

[첨부 7] 차세대 소형위성 제품보증 요구조건

차세대 소형위성 프로그램을 위한
제품 보증 요구조건

2013년 8월

KAIST 인공위성연구센터

목 차

1. 개 요.....	5
1.1. 목 적.....	5
1.2. 적용 범위.....	5
1.3. 약어 및 정의.....	5
2. 제품보증 관련 문서.....	8
3. 제품보증 프로그램 계획.....	10
3.1. 제품보증 프로그램 계획.....	10
3.2. 사전 인증/비행 하드웨어.....	10
3.2.1. 사전 인증/비행 품목에 대한 근거자료 제시.....	10
3.2.2. 간단한 수정 품목.....	11
3.3. 부계약자의 검토회의 요구사항.....	11
3.4. 제품보증 수행현황 보고서.....	11
4. 안전-시스템 요구사항.....	13
4.1. 개 요.....	13
4.2. 사고/사건의 보고.....	13
5. 전기/전자/전자기계 부품.....	14
5.1. 표준부품.....	14
5.2. 비표준부품.....	14
5.2.1. 비표준부품의 사양.....	14
5.2.2. 비표준부품의 관리.....	14
5.3. 부품인증 및 적합성 검사.....	15
5.4. 복합 마이크로 회로.....	15
5.5. 부하경감(Derating).....	16
5.6. 우주방사선에 대한 내성.....	16
5.7. 부품식별 목록.....	16
5.8. 부품의 추적.....	17
6. 자재 및 공정관리 요구조건.....	18
6.1. 일반 요구조건.....	18
6.2. 자재선정 요구조건.....	18
6.2.1. 적합자재.....	18
6.2.2. 부적합 자재.....	18
6.2.3. 폴리머 소재.....	19
6.2.4. 무기물 소재.....	20
6.2.5. 윤활제.....	20

6.3.	공정선택 요구사항.....	21
6.3.1.	용접/브레이징(Brazing) 및 납땜.....	21
6.3.2.	PCB 제작.....	21
6.4.	자재구입 요구조건.....	21
6.4.1.	원자재 구입.....	21
6.4.2.	구입완성품에 사용된 원자재 관리.....	21
7.	신뢰성 요구사항.....	22
7.1.	일반 요구사항.....	22
7.1.1.	설계 보증 요구사항.....	22
7.1.2.	사양, 도면, 시험절차 관리.....	22
7.2.	신뢰성 관리.....	22
7.2.1.	위험요소 관리.....	22
7.2.2.	위험요소 분석 및 항목 관리.....	22
7.2.3.	시험 결과/경향 분석.....	23
7.2.4.	수명제한 항목과 운용 수명 관리.....	23
8.	품질 보증 요구조건.....	25
8.1.	일반 요구조건.....	25
8.1.1.	목적.....	25
8.1.2.	품질 보증 시스템.....	25
8.2.	품질보증 관리의 조직화.....	25
8.3.	식별과 추적가능성.....	25
8.4.	조달 요구조건.....	26
8.4.1.	조달 문서의 리뷰.....	26
8.4.2.	납품 검사.....	26
8.5.	제작 감독.....	26
8.5.1.	제작 과정의 감독.....	26
8.5.2.	작업지시.....	26
8.5.3.	제작교육 및 훈련(Training).....	27
8.6.	오염 관리.....	27
8.7.	정전기 방전 관리.....	27
8.8.	부적합 관리.....	27
8.8.1.	예비 검토.....	28
8.8.2.	오류/실패 보고.....	28
8.9.	최종납품문서.....	28
8.10.	취급/저장/보관/표시/포장/선적 관련사항.....	29
9.	형상관리.....	30
9.1.	형상관리 개요.....	30

9.2.	형상관리 계획.....	30
9.3.	형상의 식별.....	30
9.3.1.	납품 품목 식별과 표시.....	30
9.3.2.	식별자 관리.....	30
9.3.3.	식별된 도면 목록.....	30
9.3.4.	형상기준.....	31
9.4.	형상 변경 관리.....	31
9.5.	형상 관리 체계.....	31
9.6.	형상관리 감사(audit).....	31
부록 A:	제출 자료/문서 요구사항.....	32
부록 B:	프로젝트 관련 용어 정의.....	33

1. 개요

1.1. 목적

이 문서의 목적은 차세대 소형위성 (NEXTSat: Next Generation Small Satellite)의 인증모형/비행모형 하드웨어, 소프트웨어 및 지상지원시험장비(GSE: Ground Support Equipment)의 개발에 관련된 내부 엔지니어들과 인증모형, 비행모형, 및 지상지원시험장비를 주관연구기관인 인공위성연구센터(SaTReC: Satellite Technology Research Center, 이하 주관연구기관으로 표기)에 공급하는 부계약자들에게 적용할 수 있는 최소한의 제품보증 요구사항(PAR: Product Assurance Requirement)을 명시하는 것이다. 별도의 명시가 없는 경우 이 PAR의 요구사항은 인증모형, 비행모형, 지상지원시험장비에 적용된다.

1.2. 적용 범위

이 제품보증 요구사항 문서의 의도는 부계약자들이 차세대소형위성의 요구사항에 맞춰 조달하는 데에 있어 기존의 문서와 제품보증 시스템을 가능한 한 활용하도록 하는 데에 있다. 부계약자에 의해 진행중인 시스템 개발, 수립된 계획 및 절차가 이 제품보증 요구사항 문서의 의도와 내용에 부합하는 경우 이들은 부계약자의 기준으로 이용될 것이다. 제품보증을 요하는 업무나 분석에 관하여 문서를 작성할 때 이 문서 혹은 계약 시에 별도로 명시되지 않은 경우 부계약자의 양식을 이용한다. 주관연구기관은 제출된 제품보증 문서가 이 제품보증 요구사항 문서의 의도에 부합하지 않을 경우 부계약자의 양식이나 내용에 대해 불허할 권리를 가진다.

