

과제제안요구서(RFP)

과제명 : 우주용 PCB 표준화 연구

1. 연구의 개요

가. 연구의 정의

- 본 연구에서는 우주용 PCB 관련 국내외 표준 및 검증 체계를 분석하고 국내 적용이 가능한 표준화 체계를 구축하여 설계 및 제작, 적격성 검증 및 조달, 수리 및 수정 분야의 표준(안)을 개발하는 것을 목적으로 함.

나. 연구의 배경 및 필요성

- 우주용 PCB(Printed Circuit Board)는 위성, 발사체, 우주탐사체 및 국방우주체계에 적용되는 핵심 전자부품으로서 극한의 우주환경에서도 안정적인 성능과 높은 신뢰성을 유지하여야 함.
- 국내 PCB 산업은 세계적인 제조 경쟁력을 보유하고 있으나 우주용 PCB에 특화된 표준 및 검증 체계는 미흡한 실정임.
- 국내 표준화 체계의 부재로 해외 규격 및 표준에 의존함에 따라 동일 부품이라도 사업별·기관별 요구조건이 상이하여 중복 검증으로 인한 일관성 확보 한계 및 비용 부담이 발생함.
- 우주 산업의 확대와 국방 우주 발전에 따라 우주급 전자 부품에 대한 신뢰성 확보가 중요한 상황이며, 그에 따라 국내 우주 산업 환경에 적합한 표준화 체계 구축이 필요함.
- 우주용 PCB 표준화 체계를 구축함으로써, 국내 우주 산업의 기술 자립 기반을 수립하고 미래 우주산업 경쟁력과 국방 기술주권 확보가 필요함.

다. 연구 최종 목표

- 우주용 PCB 관련 용어 및 정의/약어/단위/기호 등 표준 개발
- 우주용 PCB 설계 및 제작 요구사항 표준 개발
- 우주용 PCB 적격성 검증 및 조달 요구사항 표준 개발
- 우주용 PCB 수리 및 수정 요구사항 표준 개발
- 우주용 PCB 적격성 검증용 종류별 Test Vehicle 및 Test Coupon 규격(도면) 개발
 - * Vehicle : 적격성 검증 대상 기술의 특성을 대표하는 시험용 제품 또는 구조물
 - * Coupon : 적격성 검증을 위하여 특정 시험 및 검사에 사용되는 소형 시험회로
- ※ 본 연구에서 제시하는 산출물의 내용 중 구체화가 필요한 요구사항, 허용기준 등은 사진/삽화 등을 통해 상세 제시(저작권 적법성 확보 필요)

2. 연구 현황 및 전망

가. 국내

- 국내 PCB 제조기술은 세계적인 수준의 경쟁력을 확보하고 있으나 우주용 PCB 관련 국가 차원의 표준 및 검증 체계는 부재한 상황임.
- ECSS, IPC 등을 참고하여 기관 및 사업별 자체 표준서(품질요구서)를 기반으로 운용하고 있는 등 사업별 기준이 상이하어 산업계 공통 활용에 한계가 있음.
- 우주 산업의 확대와 국방 우주 발전에 따라 우주 부품 기술 자립 및 주권 확보와 표준화·검증 체계 구축 필요성이 증대되고 있음.

나. 국외

- 유럽(ECSS)
 - ECSS-Q-ST-70 시리즈를 중심으로 PCB 설계, 제조, 적격성, 품질보증, 수리 표준 운영
 - (ECSS-Q-ST-70-12C) Design rules for printed circuits boards : 적층구조, 패턴 폭, 간격 등 PCB 설계 입력 조건들을 규정하여 설계 요구사항 표준화
 - (ECSS-Q-ST-70-60C) Qualification and procurement of printed circuits boards : PCB의 적격성 시험, 제조 공정 검증 등을 통한 적격성 검증, 공급자 관리, 조달 요구사항 표준화
 - (ECSS-Q-ST-70-28C) Repair and modification of printed circuits boards assemblies for space use : 신뢰성 확보를 기반으로 한 PCB 수리, 수정, 재작업 등의 요구사항 표준화
- 미국
 - (NASA) GSFC-STD-8001 등 PCB 품질보증 요구사항 운영, NASA Technical Standards 기반 품질체계 구축
 - (MIL) MIL-PRF-31032 등 PCB 제조 및 품질보증 규격 운영, 제조업체 검증 및 품질 관리 중심 체계 구축
- IPC
 - IPC-2221, IPC-2222, IPC-6012 등 글로벌 PCB 산업 표준 운영, 항공우주 및 군수 분야 Class 3 적용

다. 국내외 연구수준 비교 및 협력 가능성

- 국내는 PCB 제조기술은 우수하나 우주용 PCB 표준 및 검증 체계는 초기 단계 수준임.
- 미국 및 유럽은 설계부터 검증, 조달 및 유지관리까지 포함하는 체계적인 표준체계를 구축하여 운영 중임.
- 해외 규격 및 표준을 분석·비교하고 국내 우주 산업 환경에 적합한 표준화 체계를 개발함으로써 향후 국제 표준과의 정합성 확보 및 국내외 협력 확대가 가능할 것으로 기대됨.

