

3-1 / 30kW 급 Gyrotron 기반 고출력 밀리미터파 발생 기술

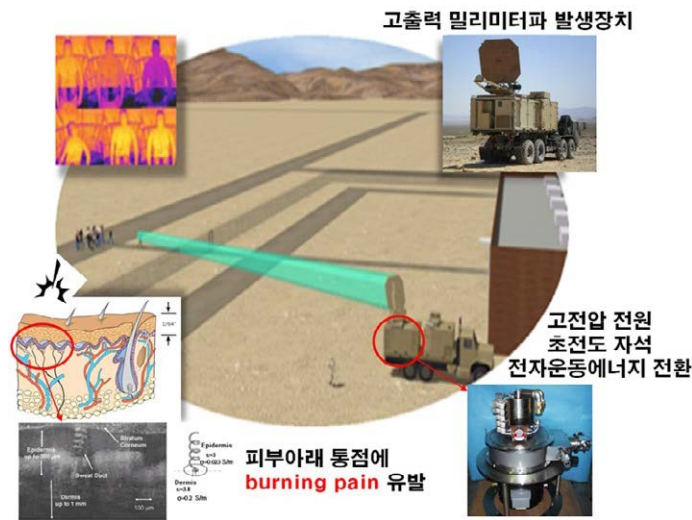
전기추진연구센터 김중수

고전압 직류 에너지에 의해 가속되어 진공 속을 진행하는 전자의 운동에너지를 초고자장 하에서 고출력의 밀리미터파 에너지로 변환하는 기술로서, 고출력의 밀리미터파(95 GHz대역)를 조사하여 인체에 별다른 피해나 이상없이 피노출자의 피부에 참을 수 없는 통증(화상을 입는 느낌)을 유도하여 피노출자를 제압하고 격퇴시키는 전기에너지 기반 대인 무력화 기술임

기술개념 및 기술규격

■ 기술의 구성도

· 원거리(250 m이상)에서 조준하여 시간지연에 의한 오차 없이 광속으로 즉시 비접촉 타격하여 통증을 유발하는 기술



〈능동적 회피를 유도하는 대인 무력화 기술〉

1. 기술 개요

◆ 기술개발의 필요성

- 고출력 밀리미터파 에너지 변환기술을 이용한 대인 무력화 시스템은 다른 비살상(non-lethal) 무기(고무탄환, 물대포 등)보다 원거리(250~1000m)에서 물리적 피해를 입히지 않으면서 상대를 제압할 수 있는 새로운 기술임.
- 경제적 가치로 환산할 수 없는 생명에 대한 위험을 회피하면서 공공장소에서의 각종 폭력시위 및 테러위협에 효율적으로 대응하고 교정시설의 재소자 등에 활용될 수 있으므로 시민의 안전을 우선으로 하는 공공영역에서 매우 큰 활용성이 기대 됨.
- 인간이 보유할 수 있는 적극적인 자위수단으로서 사유재산 (은행금고, 보안을 요하는 기업 시설 등)이나 문화재를 비롯한 국가 주요 시설물에 대한 침입을 능동적으로 퇴치하여 생활안전에 기여하기 위하여 효율적인 고출력 밀리미터파 발생 기술이 개발되어야 함.

◆ 기술개념 및 기술규격

■ 기술개념

· 고출력 밀리미터파 에너지 변환 기술은 고밀도 고전압 전원 기술, 전도 냉각형 초전도 자석 기술, 전자회전공명(electron cyclotron resonance) 제어 및 밀리미터파 전송 기술의 융합을 통해 구현됨.

2. 기술 내용

◆ 기술의 특징

■ 기술의 특징점

- 인체 침투 깊이가 대략 0.4 mm 정도로서 신경 말단이 위치한 부위(피부 통점)에 에너지가 집중(surface heating effect)
- 피노출자의 신경 말단에 가상의 통증(화상의 고통)을 유발
- 실질적인 피해 없이 본능적/자발적/즉각적 회피반응을 유도
- 준 광학적(quasi-optical) 방법을 활용하여 지향/집속
- 광속으로 작용하므로 빠르게 움직이는 표적일지라도 시간지연에 의한 오차 없이 조준하여 즉시 타격

■ 기술의 상세 규격

- 고출력 (30 kW) 밀리미터파 (95 GHz), 효율 30% 이상
- 고전압 전원 (50 kV, 2A , 효율 95%, 역율 0.92, 리플 0.6%, 아크에너지 8.3J, 전력밀도 300 W/L 이상)
- 전도냉각 방식 소형 초전도 자석 (4 Tesla)