1.3. 약어 및 정의

이 문서 전반에 걸쳐 흔히 이용되는 약어는 아래와 같이 요약된다. 또한, 이 문서와 물품 조달에 있어 이용될 용어들의 정의 또한 나열되어있다.

ACA	At Contract Award
ASTM	American Society for Testing and Materials
CDR	Critical Design Review

CIL	Critical Items List
CMS	Code Management System
CVCM	Collected Volatile Condensable Mass
DPA	Destructive Physical Analysis
EEE	Electrical Electronic, and Electromechanical
EGSE	Electrical Ground Support Equipment
EI	End Item
ESD	Electrostatic Discharge
GEVS	General Environmental Verification Specification
GMI	GSFC Management Instruction
GSE	Ground Support Equipment
GSFC	Goddard Space Flight Center
M&P	Materials and Processes
MGSE	Mechanical Ground Support Equipment
MIL-STD	Military Standard
MIP	Mandatory Inspection Point
MPL	Materials and Processes List
MRR	Manufacturing Readiness Review
MUA	Materials Usage Agreement
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NDT	Non-Destructive Testing
NSPAR	Non-Standard Parts Approval Request
NSPL	NASA Standard Parts List
NVR	Nonvolatile Residue
PA	Product Assurance
PAMPL	Project Approved Materials and Processes List
PAPL	Project Approved Parts List
PAPP	Product Assurance Program Plan
PAR	Product Assurance Requirements
PDR	Preliminary Design Review
PIL	Parts Identification List
PIND	Particle Impact Noise Detection
P/L	Payload
PM&P	Parts, Materials and Processes
PMPCB	Parts, Materials, and Processes Control Board
PPL	Preferred Parts List

PSR	Pre-Ship Review
PWB	Printed Wire Board
QA	Quality Assurance
QCM	Quartz Crystal Microbalance
SDR	System Design Review
SRP	Standard Repair Process
SRR	System Requirements Review
TBC	To Be Confirmed
TBD	To Be Determined
TRR	Test Readiness Review

2. 제품보증 관련 문서

이 문서와 개정본의 적용 범위는 아래 나열된 바와 같다. 이 제품보증 문서와 다른 참고문서의 내용이 상이(相異)할 경우 문제가 주관연구기관에 의해 해결될 때까지 제품보증 요구사항 문서의 요구사항이 우선적으로 적용될 것이다. 만약 부계약자가 이미 참고문서의 요구사항에 따라 내부 관리 문서를 작성한 경우 주관연구기관에 이의 사용에 대해 요청할 수 있다.

Paragraph Number	Document Number	Title
5.1	GSFC PPL-21	GSFC Preferred Parts List
5.1, 5.8	MIL-STD-975 (NSPL)	NASA Standard Electrical, Electronics, and Electromechanical (EEE Parts List)
5.2.1	MIL-STD-490	Specification Practices
5.4	MIL-STD-883	Test Methods and Procedures for Microelectronics
5.4	MIL-STD-750	Test Methods for Semi-conductor Devices
5.5	MIL-M-38510	General Specification for Microcircuits (General Requirements for Custom Hybrid Microcircuits-Class B)
5.5	MIL-H-38534	General Specification for Custom Hybrid Microcircuits (Class H)
8.8	DOD-STD-1686	Electrostatic Discharge Program for Protection of Electrical and Electronic Parts
6.1	NHB 8060.1B	Flammability, Odor, and Outgassing Requirements and Test Procedures for Materials in Environment that Support Combustion
6.1, 6.2.3.2	ASTM E-595	Total Mass Loss (TML) AND Collected Volatile Condensable Material (CVCM) from Outgassing in a Vacuum Environment
6.1, 6.2.4	MSFC-SPEC-522B	Design Criteria for Controlling Stress Corrosion Cracking
6.1	GSFC S-313-100	GSFC Fastener Integrity Requirements
6.2.4	MIL-STD-889	Dissimilar Metals
6.3	NHB 5300.4(3A-1)	Requirements for Soldered Electrical Connectors
6.3	NHB 5300.4 (3G)	Requirements for Interconnecting Cables, Harnesses and Wiring
6.3	NHB 5300.4(3H)	Requirements for Crimping and Wire Wrap
6.3	NHB 5300.4(3I)	Requirements for Printed Wiring Boards
6.3	NHB 5300.4(3J)	Requirements for Conformal Coating and Staking of Printed Wiring Boards and Electronic Assemblies
6.3	NHB 5300.4(3K)	Design Requirements for Rigid Printed Wiring Boards and Assemblies
6.3.2	MIL-P-55110	General Specification for Printed Wiring Boards
8.10	NHB 5300.4(1B)	Quality Program Provisions for Aeronautical and Space System Contractors

6.2.4.1, 8.5	MIL-STD-105	Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes
8.12	NHB 6000.1 (Exhibit A)	Requirements for Packaging, Handling and transportation
8.12	MIL-STD-129	Marking for Shipment and Storage
9.3.1	MIL-STD-2073	DOD Material Procedure for Development and Application of Packaging Requirement

3. 제품보증 프로그램 계획

3.1. 제품보증 프로그램 계획

부계약자의 제품보증 프로그램은 설계 및 제작 절차가 명시된 요구사항에 부합하고, 그렇게 조달된 하드웨어가 이 제품보증 요구사항에 명시된 비행모형 기준에 맞게 제작되었거나, 제작될 것임을 보여야 한다. 부계약자의 제품보증 프로그램은 공급자에 의해 수행된 것을 포함하는 모든 업무에 적용되어야 한다.

