

근거리 고해상도 레이더 기술

I. 제안기술 개요

기술의 내용	기술의 동향	기술의 제품화 및 시장 전망
<p>광대역 펄스를 송신하여 물체에 반사된 신호를 수신하여 수신신호로부터 물체의 특성 (미세변위, 전자파 반사특성)을 파악하는 레이더 센서를 CMOS기술로 단일칩으로 구현. 10 m 거리에서 목표물을 탐지/식별하여, 보안(감시정찰), 의료용 (생체신호, 호흡), 지중매설물, 산업용 (레벨측정), 강설량측정, 자동차 등에 응용가능한 기술</p>	<p>[국내동향] 생체신호 측정 레이더 칩 개발이 학교에서 있었음. [해외동향] 미/유럽을 중심으로 광대역 고해상도 레이더 칩셋을 공급하는 업체, 세계 시장을 형성 (차량 레이더에 비해 시장규모는 작지만 지속성장 예측)</p>	<p>헬스케어용 센서 (비 접촉 생체신호 측정, 활동량 측정), 산업용 레벨측정 레이더, 운전자 모니터링, 지중매설물, 보안용 센서 등을 단일센서, SoC (System on Chip)로 구현이 가능하며 기술/가격 경쟁력이 있으며, 센서수가 급증할 것으로 전망</p>
<p>상용화단계</p>	<p>일반 ①아이디어 ②연구단계 ③개발단계 ④개발완료(시제품) ⑤제품화 단계</p>	
	<p>의약 바이오 ①라이센싱 ②개발단계 ③제품화 단계</p>	
<p>핵심키워드</p>	<p>한글 레이더, 펄스레이더, 레이더 송수신기, 고해상도 레이더</p>	
	<p>영문 radar, impuse radar, radar transceiver, high resolution radar</p>	

II. 기술개발자 정보

기관명	한국전자통신연구원	부 서	SoC 연구부
성 명	박 필 재	직 급	책임연구원
전화/핸드폰	042-860-1372	이메일	pjpark@etri.re.kr

III. 수행과제정보

지원기관명	방위사업청	연구사업명	감시정찰 센서네트워크 바이오메트릭 레이더(칩) 및 신호처리기술개발
연구과제명	감시정찰 센서네트워크 바이오메트릭 레이더(칩) 및 신호처리기술개발	수행기간	한국전자통신연구원
주관기관	한국전자통신연구원	공동연구기관	아스텔(주), 맥스웨이브, KAIST, LIG넥스원

IV. 특허정보

특허현황	사업화대상기술관련 대표특허 총 4 건 (p.8 참조)				
	구 분	상 태	출원(등록) 일자	특허번호	특허명
상세현황	대상기술	<input type="checkbox"/> 출원 <input checked="" type="checkbox"/> 등록	2014.6.17	US 8,754,806 B2	Pulse radar receiver
	관련기술	<input type="checkbox"/> 출원 <input checked="" type="checkbox"/> 등록	2014.11.4	US 8,880,376 B2	APPARATUS AND METHOD FOR DISTINGUISHING BETWEEN HUMAN
	관련기술	<input type="checkbox"/> 출원 <input checked="" type="checkbox"/> 등록	2014.5.27	US 8,737,554 B2	Pulse-signal recovering device
	관련기술	<input checked="" type="checkbox"/> 출원 <input type="checkbox"/> 등록	2013.5.28	2013-0060190	펄스레이더 장치

1. 기술성 분석

1. 기술의 내용 및 특징

- 광대역 펄스(3~5 GHz)를 송신하여 목표물로부터 에코신호를 수신하여 목표물의 특성을 파악 하는 단일칩 레이더 센서 기술로 의료용 기기, 헬스케어 (비접촉 호흡, 활동량), 산업용 (수위측정레이더), 보안용 (사람/동물 구별) 등 다양한 분야에 이용될 수 있음
 - 비접촉 호흡측정 레이더: 3차 하모닉 탐지 (세계수준)
 - 생체모니터링: 생체활동량 (10 m 이내), 생체 호흡정보 (정지, 3 m 이내)
 - 보안레이더: 12 m 거리 사람/동물 구별 (탐지확률 >95% @10m)

- 그림1은 단일칩 레이더 송수신기의 칩사진 및 이를 기반으로 제작된 레이더 시스템 (군 감시정찰용 레이더 센서, 비접촉식 호흡측정 센서) 및 레이더를 이용하여 측정한 호흡신호의 특성을 보여준다.

