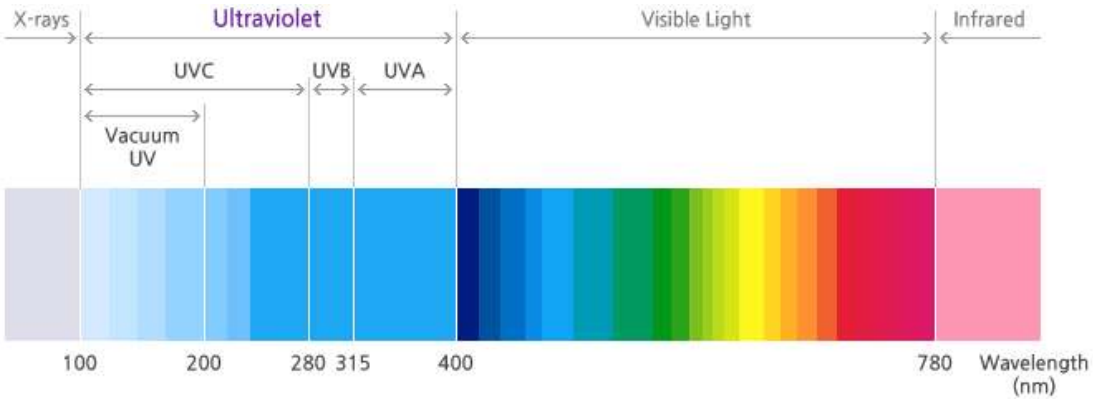
○ 제독은 완전 제독과 일시 제독이 있으며 완전 제독은 보호장비의 착용이 불필요한 상태까지 오염수준을 낮추어 정상적인 전투력을 발휘하도록 하며, 일시 제독/살균은 최소한의 전투력 지속을 목적으로 오염을 줄이는 제독이며 개인제독킷이 여기에 해당된다고 볼 수 있다.

- 제독 대상에 따라 사용되는 제독나 장비가 다르므로 개인제독과 시설/장비제독, 지역제독 등으로 분류된다 전쟁 중이나 유사시 노출이 예상되는 유기인 화합물을 비롯한 각종 군사용 화학작용제에 대한 인명보호용 제독제로서 M258A1, Canadian reactive skin decontamination(RSD) 로션 및 0.5% 차아염소산나트륨(NaClO) 용액 등이 있으며 흡착제로서 M13(fuller's earth), M291이 있다.

○ 살균은 일반 세균, 바이러스 및 독소를 죽이고 제거할 수 있는 수단으로서 위에서 언급한 제독제로서 화학작용제를 제거하고 및 생물작용제 살균을 동시에 목적 달성할 수 있다.

○ 전시 오염원을 제거하기 위한 용도로 현재 군에서 사용되는 제독제는 주로 분말 또는 액체상으로 개발되어왔다. 따라서 이들 제품은 대부분 습식 방식으로서 사용 전 취급, 사용시 운용성 및 사용 후 처리 문제 등이 문제시되어 세계적으로 건식방식의 제독방법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

○ 장병들의 일상 병영생활과 훈련시 오염되는 자연발생 질병은 물론 화학/생물 테러 및 화생전에서 화학작용제 오염 및 생물작용제 오염 세균을 신속하고 편리하게 1차적으로 처치하고 또 사용하기에 편리한 건식 방법으로서 자외선(UV-A/B/C: 315~400nm/280~315nm/100~280nm) 발광다이오드를 이용하여 화학작용제 제독 및 생물작용제 살균기술이 개발되고 있다.



- UV-A, B, C 각 파장대별 영역 -

○ 자외선(UV)은 화학작용제의 화학적 분해는 물론 세균/바이러스의 세포 증식에 관여하는 DNA를 파괴할 정도로 강력한 에너지를 가지고 있다. 이 기술은 건식방법으로서 친환경적이며 개인용으로 사용하기에 상당히 편리하다. 기존에는 수은 램프 등을 이용하여 살균에 응용하여 왔으나 이는 별도의 구동 장치가 필요하며 유해성인 수은의 인체 노출 위험성이 있는 단점이 있다. 그러나 오늘날 반도체와 LED기술의 발전으로 LED-UV 빛을 이용한 화학작용제 분해 및 살균 기술이 개발되고 있으며 이 기술을 이용한다면 유사시 개인 휴대용으로 제독/살균처리를 편리하게 운용될 수 있으며 재래식의 습식 방법인 파우더 및 용액에 의존하던 종래의 제독/살균 방법 보다 건식방식을 적용함으로서 사용 전후의 문제점을 상당히 해소할 수 있다. LED-UV 빛을 이용한 화학작용제 및 살균 개념도는 다음과 같다.