부계약자는 이 제품보증 요구사항의 요구사항을 해당 시설에서 수행하는 것은 물론 하부 계약자와 공급자에 대한 적용에까지 우선적인 책임을 가진다. 주관연구기관은 부계약자와 하부 계약자 및 공급자의 업무, 활동, 운영, 문서 등에 대해 평가하고 확인 및 조사할 수 있는 권리를 가진다. 이러한 활동은 부계약자와 함께 프로그램 시행에 앞서 진행될 것이다.

3.2. 사전 인증/비행 하드웨어

이전에 검증된 바 있거나 비행에 사용되어 우주인증이 된 하드웨어/부품은 우주인증 하드웨어/부품으로 인정되어 사전 인증기록 제시(提示)만으로 적용이 가능하며, 기존에 사용된 장비와 동일하거나 매우 작게 수정되어 기 검증된 것으로 인정할 수 있는 장비는 유사성에 의해 검증된 것으로 고려된다. 만약 기 검증된 하드웨어나 사용되었던 하드웨어가 조달될 경우 부계약자는 제조 계약 이전에 관련된 자료 및 문서를 제출함으로써 제품보증 요구사항에 부합함을 보여야 한다. 이 문서는 지난 프로젝트에 문서로 남아있을 것이며 양식의 변화는 요구되거나 허용되지 않는다.

3.2.1. 사전 인증/비행 품목에 대한 근거자료 제시

계약 전, 혹은 계약 시에 계약자는 규격품과 기 검증된 품목, 그리고 기 사용된 하드웨어의 규격과 이 하드웨어가 사용되었던 프로그램에 대한 설명을 제출해야 한다. 부계약자는 하드웨어가 검증된 이후 수정된 부분이 있을 경우 그 부분을 명시해야 한다. 부계약자는 이 하드웨어가 설계되고 이용된 기반 요구조건을 제출해야 하며 차세대 소형위성의 요구사항에 부합하지 않는 사항에 대해서 별도 표기하고, 그러한 하드웨어가 사용적격 판정을 받을 근

거를 제시해야 한다.

3.2.2. 간단한 수정 품목

기 검증되었거나 이용된 바 있는 하드웨어가 차세대 소형위성 요구사항에 부합되기 위해 사소한 수정이 필요하고, 부계약자의 판단에 이러한 변경이 유사성에 의한 검증이 가능할 것으로 보일 경우, 부계약자는 필요 하드웨어 변경 부분에 대해 별도 표기하고 이 하드웨어가 “유사성에 의한 검증”으로 사료될 수 있는 근거를 제시해야 하며, 필요한 변경을 수행하기 위한 계획을 제안해야 한다.

3.3. 부계약자의 검토회의 요구사항

부계약자는 새로운 것과 수정된 모든 조달 사항에 대해 내부 검토를 수행해야 한다. 부계약자의 검토 절차에는 최소한 시스템 요구사항 검토회의 (SRR: System Requirement Review), 사전설계 검토회의 (PDR: Preliminary Design Review), 최종설계 검토회의 (CDR: Critical Design Review), 시험준비 검토회의 (TRR: Test Readiness Review), 선적(船積)전 검토회의 (PSR: Pre-Shipment Review)로 구성되어야 한다. 사전설계 검토회의와 최종설계 검토회의는 부품들이 검토회의 자료에 서술된 것과 제작 도면 등의 요구사항을 만족함을 제시해야 한다. 최종설계 검토회의에서는 부계약자의 부품제조 공정절차가 이 제품보증 요구사항에 명시된 기준에 비추어 준비된 정도에 대해 다루어야 하며, 부품의 성능, 분석, 실험, 보고서 및 다른 관련 서류에 대한 검토 결과가 사전설계 검토회의와 최종설계 검토회의에 포함되어야 한다. 관련 검토는 부계약자 인원 중, 하드웨어 및 소프트웨어 설계와 무관한 의해 이루어져야 한다. 주관연구기관은 이러한 검토 시에 참여하도록 한다. 검토 결과는 문서화되어야 하고 주관연구기관에 제출되어야 한다.

3.4. 제품보증 수행현황 보고서

부계약자는 격월로 제출되는 진행 보고서의 일부로서 제품보증 수행현황을 보고해야 하며, 다음과 같은 항목을 포함하여야 한다.

- A. Unresolved safety program issues
- B. Summary of key inspection and test activities

- C. Summary of audit reports
- D. Summary of open failures
- E. Summary of software
- F. Status of procurement and supplier Product Assurance Program
- G. Configuration Status
- H. Updated Approved Part, Material and Process list
- I. Request status for using non-standard part and non-compliance material
- J. Waiver request for use of materials whose shelf life has expired

4. 안전-시스템 요구사항

4.1. 개요

부계약자는 안전 규정 준수에 충실해야 한다. 주기적으로 위의 규정에 대한 부합 여부를 확인하기 위해 감사가 수행된다. 부계약자는 하드웨어가 장비 사양 및 제작 지시도면에 명시된 바와 같이 조달될 수 있도록 기술적 안전 요구사항을 준수해야 한다.