3. 연구개발계획

가. 연구 목표

- 우주용 PCB 관련 해외 표준 및 검·인증 절차 분석을 통한 국내 적용성 검토
- 이해관계기관 전문가로 구성된 표준개발 WG 운영을 통해 국제수준에 부합하되, 국내 실정이 반영된 표준(안) 개발
 - * 이해관계기관 : 수요기관(국과연, 항우연 등), 품질기관(기품원 등), 산업계(체계개발 업체, 우주용 PCB 업체(최소 2개) 등), 시험기관 및 기타 정출연, 학계 및 협회 등
- 우주용 PCB 관련 용어 및 정의/약어/단위/기호, 설계 및 제작, 적격성 검증, 조달, 수리 및 수정 분야의 표준(안) 개발
- 우주용 PCB 적격성 검증용 종류별 Test Vehicle 및 Test Coupon 규격(도면) 개발
 - ※ 본 연구에서 제시하는 산출물의 내용 중 구체화가 필요한 요구사항, 허용기준 등은 사진/삽화 등을 통해 상세 제시(저작권 적법성 확보 필요)

나. 연구 내용

구분	연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> · 국내외 우주용 PCB 관련 표준화 동향 조사·분석 * 국외 표준(ECSS, NASA, MIL, IPC 시리즈)·인증 체계 분석 * 국외 표준과의 GAP 분석을 통한 표준화 요구사항 국내 적용성 검토 · 우주 표준서 개발을 위한 전문가 WG 기획 및 운영 * 워킹그룹 구성 : PCB 제조기업, 항공우주 및 방산 업체, 시험 기관, 연구 기관 등 · 국방우주 PCB 적용환경 분석, 표준화 범위 및 체계 수립 * 우주환경 및 군 운용환경 요구사항 분석, 국내 우주·방산 적용사례 조사 * 우주용 PCB 표준화 추진 전략 수립 및 표준화 범위·대상 도출
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> · 우주용 PCB 관련 용어 및 기본사항 표준화 요구사항 도출 * 우주용 PCB 용어·정의·약어·단위·기호 등 기본 및 공통적 요구사항 분석 · 우주 PCB 설계 표준화 요구사항 도출 * 우주용 PCB 설계 및 제작 관련 기술적 요구사항 분석 및 핵심 설계 요소 검토 · 우주 PCB 적격성 검증 및 조달 표준화 요구사항 도출 * 시험항목, 절차 및 판정기준 개발 · 우주 PCB 수리·재작업 표준화 요구사항 도출 * 수리범위 및 허용기준 정의, 재작업 절차 항목 개발 · 우주용 PCB 적격성 검증용 Test Vehicle 및 Test Coupon 대상 식별 · 2차년도 연구 내용에 대해 전문가 워킹그룹을 포함한 유관기관·업체 등 의견 수렴
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> · 우주용 PCB 관련 용어 및 기본사항 표준 초안 개발 * 우주용 PCB 용어·정의·약어·단위·기호 등 기본사항에 대한 표준화 항목 도출 · PCB 설계 및 제작 표준 초안 개발 * 국내 PCB 제조 환경을 고려한 설계 및 표준화 항목 도출 · PCB 적격성 검증 및 조달 표준 초안 개발

	<ul style="list-style-type: none"> * 적격성 평가 항목, 시험방법 및 판정 기준 검증 절차 및 적용 기준 도출 • PCB 수리 및 수정 표준 초안 개발 * 수리·수정 절차, 검사방법 및 재검증 요구사항 표준화 • 우주용 PCB 적격성 검증용 Test Vehicle 및 Test Coupon 규격(도면) 초안 개발 • 3차년도 연구 내용에 대해 전문가 워킹그룹을 포함한 유관기관·업체 등 의견 수렴
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 우주 PCB 표준(안)·Vehicle·Coupon 시범 적용 및 고도화 * 국내 PCB 제조기업 적용성 평가, 우주·방산 체계 검증 등 * 제조성·검사성·정비성 평가, 산업계 의견 수렴 • 적격성 검증체계 실증을 위한 시험 수행, 품질평가 및 데이터 확보 * 적격성 검증용 Test Vehicle 및 Test Coupon 규격(도면) 활용 • 4차년도 연구 내용에 대해 전문가 워킹그룹을 포함한 유관기관·업체 등 의견 수렴
5차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 우주 PCB 표준 최종(안) 도출 및 제정 추진 * 미비사항 보완, 적용결과 반영한 최종 표준(안) 도출 * 워킹그룹 및 이해관계자 등 최종 전문가 의견 수렴 * 표준 제정 절차에 따른 제정 추진(기술검토협의회, 제정심의, 후속조치 등) • 5차년도 연구 내용에 대해 전문가 워킹그룹을 포함한 유관기관·업체 등 의견 수렴