- UV-LED에 의한 화학적 제독 및 생물작용제 살균 개념도 -

○ 특히 UV LED를 이용한 제독/살균 방법은 화학작용제의 분해 제독 및 생물작용제에 대한 살균력이 우수하고 친환경적이면서 소비전력이 낮다. UV LED 개인 제독기는 멀티다이오드(multi-diode) 기법을 활용할 경우 다양하게 디바이스의 설계/제작이 가능한 장점이 있다.

○ UV_LED를 이용한 제독/살균기의 용도는 군사적으로 화생전시 화학작용제 또는 생물학작용제에 오염된 물품(장구류: 군복, 군화, 탄띠 및 방독면 표면 등)에 UV-LED 스캐너 사용하여 오염 수준을 낮추어 줄 수 있으며, 평시에는 훈련 후 또는 병영생활에서 오염 가능한 병원균을 잠재적으로 쉽게 제거할 수 있는 기술로 평가된다. 민수적으로는 일반 의류(의복류, 수건, 환자 물품류 등) 및 생활용품(휴대폰, 안경 등) 소독에 응용될 수 있다.

나. 기술의 중요성/필요성 및 시급성

1) 기술의 중요성/필요성

○ 현재 세계적으로 운용되고 군에 보급된 M258A1, M13 및 M291는 대부분 습식 방법의 파우더 형태이다. 이러한 습식방식에서

건식방식으로 운용이 쉽고 편리한 대체 기술은 LED-UV를 사용한 디바이스 개발뿐이며, LED-UV 이용 제독/살균기를 개발해야 할 것으로 사료된다.

○ UV LED를 이용한 제독/살균기 개발은 종래의 분말 또는 액체 형태의 제독제를 대체할 수 있는 유일한 대체 기술로 평가된다.

○ 특히 개인제독/살균기를 개발하여 사용한다면 화생방전시 화학작용제 및 생물작용제 살포/오염시 1차적으로 제독/살균을 실시하여 개인 생존능력을 높이고 전투력을 증대효과를 가져올 수 있다. 이외에도 군은 환경적으로 야외훈련 및 단체 병영생활에서 의류/장구류 등에 병원균이 오염되기 쉬운 열악한 환경에 노출되어 있으며 LED-UV 제독/살균기 사용시 병원균을 차단하여 실내 및 개인 위생문제를 상당히 해결할 수 있는 효과를 볼 수 있다.

○ 이외에도 화학/생물 테러시, 농약에 노출 및 병원 환경에서도 상당히 유용하게 사용 될 것으로 사료된다.

2) 기술 개발의 시급성

○ 화생방전의 잠재성은 항상 우려되고 있다. 화생방전하에서 재래식 파우더 형태의 제독제는 제독/살균 처리 후 작용제 흡착 등의 잔유물질이 남아서 처리가 사후 처리가 불편한 문제점들이 대두되고 있다. 그러나 본 연구에서 개발하고자 하는 LED-UV 제독/살균기는 휴대가 간편하고 가볍고 재사용이 가능할 뿐만 아니라 재래식 제독제 처럼 후처리에 대한 문제점이 없다. 따라서 LED-UV 제독/살균기는 재래식 제독제에 비해 우수한 장점들이 많아서 국내 개발을 서둘러야 할 것으로 판단된다.

○ LED-UV 제독/살균기는 친환경적이면서 가볍고 운용이 편리하며 제독/살균효과 최대화할 수 있는 수단으로서 화학작용제 관련 분해 효율 및 생물작용제 살균 효능을 파악하기 위해서라도 조속히 개발을 서둘러야 할 것으로 판단된다.