4.2. 사고/사건의 보고

계약된 하드웨어에 피해를 줄 수 있는 모든 사고와 사건은 72시간 이내에 주관연구기관에 보고되어야 한다. 검토를 위해 재발 방지를 위한 대책 또한 제출되어야 한다. 최종처리보고서는 45일 이내에 제출되어야 한다.

NOTE : SAFETY DEFINITIONS

- Accident. 인명의 사망이나 중대한 부상 혹은 조달되는 장비에 대한 중대한 손상을 초래한 사건 혹은 사건들.
- Incident. 비용이나 일정에 미치는 중대한 영향을 동반하는 제품에 대한 손상 초래 사건.
- Damage. 파괴, 파손, 절단, 혹은 제품의 손상.

5. 전기/전자/전자기계 부품

5.1. 표준부품

차세대 소형위성에 활용되는 최대 범위는 다음 우선순위에 따라 등급 3까지의 표준부품으로 사용해야 한다: 1) GSFC Preferred Parts List 21 (PPL-21); and 2) ESA QPL; 3) NASA Standard EEE Parts List, MIL-STD-975 (NSPL). 표준부품은 GSFC PPL-21, ESA QPL 그리고, NSPL에 포함된 등급 1, 등급 2, 등급 3 부품들이다. 표준 전기/전자/전자기계 부품(EEE Parts: Electrical, Electronic, and Electromechanical Parts)은 해당 부분에 명시된 사양에 따라 조달되어야 한다. 임무와 활용 요구사항에 부합하는 표준부품은 별도 주관연구기관의 승인 없이 사용될 수 있다. 제작일 코드(Lot date code)가 있는 EEE 부품은 계약시부터 (추후결정)년 이상 되어선 안된다.

5.2. 비표준부품

비표준부품은 표준부품으로 정의되지 않은 모든 부품을 칭한다. 부계약자는 비표준부품의 사용에 제한을 두어야 한다. 부품에 대한 상세한 검토 후에 비표준부품의 사용이 요구될 경우, 부계약자는 비표준부품 사용승인 요구서 (NSPAR Non Standard Parts Approval Request)에 정당한 사용 이유를 명시하여 주관연구기관의 Parts, Materials, and Processes Control Board (PMPCB)에서 검토하고 승인할 수 있도록 제출해야 한다.

5.2.1. 비표준부품의 사양

비표준부품은 등급 3 표준부품의 품질에 상응하는 부품이어야 한다. 비표준부품은 MIL-STD-490을 따르는 관리사양으로 조달되어야 한다. 부품 공급자에 대한 부품 요청 또한 MIL-STD-490 양식이나 이에 준하는 부품 명세에 따라 이루어져야 한다. 비표준부품의 사양에는 물리적, 환경적 성능과 검증 요구사항이 포함되어야 하고, 가장 근접한 부품의 요구사항과 동등해야 한다.

5.2.2. 비표준부품의 관리

주관연구기관이 비표준부품의 선정, 활용, 평가, 허용 기준 등에 대한 최종승

인을 수행한다. 표준부품을 제외한 모든 새로운 부품에 대해서 비표준부품 인증요구서는 PMPCB에 제출되어야 한다. 요청을 위해 필요한 최소한의 데이터는 아래와 같다:

- 부품 사용의 근거 및 정당성
- 부품 사용 승인 근거
- 가능할 경우, 전체 신뢰성 내역, 실험 데이터, 다른 프로그램에서의 사용 내역, 적용 가능한 파괴 분석 정보
- 사용 가능성 및 가능한 공급원
- 사용 성능, 활용성, 조달 요구사항, 기 사용 현황, 활용 한계, 검증 상태, 제조사 검증 현황, 주의사항, 정전기 방전 등의 데이터
- 해당되는 경우, 사용에 한계가 있으나 의심되는 부품, 재료, 운전 과정에 대해서 표기되어야 한다.

주관연구기관에 의해 기 승인된 바 있는 비표준부품의 경우, 부계약자는 추적 가능한 자료와 프로그램 승인 날짜를 제시해야 한다. 이 과거 승인 문서는 차세대 소형위성에 적용 가능 여부를 확인하기 위해 주관연구기관에 의해 검토된다. 적용 가능한 것으로 판단될 경우 새로운 비표준부품 사용승인 요구서는 요구되지 않는다.

5.3. 부품인증 및 적합성 검사

모든 부품은 면밀히 분석될 것이며, 비행모델 적용 가능여부 내역은 모두 문서화될 것이다. 자격 검증은 현재 데이터, 유사성, 조립 단계, 실험 또는 그것의 조화성을 근거로 이루어진다. 부품 공급자의 성능 내역이 자격 검증을 결정하는 데에 가장 중요한 요소가 된다.

5.4. 복합 마이크로 회로

NASA/GSFC PPL 이나 NSPL에 표준부품으로 포함되어있지 않은 복합 마이크로 회로(hybrid microcircuits)은 비표준부품 관리의 대상이다. 이들의 선정이나 승인은 MIL-M-38510의 요구 조건과 같게 이루어지며, 마이크로 회로의 일반 사양은 MIL-H-38534 (Custom Hybrid Microcircuits-Class H)에 근거한다.