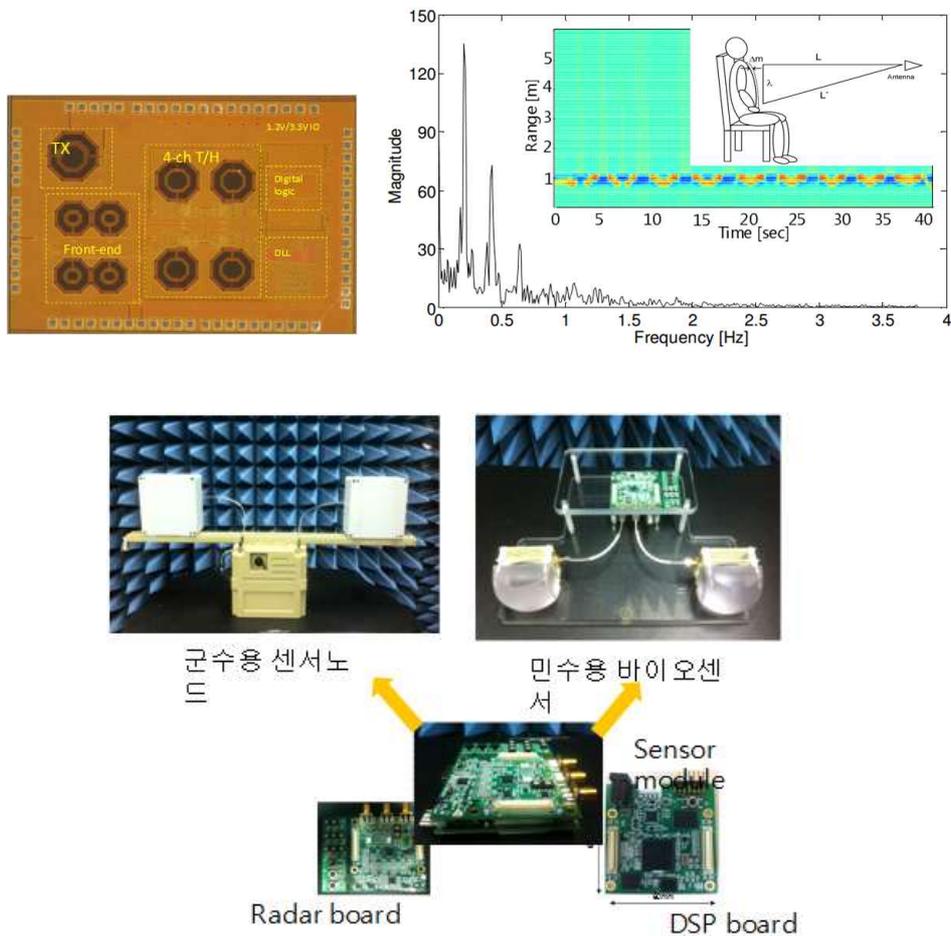


그림. 1 단일칩 레이더센서 및 이를 이용한 시스템의 예

1. 기술성 분석(계속)

- 레이더 송수신기는 단일칩으로 구현되었으며 응용 레이더 시스템의 구성은 단일칩 레이더를 이용한 레이더보드, 신호처리 보드 및 안테나로 구성되어 응용시스템의 요구사항에 맞도록 재구성이 가능하다.
- 단일칩으로 구현된 레이더 송수신기의 일부(analog 설계 IP)를 이용하여 응용시스템을 구현할 경우 부분 IP를 사용할 수 있으며 IP는 요구사항에 의해 변경설계가 가능하다. 아래 표는 사용가능한 IP 블록이다.

구 분	블록명	기능 및 주요 spec.
수신기	RF front-end	3-5 GHz 광대역 증폭, 50 Ω antenna interface
	Track & hold 및 external interface	> 5 GHz 광대역 track&hold
클럭생성	Delay locked loop	10 MHz, 100 psec resolution
송신기	Pulsed oscillator	주파수, BW가변 광대역 펄스 생성기
레이더제어	레이더 제어기	샘플링방식의 레이더 구동을 위한 디지털제어부

그림. 2 레이더 송수신기의 블록도 및 기능 아날로그 IP 블록

1. 기술성 분석(계속)