다. 연구개발 최종 목표

○ 민·군수용

항 목	목 표 성 능
1. LED 파장	○ UV-A, B, C 각 파장 대역별 LED 개발 * 제독/살균 효율 결과도출 후 최적 파장대역(조합 가능) 선정
2. 광출력	○ UV-C 경우 220 mW이상 * 단일칩 1300㎛×1300㎛ 이하, 구동 전류 500mA 이하 기준
3. 시작품 제원	○ 크기: 15cm x 10cm x 5cm 이하, 무게: 500g 이하(배터리 제외) * 칩 장착 세트 구성은 최적 제독/살균 파장대역 검증 후 결정 ○ 시작품 개념도
4. 운용 온도	○ −32°C ~ 43°C
5. 운용 형태	○ 개인 손휴대용
6. 전원	○ 배터리(장비운용 최소 60분)
7. 제독/살균 대상물질 및 처리 수준	가. 화학작용제 제독 대상 화학작용제(신경, 수포) 및 제독율(분해율) 1) 대상 작용제: 신경 및 수포성 유사작용제(각 1종 이상) 및 실작용제(신경 및 수포) 2) 제독율(분해율): DMMP 1.25mg/25㎠ 표면오염시 75%이상 분해 (조건: UV-LED 5㎝이상 이격 거리에서 1분간 조사) * 실작용제는 과제 수행시 공인기관 의뢰 후 결정 나. 생물작용제 1) 박테리아(Bacteria) ○ Gram (+) 박테리아 – *Bacillus subtills* spores – *Bacillus cereus* spores – *Listeria monocytogenes* – *Staphylococcus aureus*

	○ Gram (-) 박테리아 – *E. coli* O157:H7 – *Vibrio parahaemolyticus* – *Salmonella Enterica* – *Yersinia enterocolitica* (페스트균 유사작용제) – Shigella spp. (대표적 식중독균) 2) 바이러스(Virus): – Norovirus – Influenza virus 3) 진드기(tick): 시험 후 결정 4) 살균 수준: 5-6 log reduction (99.999~99.9999%) 및 멸균 (조건: UV-LED 5㎝이상 이격 및 1분간 조사)
8. 오염처리 대상	○ 피복 및 장구류 오염원 제거 – 군 대상: 군복, 모포, 베개, 배낭 및 탄띠 등 – 민 대상: 일반 의류(수건, 일반 의류 및 환자복 등) ○ PC 키보드, 개인 물품(휴대폰, 안경 등) 소독

2. 국내외 기술현황 및 전망

가. 국내 기술동향 및 전망

○ 2020년부터 수은램프 사용 금지 정책을 추진함에 따라 국내·외에서 대체재인 UV LED 수요가 크게 늘어나고 있기 때문에 시장 및 기술이 빠른 속도로 성장하고 있음. 국내의 경우 대학과 국책연구소 중심으로 물성에 관한 연구가 진행되었고, 기업을 중심으로 대면적화와 상용화에 대한 연구개발이 진행 중임. L社의 경우 일반 산업용인 365, 385, 395, 405 nm UVA LED 및 바이오의료용 305 nm UVB LED 등 제품 기술을 확보함. S社도 UVC LED를 다양한 가전제품 살균 기능을 목적으로 적용하기 위해 연구를 계속적으로 진행하고 있음.

나. 국외 기술동향 및 전망

○ 미국의 경우 DARPA (defense advance research projects agency)

주관에 SUVOS (semicaonductor ultraviolet optical sources) 및 CMUVT (compact mid-ultraviolet technology) 프로젝트를 통해 국가의 주도 하에 UV LED 소자 개발을 진행하였음. SETi는 2014년부터 실제로 240~355 nm 영역에서 275 nm 기준 10 mW 급의 제품명 UV-TOP과 255~300 nm 파장에서 50 mW급의 제품명 UV-CLEAN을 상용화함.

○ 현재 UV-C LED의 경우 150mW급 정도이며 이 출력 이상급은 도전하기 어려운 기술로 고려되고 있다.