5.5. 부하경감(DERATING)

주관연구기관의 부하경감 요구 조건, 또는 주관연구기관에 의해 승인된 경우 부계약자의 조건을 충족하는 것을 확인하기 위해 부품의 활용은 부계약자에 의해 검토되어야 한다. 모든 EEE 부품에 적용되는 부하경감 원칙은 신뢰도 요구사항에 부합하는 부품 파괴율을 획득하기 위해 전압, 전류, 전력, 온도, 기계적 환경, 사용빈도(duty cycle) 등의 활용 조건을 제한해야 한다. 편차가 발생할 경우 주관연구기관의 승인을 요한다. 부하경감 요구조건 문서에 기술되지 않은 부품/장비의 부하경감에 대해서는 주관연구기관의 검토와 승인을 위해 제출되어야 한다.

5.6. 우주방사선에 대한 내성

표준 및 비표준 부품은 명시되거나 예상된 우주방사선 환경에의 임무 활용에 부합할 수 있도록 선정되어야 한다. 우주방사선 환경은 총방사선량 효과(TDE: Total Dose Effects)와 단일사건효과(SEE: Single Event Effects) 두 가지의 다른 효과를 가진다. 각각의 부품 형상과 사용은 이러한 효과를 고려하여 검토되고 분석되어야 한다.

5.7. 부품식별 목록

부계약자는 부품식별 목록(PIL: Parts Identification List)을 이용하여 조달하기로 한 부품의 목록을 작성해야 한다. PIL은 부록 A의 일정표에 따라 주관연구기관에 제출되어야 하며, 이것은 차세대 소형위성 프로그램 승인부품 목록의 일부가 될 것이다. PIL은 프로젝트 개시 시점에 MIL-STD-975와 NASA/GSFC/ESA의 요구사항에 부합하는 설계 승인 부품과 그 공급자들의 목록이다. 부계약자는 PIL을 PMPCB에 명시된 양식이나 부계약자의 그에 상응하는 양식을 이용하여 부록 A의 일정표에 따라 준비하고 유지하고 제출해야 한다.

각각의 부계약자들은 개별 부품 승인 요청, 비표준부품 사용승인 요구서 등을 PMPCB에 발표할 대표자를 두어야 한다. 이 기관에 의해 전적으로 분석되고 승인(자격 검증 배경 포함)되지 않는 한 최초의 승인부품 목록에 대한

항목 추가나 개정은 불가하다.

또한, 부계약자는 특별한 주의가 요구되는 부품에 대해 위험(critical) 물품 관리목록을 준비해야 한다. 목록의 모든 부품은 위험 요소(부분)들과 각 요소에 대한 품질보증 관리가 요구된다. 이 목록은 프로그램 위험 하드웨어 목록에 포함될 것이다.

5.8. 부품의 추적

부계약자는 EEE 부품을 조달할 때, 제품 사양의 한 조건으로, 수취 후에는 부계약자 추적 번호로, 부품 추적이 가능하게 해야 한다. EEE 부품들은 검증된 제조사와 공급사로부터 조달되어야 한다.

6. 자재 및 공정관리 요구조건

6.1. 일반 요구조건

부계약자는 다음의 NASA/GSFC 요구 사항에 따라 자재 및 공정관리 프로그램을 시행해야 한다: NHB 8060.1B, ASTM E-595, MSFC-Spec-522B, GSFC S-313-100.

6.2. 자재선정 요구조건

자재 선택은 저비용, 생산성, 공정 신뢰성을 확보하는 목적을 가지고 이루어져야 한다. 우주선 활용에 성공한 사례를 가지고 있으며 그 특성과 데이터베이스가 존재하는 재료인 것이 중요하다. 자재와 공정 (M&P)의 선정은 우주 환경의 영향을 전적으로 고려하여 진행되어야 한다. 그러한 고려는 방사능, 산소 원자, 온도순환 효과, 진공 탈기체, 피로, 부식, 균열, 구동부의 윤활 지속, 임무 수명에 대한 설계 요건 충족 등을 의미한다. 유독성 기체방출, 기체방출, 재료의 가연성은 안전성과 신뢰성 확보를 위해 고려되어야 한다. 사용된 모든 자재와 공정은 부계약자의 자재 및 공정 목록(MPL: Material & Process List)에 포함되어야 한다. MPL은 검토와 승인을 위해 주관연구기관에 제출한다.

6.2.1. 적합자재

적합자재들은 비행 하드웨어의 최대 실용성을 위한 제작에 이용될 것이다. 적합성을 만족하기 위해, 재료들은 기존의 활용법에 따라 사용되어야 하며 이 절의 선정 기준에 부합해야 한다.

6.2.2. 부적합 자재

자재가 선정 기준의 요구 사항에 부합하지 못하거나, 부합하지만 기존의 활용법에 따라 사용되지 않는 경우, 이 자재는 부적합 자재로 분류된다. 만약 부적합 자재가 사용되어야 할 경우, 자재 사용동의서(MUA: Materials Usage Agreement)나 이에 상응하는 부계약자의 양식에 맞게 작성하여 MPL에 포함하기 전에 주관연구기관 PMPCB에 제출하여 승인 받아야 한다.

6.2.2.1. 규격품 하드웨어에 사용된 자재

규격품 하드웨어 중에서도 구체적인 자재 목록이 없거나 포함된 자재가 쉽게 알아내거나 바꿀 수 없는 경우 이는 부적합자재로 간주하여 인증시험이 이루어져야 한다. 이러한 경우, 부계약자는 어떤 척도로 그 하드웨어에 포함된 모든 자재가 사용 가능하다고 판단했는지에 대해 기술된 MUA를 준비해야 한다. 그러한 척도는 다음 중 하나이거나 여럿으로 이루어져 있을 수 있다: 용접 된 경우, 진공 베이크 아웃(bake out), 알려진 부적합 자재로서 변경 가능한 경우. 만약 진공 베이크 아웃이 오염 기체 방출을 줄일 방안으로 선택되었다면, 수정 진동자(QCM: quartz crystal microbalance)를 포함하여 베이크 아웃의 지속 기간과 효과를 정할 수 있게 한다.