다. 전체 연구개발비 최대 지원규모 : 8억원(연구개발기간 : 48개월)

- 소요예산은 R&D 예산 편성에 따라 변경될 수 있음

4. 적용 및 파급효과

가. 적용분야

○ 민수

- 위성체 및 위성탑재체, 발사체 전장품 등의 품질 향상
- 지상관제시스템, 항공전자장비, 고신뢰성 산업용 전자장비(제어장치, 센서모듈, 전장품 등) 고신뢰 제품군의 신뢰성 확보

○ 군수

- ECSS, NASA 등 해외표준에 의존해오던 우주용 PCB 표준화 구조를 국가 주도 표준 체계로 전환
- 극한환경 대응을 위한 국내 우주용 전자 부품의 고신뢰 설계, 제조, 검증기준 확보

나. 파급효과

○ 기술적 측면

- 국내 우주용 PCB 품질 및 신뢰성 향상, 기술자립 기반 확보
- 국내 우주용 PCB 표준화 체계 구축 및 국제 표준과의 정합성 확보

- 경제적 측면
 - 국내 우주 PCB 중복 시험에 따른 개발 및 검증 비용 절감, 개발기간 단축
 - 우주 부품 국산화 촉진 및 공급망 안정성 확보
 - 국내 우주 PCB 수출 경쟁력 향상 및 우주 산업 생태계 활성화

5. 연구 결과 제시물 및 평가항목

가. 연구결과 보고서 및 표준(안)

- 최종보고서
 - 우주용 PCB 표준화 연구 최종 보고서
- 표준(안)
 - 우주용 PCB 관련 용어 및 정의/약어/단위/기호 등 표준(안)
 - 우주용 PCB 설계·제작 요구사항 표준(안)
 - 우주용 PCB 적격성 검증 및 조달 요구사항 표준(안)
 - 우주용 PCB 수리·수정 요구사항 표준(안)
 - 우주용 PCB 적격성 검증용 종류별 Test Vehicle 및 Test Coupon 규격/도면(안)
 - ※ 본 연구에서 제시하는 산출물의 내용 중 구체화가 필요한 요구사항, 허용기준 등은 사진/삽화 등을 통해 상세 제시(저작권 적법성 확보 필요)

나. 평가항목

- 연구 수행방법 및 과정의 타당성
- 최종 목표의 달성도
- 연구결과의 활용성(민·군 분야에서의 이용 가능성) 등

6. 참여 요건

가. 추진 체계 요건

- 주관연구개발기관 : 민·군기술협력사업 촉진법 제7조제2항 및 동법 시행령 제14조제2항 각 호에 해당하는 기관 또는 단체
- 공동 및 위탁연구개발기관 : 제한 없음 (기업참여의 경우 참여 필요성 및 역할 제시)
- 기업 분담율 : 국가연구개발혁신법 시행령 제19조

나. 연구책임자의 자격 및 과제 신청요건

- 연구책임자의 자격 : 관련분야의 연구 경험이 풍부한 연구자를 책임자로 선임하여 연구의 최종목표를 달성할 수 있도록 계획, 업무프로세스 정립, 원활한 추진 및 조정과

과제관리를 수행할 수 있어야 함

- 과제 신청요건 : 주관연구개발기관은 제안한 연구개발 목표를 충분히 달성할 수 있는 연구팀을 구성하여야 하며, 필요시 컨소시엄을 구성할 수 있음

7. 참고문헌

- MIL-PRF-31032, "PRINTED CIRCUIT BOARD/PRINTED WIRING BOARD, GENERAL SPECIFICATION FOR"(2025)
- ECSS-Q-ST-70-12C Rev.1, "Design rules for printed circuit boards"(2025)
- ECSS-Q-ST-70-60C Rev.1, "Qualification and procurement of printed circuit boards"(2025)
- ECSS-Q-ST-70-28C, "Repair and modification of printed circuits board assemblies for space use"(2008)
- GSFC-STD-8001, "Standard Quality Assurance Requirements for Printed Circuit Boards"(2019)
- 은희광 외, "우주기술개발 표준지침 마련", 한국항공우주연구원(2020)
- 이창호 외, "위성 제품보증 표준개발 및 우주용 소재·부품 인증체계 구축", 한국항공우주연구원(2017)
- 강한철, "인공위성에 대한 군사적 활용 및 통제방안", The Korean journal of air and space law, 20(2), pp. 159 - 234(2005)
- "우주 시대 전망 및 우주제품 품질보증 추진방안", 한국우주기술진흥협회(2021)
- 이동현, "국방우주, 안보를 넘는 산업 전략의 미래자산", 기술과 혁신, vol. 472(2025)