2. 기술의 수준

- 세계 수준의 성능 및 기술보유 (근거리 호흡측정)
- 단일 칩 레이더 송수신기기술로 레이더 제어기를 on-chip화하여 성능이 향상되고 시스템의 구현이 용이해짐
 - 단일칩 구현에 따른 시스템의 신뢰성 향상, 시스템 소형화 가능
- 해외기술과 비교
 - 학교 연구실 (미국 USC, 유럽)의 논문 발표 및 상용제품을 판매하는 회사는 많지 않아 응용시스템 개발의 경우 부품의 최적화를 할 수 없어 성능의 제약이 있으며, 군수용의 경우 수입에 따른 제약이 따른다.
 - 상용제품 (Novelda) 대비 성능우수 혹은 동등 이상: 레이더 탐지거리 및 레이더의 집적도
- 개발된 단일칩레이더의 군수용 감시정찰 레이더 시스템 응용의 경우 제시하는 요구규격을 아래 표와 같이 만족하였다.
 - 10m 이상 거리에서 사람/동물의 구별
 - 탐지확률 > 90 %, 오경보율 < 3 %
 - 감시정찰 센서네트워크 호환

항 목	요 구	달 성
탐지거리	10m 이상	~15m
탐지확률	80% 이상	98% (@10m)
오경보율	10% 이하	1% (@10m)
주파수 대역	3~10GHz	3~5 GHz
대역폭	500MHz~3GHz	1 GHz
전송출력	0.2mW~10mW (3GHz)	FCC규격 만족
탐지대상	사람, 동물의 심장박동, 숨소리, 이동 자세 (사람식별을 위함)	

그림. 3 보안용 응용에 사용되는 레이더 시스템의 규격 및 군 감시정찰망의 예시

3. 기술의 필요성

- 전파를 이용한 측정이므로 비접촉식, 비파괴식 측정이 가능하여 시스템 구현시 목표물에 대한 위해를 최소화 할 수 있음
 - 응용분야: 의료용, 비파괴검사
- 기술응용 및 확장 가능성
 - 의료용 기기로 비접촉 생체 모니터링 시스템
 - 국방, 매몰자구조, 일상생활 감시, 복지분야등 다양한 분야로 응용가능
 - IoT, M2M에서 생체신호에 대한 핵심센서로 구현가능
- 특히, 글로벌 헬스케어 서비스 시장은 2015년도에 약 \$3 trillion으로 예상 (Global Industry Analysts 2010), 미국과 유럽에서는 2억 이상이 홈 모니터링 서비스를 요구(Berg Insight 2010). ICT 기술과 융합한 새로운 시장형성 급속 성장 예측. (년 10% Application Market 2009, Marketstart 2007) - 1000억 /년의 매출 기대

4. 기술의 차별성

- CMOS기술을 적용한 단일칩 고해상도 레이더 송/수신기 및 제어기 통합형
- 광대역 펄스 (3~5GHz)를 송신하여 고해상도 (cm) 수신, 송신 스펙트럼의 가변 및 디지털 제어부를 집적하여 수신성능 향상
- 상용 DSP를 신호처리부 구현, 응용에 따라 저전력 u-controller로 대체 가능
- 요소기술을 (레이더 칩설계기술, 신호처리기술, 레이더/신호처리 모듈 통합기술) 모두 포함하여 타 시스템과 호환검증하여 응용시스템으로 적용이 쉬움
- 임펄스 바이오레이더 **핵심 설계기술 보유 레이더 구조에 대한 특허 포트폴리오 보유**
- 임펄스 바이오레이더 핵심 IP 보유, 시스템 구현 및 플랫폼 (HW 및 SW로 구성) 확보
- 기존 CW (continuous wave)레이더 대비 고해상도 및 전파간섭 강인성을 확보 의료/보안 레이더로 기술적 우위

2. 특허성 분석

1. 국내외 특허 동향

- 국내 특허출원은 1990년 후반에 가장 많은 특허 등록을 보여주었으며, 미국의 경우 2001년도 들어 증가하여 증가된 특허가 꾸준히 유지되는 경향을 보여준다.
- 한국의 경우 특허로서 고해상도 펄스 방식의 레이더의 구조에 대한 특허출원의 종류가 한정되어 있으며 일부 출원/등록된 특허의 경우 집적화 구조에 적합하지 않고, 단일 소자 부품으로 구현하기위한 특허이다. (광대역 레이더 검출기)
- 펄스레이더는 응용분야중 보안응용에 관한 특허가 다수를 이루고 있으며 (에스원) 다수의 레이더 운용, 목표물 구분방법에 대한 특허등을 포함하고 있다.