6.2.3. 폴리머 소재

우주선의 외부 표면에 사용되는 유기 소재는 산소원자에 의한 부식을 견딜 수 있어야 한다. 모든 접착제, 필름, 열 제어 코팅은 기체 분출량이 제시되는 기준량보다 적어야 한다. 고분자(polymeric) 소재의 목록은 양식(또는 이에 상응하는 부계약자의 양식)에 따라 작성되어 계약 일정에 맞게 MPL의 일부로 주관연구기관에 제출되어야 한다. 소재 사용 승인은 가연성, 유독성 가스 분출, 진공 탈기체, 사용환경에 관련된 모든 소재 특성을 근거로 이루어진다. 소재가 이러한 기준을 충족하지 못하고, 적절한 대체 소재 또한 부재하는 경우에는 가능한 빨리 확인되어야 한다. 이러한 부적합 소재에 대한 사용 승인은 MUA의 부분으로 주관연구기관 PMPCB에 요청한다

6.2.3.1. 가연성 및 유독성 가스 분출

소재의 가연성과 유독성 가스 분출은 NHB.8060.1B에 기술된 실험 방식에 따라 결정된다. 모든 소재는 MPL에 목록화 되기 이전에 그 요구 조건을 충족해야 한다. 만약 어떤 소재가 이 요구조건을 충족하진 않지만 그 요구조건에 의도에는 부합하는 경우, 사용 전에 그 근거 자료와 MUA를 주관연구기관에 제출하여 승인을 요청할 수 있다.

6.2.3.2. 진공 탈기체

소재의 진공 탈기체에 대한 관리는 ASTM E-595의 사항을 기반으로 한다. 총 질량 손실이 1.0% (TBC) 이하이고, 휘발성 응축물(collected volatile condensed) 질량이 0.1% (TBC) 이하인 소재만이 진공 조건에서 사용되도록 승인된다. 만약 어떤 소재가 이 조건을 만족하지 못하나 활용 고려 요소에 따라 사용되어야만 할 경우, 그 수행 임무를 제시하여 PMPCB에 의해 승인될 수 있다.

6.2.3.3. 보관기간 관리 대상

제한된 보관기간을 가지는 자재의 경우 별도로 관리되어야 한다. 자재의 수취 시, 보관 시작일을 확인하여 기록해야 하고 (예, manufacturer's processing, 배송 날짜 혹은 수취 날짜) 특정 보관기간에 따라 저장 환경을 맞추어야 한다. 만약 소재가 보관기간을 지난 경우, 적절한 실험을 통해 그 소재가 변성되지 않았음을 보여야 한다. 이 실험 결과는 검토를 위해 PMPCB에 제출되어야 한다. 기한이 지난 오링(O-ring)과 같이, 제조된 물품들은 비행 하드웨어로 설치될 수 없다. 기한 만료 소재의 사용을 위해서는 PMPCB에 승인을 요청해야 한다.

6.2.4. 무기물 소재

MIL-STD-889에 명시된 바와 같이, 다른 금속을 접촉시켜 쓰는 경우는 설계 요구사항에 따라 비슷한 성질의 금속이 사용될 수 없는 경우만으로 제한한다. 다른 금속의 접촉이 불가피한 경우 부식을 피하기 위해 적절한 마감 공법을 사용해야 한다. 금속 합금은 피로 부식 균열을 막기 위해 MSFC-SPEC-522B에 따라 선정한다. 부적합 자재의 사용 승인을 위해서는 MUA와 피로 평가 문서가 PMPCB에 제출되어야 한다.

용접이나 납땜을 통한 연결은 최소화해야 한다. 용접이 된 경우 가열된 부분의 강성과 특성에 대한 영향 여부를 확인해야 한다. 세라믹이나 유리는 깨지기 쉬운 특성 때문에 사용할 수 없으나, 사용이 필요한 경우 부적합 자재로 분류한다. 무기 소재 목록은 해당 양식이나 부계약자의 이에 상응하는 양식에 작성되어 MPL에 포함한다. 이 목록은 부록 A에 명시된 일정에 따라 PMPCB에 제출하여 승인을 얻는다.

6.2.4.1. 나사류

일반 탄소나 저 합금강으로 만들어진 잠금 장치는 부식으로부터 보호해야 한다. 도금 할 경우, 우주의 환경에서 문제가 없어야 한다. RC 33보다 강한 철의 경우 도금은 철이 무르게 되지 않도록 하는 공정으로 진행해야 한다. MIL-STD-105가 예시 공정으로 이용될 수 있다.

6.2.5. 윤활제

윤활제는 제조 및 활용 용도(예상되는 환경에서의 사용 가능성, 오염 영향 여부 등)에 대한 적합성을 확인할 수 있는 실험 결과에 따라 선정되어야 한다. 이 판단에 따라 재료와 그 표면 마감 방법을 선정한다. 부계약자는 윤활

제 목록을 주관연구기관의 양식이나 이에 상응하는 부계약자의 양식에 작성하여 MPL에 포함한다.

6.3. 공정선택 요구사항

모든 제조 및 조립 공정은 소재의 특성을 유지하고 물리적 특성 변화가 잘 이해되고 제어될 수 있는 것으로 신중히 결정되어야 한다. 소재 공정 목록은 MPL의 일부로 PMPCB에 검토를 위해 제출해야 한다. 제작공정 제안 사본은 부록 A의 계약 일정에 따라 제출하여 승인 받아야 한다.