3. 연구개발계획

가. 단계별 연구개발 목표

o 민·군수용

구분		연구개발 목표	연구개발 내용	주요결과물
응용연구	1년차	UV-A,B,C파장 방출 LED 설계/구현	○AlN Template 요구성능 분석 및 설계/구현 ○n/p-Cladding 층구조 설계/구현	LED 소자 설계/구현
		UV-A,B,C 파장대별 LED 설계/구현	○AlN Template 결정성 공정기술 설계/구현 ○n-AlGaN:Si 구조 제조기법 확립(최적화) ○AlGaN/AlGaN MQWs 구조 설계/구현 ○n-AlGaN:Si 및 p-AlGaN의 오믹 컨택기술 설계/구현 ○광 추출(Polarization 제어) 기술 설계/구현	PKG
		LED 반도체 박막 공정기술 개발/분석	○AIN 박막 식각기술 설계 - Plasma etch. - Photoelectrochemical etch. ○AIN 및 AlGaN 박막 결정성 분석 - Raman, Photoluminescence, XRD분석	식각기술 확보
		UV-A,B,C파장대별 LED 소자 구현 및 출력 제어기법 개발	○UV-A,B,C파장별 LED 구현/구동 및 출력 제어 기술 개발 ○구현 LED 구동 및 출력 재현성, 안정성 연구 ○출력/운용제어 SW설계/탑재 및 최적 수준 셋팅	LED 소자 제조공법 구현
		UV-A,B,C 파장대별 방출성능 확인 및 LED 디바이스 설계	○LED 출력 성능시험 ○LED 디바이스 설계	시작품 설계
		화학작용제	○화학작용제 분해측정용 UV-LED 광조사	작용제분해

		제독(분해)시험	시험장치 설계/구현 ○유사작용제 ppb수준 분석기법 확립 ○작용제 분해 메커니즘 연구 ○시편 표면 에어로졸 및 증기오염 방법 설계/제작 ○시험시편 친수/친유성 표면처리 공정법 개발 및 계면 에너지 관련 작용제 분해율 연구	메커니즘 규명 및 분석기법 확립
		생물작용제 살균력 시험	○생물작용제 살균측정용 UV-LED 광조사 시험장치 설계/구현 ○살균 대상 생물작용제 균주 확보/보관방법 확립 ○살균효율 측정 시험방법 구현 ○친수/친유성 계면특성별 생물작용제 살균특성 연구	살균 측정방법 구현
	2년차	UV-A,B,C 파장대별 고출력 LED 설계/구현	○p-AlGaN 층구조 공정 및 홀 농도조절 기법 확립 ○양자효율 및 전류확산 개선 Epi구조 설계/구현 ○n-AlGaN:Si 및 n-AlGaN 오믹/반사 전극구조 구현 및 최적조건 확립	고출력급 PKG
		고출력급 LED 반도체 박막 공정기술 개발/확립	○AIN 박막 식각기술 공정법 확립 - Plasma etch. - Photoelectrochemical etch. ○AIN, AlGaN 박막 결정성 분석 - Raman, Photoluminescence, XRD분석	박막증착 공정기법 확립
		고출력급 LED 광방출 디바이스 시작품 제작	○고출력급 LED 성능시험 ○고출력급 LED 디바이스 제작	고출력급 디바이스 제작
		화학작용제 제독(분해)시험	○파장대별 조사시 각 인자별(광세기, 거리, 오염농도, 오염표면 등) 유사작용제 분해율 측정/분석 ○시편 표면 특성별(친수성, 친유성 등) 유사작용제 분해율 시험(측정/분석) ○친수/친유성 시편 표면별, 작용제 관능기별 계면 에너지 연계 분해율 연구/측정/경향성 조사	작용제 분해율 측정
		생물작용제 살균력 시험	○파장대별 조사시 각 인자별(광세기, 거리, 오염균, 오염표면 등) 살균력 시험/분석 ○표면 특성별(친수/친유성, 기공성, 섬유특성별) 살균력 시험/분석/경향성조사	살균율 측정/분석
	3년차	고출력급(220mW 이상) LED광출력 설계/구현	○PKG 추출 구조 기술 설계/구현 ○제독 및 살균력 연계 출력 제어회로 구현/셋팅 ○광출력 증가 표면구조 제어기술 설계/구현	
		고출력급 LED 시작품 제작	○220mW이상급 광방출 성능시험 ○220mW이상급 LED 디바이스 제작	고출력급 PKG
		파장 혼합형 디바이스 제작	○파장 혼합형(어레이형) 디바이스 설계/제작	파장혼합형