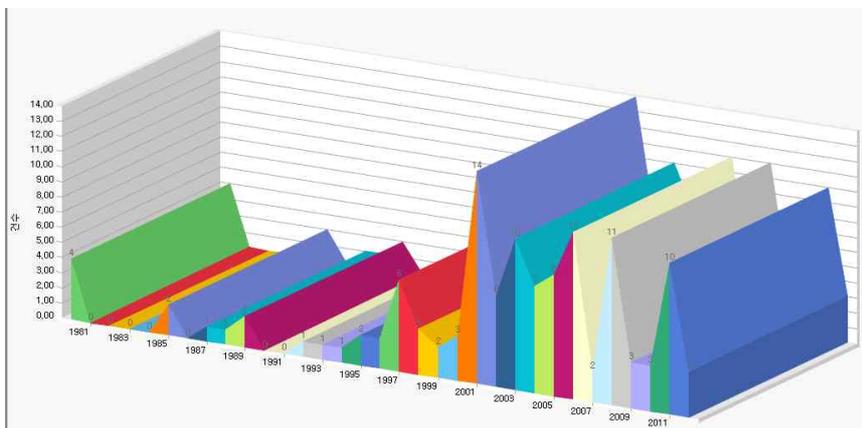
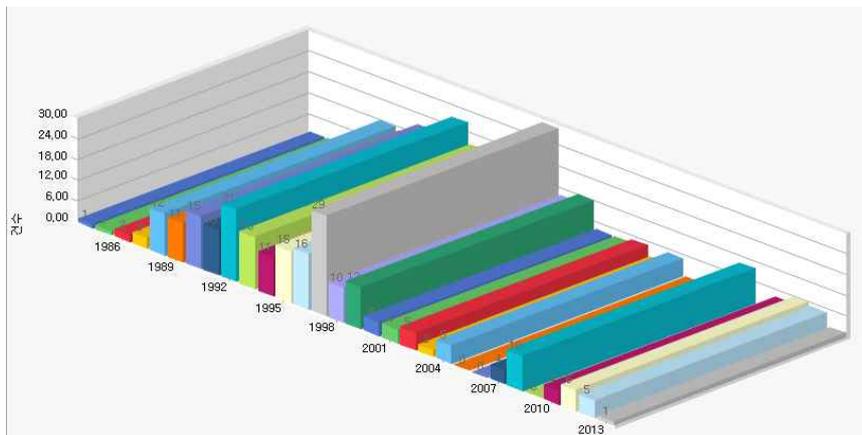


그림. 4 년도별 펄스방식의 레이더 특허의 출원 추이 (위: 한국, 아래: 미국)

2. 특허성 분석(계속)

- 펄스 방식레이더의 해외 출원의 경우 일본이 전체의 30%를 차지하며, 미국이 25%, 영국, 독일, 프랑스의 유럽주요국이 30%, 그 외 러시아등이 주 출원국이다.
- 주 출원국인 미국과 일본의 경우 특허 출원에있어서 일본이 더 많지만, 2000년 이후의 특허 출원건수에 있어서는 미국의 특허의 건수가 더 많다. 미국의 경우 812건인 데 비하여 일본의 경우 700여건이 2000년 이후 등록된 특허이다.
- 특허 출원의 건수가 최근에도 꾸준히 유지되거나 다소간 줄어드는 경향이 있다. 펄스 레이더 관련 기술이 발전의 성숙기에 근접하여 있음을 알수 있다. 하지만, 집적회로 기술로 구현되 레이더의 경우 기술이 급속히 성장하고 있음을 유추할 수 있다.