6.3.1. 용접/브레이징(Brazing) 및 납땜

허용된 용접/브레이징 및 납땜 절차는 MPL에 목록화되어야 한다. 비행 하드웨어의 모든 용접과 납땜(혹은 수리)은 적절한 산업의 예나 정부 기준의 절차에 따라 검증된 책임자에 의해 진행되어야 한다. 특정 용접/브레이징의 과정에서 용가재(filler material)은 호환 가능하거나 적절한 것이어야 한다.

6.3.2. PCB 제작

Strip-line과 micro-strip boards를 포함하는 PCB는 single, double-sided, multilayer printed wiring boards에 대하여 MIL-P-55110이나 이에 상응하는 모든 요구사항을 충족해야 한다. 다층기판(multilayer board)의 조달에는 Etch back 공정이 사용되어야 한다. PMPCB가 요구할 경우 쿠폰 테스트(coupon test) 결과를 제출해야 한다.

6.4. 자재구입 요구조건

6.4.1. 원자재 구입

원자재 구입은 관리대상에 포함된다. 구입한 원자재는 비파괴적, 화학적, 기계적, 물리적 실험의 결과, 혹은 그에 상응하는 인증서를 제시해야 한다. 이 데이터는 PMPCB에 정보로 제공해야 한다.

6.4.2. 구입완성품에 사용된 원자재 관리

모든 부계약자의 공급자들은 6.4.1의 요구사항을 충족하고, 요청할 경우 원자재에 대한 승인 실험 결과와 분석 결과를 제공해야 한다. 부계약자와 공급자들은 MPL에 포함될 사용된 모든 원자재에 대한 소재 목록을 제출한다.

7. 신뢰성 요구사항

7.1. 일반 요구사항

부계약자는 이 절의 요구사항을 만족시키는 데에 기존의 절차와 문서를 최대한 활용하여야 한다. 부계약자는 신뢰성 관리 계획이나 각각의 활동에서 절차의 기틀을 제시할 수 있는 내용을 PAPP안에 포함하여 준비해야 한다.

7.1.1. 설계 보증 요구사항

부계약자의 하드웨어 설계는 장비사양, 인위적 오류와 조립, 실험, 오동작의 고립, 유지에 대한 요구사항을 고려하여 이루어져야 한다.

7.1.2. 사양, 도면, 시험절차 관리

부계약자의 하드웨어는 독립적 검토 대상인 사양, 도면, 실험 절차에 의해 관리된다.

7.2. 신뢰성 관리

7.2.1. 위험요소 관리

소형위성에 적합하지 않은, 엄격한 신뢰도 모델과 예상을 수행하는 대신, 위험요소(Critical Items) 항목들이 Table 7.1에 정의된 위험성 범주에 따른 설계와 긴요부품을 바탕으로 나열된다.

Table 7.1 Criticality Category Definitions

Criticality Category	Definition
1	Risk causes damage by propagation to interfacing units
2	Risk causes the loss of the unit
3	Risk causes important unit degradation
4	Risk causes minor degradation
5	No effect

7.2.2. 위험요소 분석 및 항목 관리

비행장비에 대한 위험요소 분석은 설계 문제점 파악을 위해 설계 단계의 초

기에 수행되어야 한다. 프로그램 진행에 따라, 부가적인 정보를 얻게 됨에 따라 위험요소 분석은 보완되어야 한다. 위험요소는 내부의 인터페이스 혹은 개별 부품 단위에서 측정되어야 한다. 각각의 위험요소 항목은 각 단계의 분석과 그 다음 높은 단계에 대한 영향 확인을 위해 확인되어야 한다. 위험요소는 고장이나 파괴로 인한 가장 큰 영향을 바탕으로 그 중요도(criticality)가 부과된다. 중요도에 대한 범주는 Table 7.1과 같이 결정된다.

중요도 1, 2, 3에 해당하는 위험요소 항목은 실패나 고장에 경우를 확인하기 위해 필요시 개별 부품의 단계까지 매우 깊이 분석되어야 한다. 위험요소 분석 결과는 요구사항에 관련한 설계 평가에 이용된다.

위험요소 분석은 다중화 경로가 격리되거나 보호되어 특정 부분의 오동작에 의한 기능적 경로의 손실이 다른 기능적 경로들에 대한 영향을 미치지 않도록 하거나 다중화 경로로의 전환이 가능하도록 하기 위해 내부 다중화 요소를 분석해야 한다.

중요도 범주의 1, 2, 3에 해당하는 모든 위험요소 항목은 CIL(Critical Items List)에 정리되어 형상관리위원회(CCB: Configuration Control Board)에 제출되어야 한다. 그러한 항목의 보유 원인은 CIL에 포함되어야 한다. 위험요소 분석 보고서는 계약 일정에 맞게 CCB에 제출되어 검토 받아야 한다.

7.2.3. 시험 결과/경향 분석

시험으로 관찰 가능한 차세대 소형위성 장비의 위험요소 항목은 설계 검토 시에 확인되어 시험 중에 별도로 관리되어야 한다. 특이하거나 비정상적 경향이나 변화를 보이는 항목은 주관연구기관에 의해 확인되어야 한다. 실험 결과는 차세대 소형위성 시스템의 전체적인 신뢰도에 대한 영향을 확인하기 위해 검토되어야 한다.