		고출력급 LED 조사시 화학작용제 제독(분해)시험	○고출력(220mW이상) LED 출력별, 인자별 시험 － 각 인자별 (광세기, 거리, 오염농도, 오염표면 등) 유사작용제 분해율 시험/분석/최적 인자 도출 ○표면 특성별(친수성, 친유성 등) 화학작용제 분해력 시험/분석/최적 인자 도출 ○섬유조직 특성별(장구류 등) 오염 화학작용제 분해 효율 시험/분석	고출력급 화학작용제 분해특성 도출
		고출력급 LED 조사시 생물작용제 살균력 시험	○고출력(220mW이상급) LED 출력 조절시 최적 인자 도출 － 각 인자별 (광세기, 거리, 오염균, 오염표면 등) 살균력 시험/분석/최적 인자 도출 ○표면 특성별(기공성, 재료별) 살균력 시험/분석	고출력급 생물작용제 살균 특성 도출
	4년차	최적 파장대 선정 및 소재 공정법 확립	○최적 파장대 n/p-Cladding 층구조 제작 재현성 및 안정성 조사로 최적 공정법 확립	재현성 공정소재
		제독 및 살균력 연계 최적 출력 조절점 확립 및 보완	○PKG 추출구조 기술 최종 확립 ○LED디바이스 출력 안정성 및 출력 자동조절 셋팅 연구 ○디바이스 보완	재현성, 안정성 확립
		환경성 시험	○LED디바이스의 온도별(-32~43℃) 출력세기 및 온도감지 최적 출력 조절기법 연구 ○전자파 시험(MIL-STD-461F)	야전 적용성 검정
		제독 및 살균 최적 인자 정량적 도출	○화학작용제 분해력 및 생물작용제 살균력 인자별 최적 수치 도출(출력, 거리, 온습도 등) ○실 화학작용제 공인기관 시험 의뢰 ○유사작용제 및 실작용제 제독력 비교 분석	실작용제 제독 검증
		전원 및 운용성 연구	○상용전원(220V) 및 배터리 운용/적용성 연구 ○운용성(시간, 온도, 습도 및 출력별) 전력 소모성 및 최적 운용성 도출	전원 적용
		시작품 수정/보완	○시작품 수정/보완	디바이스 보완
		운용 매뉴얼 제작	○보고서 작성 ○특허 출원 ○논문 및 학술발표 ○운용메뉴얼 및 규격서 작성	산출물

* 상기의 내용은 연구목표 달성을 위한 항목으로서 제안시 제안기관이 수정 가능

나. 사업기간 및 연구개발비

○ 사업기간 : 응용연구 3년

○ 총 연구개발비 중 정부출연금 : 28 억원 이내

4. 적용 및 파급효과

가. 적용분야

○ 민수: 의복류 병원균 오염원 제거용, 유독성 화학물질 제거, 정수기
살균, 노광기, 경화기 센서, 의료분야 제독/살균용

○ 군수: 화생전시 화학작용제 오염시 1차 제독용
평시 군 병영생활 및 훈련 후 의복류 오염원 제거용

나. 파급효과

○ 기술적 측면 :

- 심자외선 발광다이오드를 이용한 광학계 설계기술 및 하드웨어 통합기술 확보
- 병균/화학작용제/신업독성물질(TIC) 소독 및 살균 알고리즘 기술 확보

○ 경제·산업적 측면 :

- 친화경적이면서 2차 오염의 우려가 없는 새로운 살균 방식 기술 개발
- UV 램프의 수입 대체 효과 및 기술 리딩을 통한 수출 증대 효과 및 신제품 개발에 따른 시장 창출
- 관련 기술 이전에 따른 군수 및 민수산업 발전 기대

○ 군사적 측면 :

- 야외훈련 및 내무생활시 의복류의 병원균 잠재 오염시 제독/살균
- 생물테러와 유행성 전염균 잠재 오염 살균
- 미래병사체계의 화학제독/생뮬살균 기술체계 적용

5. 연구개발 결과 제시물 및 평가항목

가. 연구개발 결과 최종 제시물

- 광출력 220mW 이상(파장 ≤280nm) LED 패키지 시작품
- 연구개발 결과보고서(전산화일 포함)
- SCI(E) 학술지 연구결과 논문 3편 이상
- 지적재산권 확보