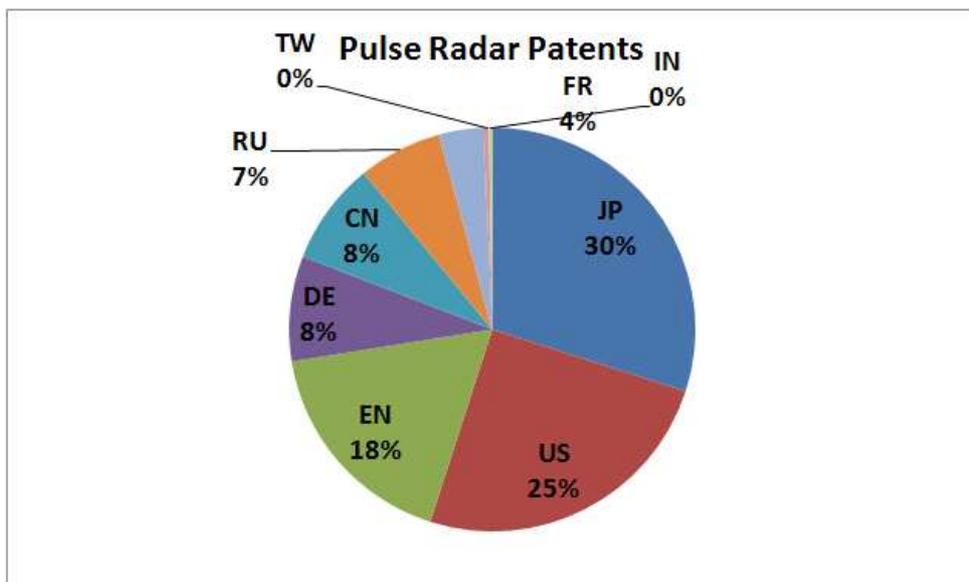


그림. 5 펄스방식의 레이더 해외출원국 비율

2. 특허성 분석

2. 보유 지적재산권 현황

- CMOS 근거리 고해상도 단일칩 레이더 기술과 관련한 지적재산권을 아래 표 1에 정리하였다. 그림1 및 2에 보여진 단일칩 레이더 구조에 대한 특허를 보유하고 있으며 근거리 고해상도 레이더의 구현 방식에 대한 특허와 그 응용에 대한 특허를 보유하고 있다.

표 1 cmos 근거리 고해상도 단일칩 레이더 기술 지적재산권 현황

구분	명칭	출원(등록)번호	출원(등록)일자	출원(등록)인	출원(등록)국
출원	선택적 자극을 이용한 사람 동물 식별장치	2011-0003546	2011-01-13	박필재	한국
	송신 반복주파수를 수신기 PLL입력으로 이용하는 높은 거리분해능 펄스레이더 수신기	2010-0125810	2010-12-09	박필재	한국
	시간-인터리빙 방식의 펄스 신호 복원장치	2010-0127576	2010-12-14	김성도	한국
	펄스레이더 장치	2013-0060190	2013-05-28	박필재	한국
	Pulse radar apparatus	14/268,492	2014-05-02	박필재	미국
등록	선택적 자극을 이용한 사람 동물 식별장치	2011-031727	2011-02-17	박필재	일본
	Pulse radar receiver	US 8,754,806 B2	Jun. 17, 2014	박필재	미국
	Pulse-signal recovering device with time-interleaving scheme	US 8,737,554 B2	May 27, 2014	김성도	미국
	Apparatus and method for distinguishing between human and animal using selective stimuli	US 8,880,376 B2	Nov. 4, 2014	박필재	미국

2. 특허성 분석(계속)

3. 선행특허분석

특허번호	US 5,805,110	US 7,675,459	JP 4457074
특 허 명	Impulse radar with swept range gate	Equivalent time sampling radar	타이밍 비교 회로, 데이터 샘플링 장치 및 시험 장치
출 원 인	McEwan	Naohide Yoshimura	ADVANTEST CORP
기술요약	<p>임펄스 레이더에 관한 것으로, 특정 레인지를 가변적으로 볼수있는 구조에 대한 것이다. 펄스 발생기의 신호를 송신펄스를 만들고 목표물로 부터 지연시켜 range gate의 입력으로 하여 수신기를 동작시킨다. 지연신호 발생을 위하여 exponential ramp generator와 exponential ramp delay를 사용한다.</p>	<p>equivalent time sampling 레이더에 대한 것이다. Reference clock을 dithering한 신호를 송신펄스를 만들고 목표물로 부터 수신된 신호를 sweep signal generator와 송신 dithering신호를 이용하여 샘플링 펄스를 만들어 sampling and hold 회로에서 수신신호를 수신한다.</p>	<p>DLL 및 스위치를 이용하여 높은 분해능의 샘플링 클록을 생성하는 구성을 개시하고 있다</p>
관련도 분석	A	A	A
	<p>* 관련도 : X - 관련없음, Y - 관련있음, A - 관련은 없으나 참고할 자료 * X, Y - 주요참증에 해당, A - 참고참증에 해당</p>		
조사결과	<p>관련도가 있는 선행특허를 찾을 수 있으나, 본 기술과는 상이한 점이 존재함 아울러, 본 기술이 가지고 있는 레이더 구조에 대한 특허를 출원하여 구조에대한 특허를 소유하고 있고, 연관된 특허를 구축하여 고해상도 펄스방식의 레이더에 대한 특허 포트폴리오를 구축하고 있음</p>		