◆ 경쟁기술과 차별성

- 국내외 유사 · 경쟁기술 현황
 - 비살상 대인 무력화 기술

구분	기술명	지향성 스피커 기반의 음향 대포
국내	기술내용	150 데시벨 이상의 고출력 고지향성 스피커를 이용하여 접근을 차단하는 기술
국외	기술명	물대포
	기술내용	고압의 실수차량을 이용하여 접근을 차단하는 기술
국외	기술명	고출력 레이저 기반 ADS
	기술내용	고출력 레이저를 조사하여 피부 통증 유도함으로써 (출력을 조절하여 비살상에서 살상까지 타격 강도 조절 가능)

- 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
비살상 대인 무력화 기술	· 물리적 충격을 가하는 방식이 아니므로 보다 안전 (지향성 스피커-고막 손상 가능, 레이저-각막 손상 가능) · 재래식 대인 비살상 무기의 사거리 보다 먼 거리에서 순간적인 정밀 타격이 가능함

3. 기술의 시장성

◆ 기술 적용 가능 분야

- 기술이 적용되는 사업분야 및 제품(시스템)
 - 본 기술은 밀리미터파를 발생시키는 비살상무기, 조수 퇴치 시스템과 핵융합용 플라즈마 가열에 활용 가능함



〈비살상무기-스텐건〉



〈조수 퇴치 시스템〉



〈핵융합용 플라즈마 가열〉

◆ 시장 현황 및 규모

- 관련기술 시장현황 및 특성

- 세계 비살상 무기 시장규모는 2015년 57억 달러에서 연평균 5.77%로 증가하여 2020년에는 77억 달러, 2022년에는 86억 달러에 이를 것으로 전망
- 폭동을 진압하고 사상자 발생을 막으려는 움직임이 확산되면서, 기존 무기 보다 살상력이 상대적으로 낮은 비살상 무기에 대한 관심이 높아짐
- 세계 비살상 무기 시장은 미국이 전체 시장의 75%를 점유하고 있으며, 개발도상국 시장이 급성장하고 있는 추세임

- 국내외 시장 규모

〈세계 비살상 무기 시장 규모 및 전망〉

(단위: 억 달러)



자료 : Mordor Intelligence LLP, Global Non Lethal Weapons Market : Analysis of Growth, Trends Progress and Challenges, 2016

4. 주요 연구 성과

◆ 특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
등록	자이로트론 전원 장치 및 이를 이용한 전원 공급 방법	한국	10-1531649	2015
등록	이중 애너드 구조를 가지는 마그네트론 인젝션 건	한국	10-2014-0048832	2014

◆ 기술의 완성도

- TRL 4 수준의 기술완성도 단계 : 실험용 시제품 개발 단계
- 개발 기술 범위 : 30kW급 gyrotron 기반 고출력 밀리미터파 발생 장치 시제품
 - 고출력 밀도 고전압 전원 제작
 - 전도 냉각형 초고자장 초전도 자석 제작
 - 전자회전공명 제어를 통한 고출력 밀리미터파 발생 및 전송
- 기술개발 완료 시기
 - 2017년 12월 : 고효율 고출력 밀리미터파 발생/제어 기술 확립

5. 기대 효과

◆ 기술 도입 효과

- 경제적인 효과
 - 공공안전, 법 집행, 해적퇴치, 거점방어 등 다양한 수요에 대응할 수 있는 비살상 대인 무력화 기술이 요구됨. 경제적 가치로 환산할 수 없는 생명에 대한 위험을 회피하면서 주요시설 방범에 활용될 수 있음. 민간이 보유할 수 있는 적극적인 자위수단이 될 것으로 기대.
 - Homeland Security Research 는 NLW 시장이 2020년까지 3배의 성장을 달성할 것으로 예측하고 2016~2020년 CAGR(복합연간성장률) 17%로 가속화되며, 2018년에는 시장규모가 11억4천6백만 달러에 도달 할 것으로 전망

◆ 기술 · 산업적 파급 효과

- 기술적 파급 효과
 - 핵융합용 플라즈마 가열이나 바이오 응용과 같은 첨단과학 기술 및 세라믹 소결과 같은 산업기술로도 쉽게 전이가 가능함
 - 공항 활주로 조수 퇴치 시스템, 주요 시설물 능동 방범 시스템 등에 적용 가능
 - 식품 표면에서 발생하는 바이오 필름을 효율적으로 제거하여 식품안전 사고 예방에 기여할 수 있음