나. 연구개발 결과 평가항목

항 목	목 표 성 능
1. LED 파장	○ UV-A, B, C 각 파장 대역별 LED 개발 * 제독/살균 효율 결과도출 후 최적 파장대역(조합 가능) 선정
2. 광출력	○ UV-C 경우 220 mW이상 * 단일칩 1300㎛×1300㎛ 이하, 구동 전류 500mA 이하 기준
3. 시작품 제원	○ 크기: 15cm x 10cm x 5cm 이하, 무게: 500g 이하(배터리 제외) * 칩 장착 세트 구성은 최적 제독/살균 파장대역 검증 후 결정 ○ 시작품 개념도
4. 운용 온도	○ −32°C ~ 43°C
5. 운용 형태	○ 개인 손휴대용
6. 전원	○ 배터리(장비운용 최소 60분)
7. 제독/살균 대상물질 및 처리 수준	가. 화학작용제 제독 대상 화학작용제(신경, 수포) 및 제독율(분해율) 1) 대상 작용제: 신경 및 수포성 유사작용제(각 1종 이상) 및 실작용제(신경 및 수포) 2) 제독율(분해율): DMMP 1.25mg/25㎠ 표면오염시 75%이상 분해 (조건: UV-LED 5㎝이상 이격 거리에서 1분간 조사) * 실작용제는 과제 수행시 공인기관 의뢰 후 결정 나. 생물작용제 1) 박테리아(Bacteria) ○ Gram (+) 박테리아 – *Bacillus subtills* spores – *Bacillus cereus* spores

	– *Listeria monocytogenes* – *Staphylococcus aureus* ○ Gram (-) 박테리아 – *E. coli* O157:H7 – *Vibrio parahaemolyticus* – *Salmonella Enterica* – *Yersinia enterocolitica* (페스트균 유사작용제) – Shigella spp. (대표적 식중독균) 2) 바이러스(Virus): – Norovirus – Influenza virus 3) 진드기(tick): 시험 후 결정 4) 살균 수준: 5-6 log reduction (99.999~99.9999%) 및 멸균 (조건: UV-LED 5㎝이상 이격 및 1분간 조사)
8. 오염처리 대상	○ 피복 및 장구류 오염원 제거 – 군 대상: 군복, 모포, 베개, 배낭 및 탄띠 등 – 민 대상: 일반 의류(수건, 일반 의류 및 환자복 등) ○ PC 키보드, 개인 물품(휴대폰, 안경 등) 소독

6. 참여 요건

가. 추진 체계 요건

○ 주관연구기관 및 참여기관 : 민·군기술협력사업 촉진법 제7조 제2항 및 동법 시행령 제14조 제2항 각호에 해당하는 기관 또는 단체(고등교육법 제2조 각호에 따른 학교 포함)

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 구

성할 수 있다.

다. 기타

○ 해당 없음

7. 참고문헌

○ M. S. Shur and R. Gaska, “Deep-Ultraviolet Light-Emitting Diodes” IEEE Trans. Electron. Dev. Vol. 57, 12 (2010).

○ E. F. Schubert, “Light-Emitting Diodes” 2nd ed. Cambridge, U.K.,Cambridge Univ. Press, 2006.

○ Abu B. Kanu and paul E, “Surface detection of chemical warfare agent simulants and degradation products”, Dep. of chem. Washington Stare Univ., Analytica Chemica Acta 553(2005) 148-159

○ Yoshihiko Muramoto et al., 2014 NITRIDE SEMICONDUCTORS Co., Ltd 115-7 Ltayajoma, Akinokami, Seto-cho, Narouto-shi, Tokushima 771-0360, Japan, “Semicond. Sci. Technoi. 29 (2014) 084004

○ Oleh Weres John Pocekey, U.S. ARMY Armament Munitions Chemical Command, “Decontamination System Utilizing Hydrogen Peroxide, UV Light and Catalytic Surfaces” Feb. 1992, SONOMA RESEARCH COMPANY VINEBURG, CA 95487,

○ Michael Kneissel, TU Berlin & Ferdinand-Braun Institute, Tim Kolbe, Technical Univ. of Berlin, Boros Lesjean, KompetenzZentrum Wasser Berlin gGmbH, “Development of UV-LED Disinfection” TECHNEATU, Feb. 2010

○ Curtis Donskey, “New Technologies in Disibfection and Sterilization”, 2018, Louis Stokes VA Medical Center Cleveland, Ohio

○ CHEN Gui Qiu, Yu Hao et al, “Study on a New Ultraviolet Sterilizer to the Surface Disinfection of the Ultrasound Prove”, Biomed Environ Sci, 2018: 31(2) 163-167

8. 과제 문의사항 연락처

소속	성 명	연락처
민군협력진흥원	서병일	042-607-6048