3. 사업성 및 시장성 분석

1. 사업화 제품화

- TOF(Time Of Flight) 기술을 적용한 센서를 사용한 응용제품 및 시스템 개발
- 헬스케어용 비접촉 무자각 생체정보 모니터링 장치, 지하/도로 매설물 탐지 레이더, 산업용 거리측정 레이더, 터치 스크린 센서, 보안/감시용 레이더, 이미지 센싱 레이더등 다양한 분야에 이용이 될 수 있음
 - 헬스케어 응용: 생체의 활동량/동선 추적, 비침습식 수면호흡 측정,
 - 근접모니터링 레이더: 운전자의 상태 모니터링, 환자의 호흡측정등
 - 매설물 탐지 레이더: 도로의 pothole 탐지, 지중매설물 탐지
 - 벽속 유틸리티 라인확인 기기: 휴대형 벽속 전선, 수도관 매설위치 탐지분야 건설현장 및
 - TDR방식을 이용한 터치 스크린 센서 모듈에 적용되어 ITO 비사용, 투과율 향상, 지적재산권 회피등의 기술을 개발 할 수 있음
 - 레이더 방식을 이용한 레벨측정기 적용: 성능향상, 비용절감 및 신뢰성 개선을 기대할 수 있음



그림. 6 주요 응용개발 제품의 예시
(좌: 레벨레이더, 우: TDR방식 터치스크린 센서)

2. 사업화 방법 및 성공요인

- 관련 제품을 개발하고 있는 기업을 대상으로 기존 제품에 첨단 레이더 센서기술을 이용하여 가격경쟁력 제고 및 신뢰성 개선을 통한 수익창출 유도
- 근거리 고해상도 레이더를 이용하여 위의 응용시스템을 개발하여 기존 시스템 대비 가격/성능/신뢰성을 바탕으로 시장확대

3. 사업성 및 시장성 분석(계속)

3. 국내외 시장전망

1) 국내외 시장 규모 및 동향

- 프로세서 제어용 센서의 경우 년 1조원 가량의 국내시장이 있으며, 이 중 5% 정도가 레벨 센서라고 하면 시장규모는 약 500억원 규모이며 기존 도파관로 방식에서 비접촉 방식으로 변환 교체되므로 시장규모 및 성장이 빠를 것으로 기대됨

2) 시장의 구조, 경쟁강도 및 진입장벽

- 글로벌 헬스케어 서비스 시장은 2015년도에 약 \$3 trillion으로 예상(Global Industry Analysts 2010), 미국과 유럽에서는 2억 이상이 홈 모니터링 서비스를 요구(Berg Insight 2010). ICT 기술과 융합한 새로운 시장형성 급속성장 예측. (년 10% Application Market 2009, Marketstart 2007) - 1000억/년의 매출 기대

- 펄스방식 광대역 (UWB) 레이더의 세계시장규모는 아래표와 같다.

표 2 UWB 레이더 세계시장 규모

단위: 백만불

년도	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
세계시장	1,770	2,500	3,250	3,900	4,680	5,616	6,458	7,427	8,541
성장률		41%	30%	20%	20%	20%	15%	15%	15%
예상매출액					9	112	194	520	1,025
점유율					0.2%	2.0%	3.0%	7.0%	12.0%

3. 사업성 및 시장성 분석 (계속)

4. 사업화 성공 가이드

1) 사업화 후보기업 요건

- TOF 기술을 적용할 수 있는 제품을 개발하고 있는 기업 및 이를 이용한 응용시스템을 개발하는 기업
 - 응용제품군: 산업용 수위/거리측정 레이더, TDR (time domain reflection) 방식 터치 스크린 센서 및 컨트롤러, 비접촉 무자각 생체정보 모니터링 장치, 지하/도로 매설물 탐지 레이더, 보안/감시용 레이더, 이미지 센싱 레이더 등

2) 사업화 투자비용

- 기업 요구규격 맞춤 설계변경 및 SoC 개발 비용

3) 법적 검토사항

- 기술이전 및 실시권 계약 범위 / 라이선싱, 수익 배분 협의
- 공동연구 범위 협의
- 민군과제 결과 개발물의 이용에 결격사유가 없을 것

4) 희망 파트너쉽

- ① 기술이전 (○) ② 라이선싱 (○) ③ 공동연구 (○)
- ④ 기술출자 () ⑤ 기타 ()