7.2.4. 수명제한 항목과 운용 수명 관리

부계약자의 하드웨어의 모든 요소는 설계된 임무 기간 중 마모나 노후에 대해 검토되어야 한다. 시간(혹은 주기)이 지남에 따라 노후하여 사용 가능 기간이 제한되는 부품으로 운용 가능 시간이 임무 기간의 두 배에 못 미치는 경우, 혹은 특정한 지상 운용 조건을 요하는 하드웨어의 경우 별도로 파악되어야 하며 제작, 실험, 저장 중의 누적 시간(혹은 주기)을 확인할 수 있어야 한다. 지상 운용 기간 중의 노후화를 막기 위해 운용 시간과 운용 주기는 아래 명시된 제한을 넘지 않아야 한다.

- 장착(mounting)과 해제(unmounting)는 50회 미만이어야 한다. (TBC)
- 연결부의 장착과 해제는 50회 미만이어야 한다. (TBC)

- 전자 장비의 지상 운용시간은 5000 시간 미만이어야 한다. (TBC)
- 전자 기계 장비의 지상 운용시간은 1000 시간 미만이어야 한다. (TBC)
- 모든 장비에 대해 열진공 실험 시간은 600시간 미만이어야 한다. (TBC)
- 모든 장비의 전원을 켜고 끄는 반복회수는 1000회 미만이어야 한다. (TBC)

지상운용 시간은 제작에서 시작되어 발사 시에 끝난다. 요구될 경우, 장비 별로 지상 운용 시간에 대한 기록을 제출해야 하며, 최종납품문서에 첨부되어야 한다.

8. 품질 보증 요구조건

8.1. 일반 요구조건

8.1.1. 목적

이 섹션은 부계약자가 조달을 위해 수행하고 유지해야 할 품질보증 요구조건을 명시하고 있다.

8.1.2. 품질 보증 시스템

부계약자는 이 문서의 품질 프로그램 조항인 NHB-5300.4(1B)과 작업의 진술서에 명시된 다른 품질요구조건에 따라 품질보증을 수행하고 유지할 의무를 지닌다. 이 시스템은 판매상인이나 공급자로부터 입수된 물품뿐만 아니라 하도급 업체에 의한 물품 제작 또는 과정을 포함하도록 되어있다. 부계약자는 주관연구기관의 담당자에게 승인된 품질보증 시스템의 어떠한 변경도 문서를 통해 알려주어야 한다. 또한, 부계약자는 조달의 제작/과정에 사용되는 시설 및 장비의 변경에 대해 통보해야 한다.

8.2. 품질보증 관리의 조직화

품질보증을 위한 관리 책임은 부계약자의 조직 차트에 확실히 명시 되어야만 한다. 품질보증 담당자가 지정되어야 하며, 모든 배달 가능한 하드웨어의 품질에 책임을 진다, 그리고 이 문서에 명시된 품질 요구조건에 따르는 것을 보증하기 위해 프로그램을 관리한다. 부계약자는 중요 프로젝트의 인사변화가 있을 때와 조달에 관련된 제조 위치 등이 변경될 때 이를 주관연구기관에 알려야 한다.

8.3. 식별과 추적가능성

부계약자는 제작 품목의 식별과 추적 시스템을 확립하고 유지해야 한다. 각각의 품목은 유일한 식별 번호에 따라 관리되어야 하며, 모든 유사한 조립품들과 소조립품들은 연속 식별번호로 구성한다. 문서, 재료 또는 부품의 식별 가능한 문서, 재료 그리고 부품의 제작, 과정, 테스트 기록이 관리되어야 한다. 소조립 단계에서 시작하여, 완제품까지 주어진 과정, 조립, 그리고 테스트 단계의 비행 하드웨어 안의 어떠한 개별 소조립품의 위치를 추적할 수 있어야 한다.

8.4. 조달 요구조건

부계약자는 재료, 서비스 그리고 구입/조달 항목 등이 부계약자의 요구조건을 만족시키기 위해 구매과정에서 발생하는 자재를 감독해야 하며, 구매된 자재들이 이 문서의 요구조건을 따라 적절하게 확인되었는지 보증하여야 한다.

8.4.1. 조달 문서의 리뷰

부계약자는 그의 공급자들이 발행된 구매 주문이 적절하게 부계약자의 적용 가능한 기술적 그리고 품질적 요구조건을 반영하는지를 확실하게 하기 위해, 조달 문서의 검토 동안 체크리스트, 표, 등을 사용한다. 이러한 조달 문서는 별도로 관리하며, 요구에 따라 주관연구기관에 제출할 수 있다.

8.4.2. 납품 검사

부계약자는 그의 부계약자와 공급자로부터의 부품과 재료들이 이 문서의 요구조건을 따르는 것을 입증하기 위해 검사와 테스트를 수행한다. 체크리스트는 품목의 특성이 열거 되어 있어야 하며, 그 특성은 각각 요소별로 입증되어야 한다.

8.5. 제작 감독

8.5.1. 제작 과정의 감독

제작공정은 적절한 절차를 포함하는 제작문서를 통해 수행되어야 한다. 부계약자는 파트, 구성요소, 조립체, 완성품의 검사와 테스트를 수행해야 한다. 품질의 균일함을 보증하기 위해 부계약자와 그의 공급자들에 의해 다음의 활동들이 수행 되어져야 한다.

과정 설명서마다의 검사와 도면 필요조건들은 수행 되어야 한다, 그리고 장비의 감시와 직원의 확인 그리고 주기적으로 과정 설명서를 따라야 한다.

8.5.2. 작업지시

제작과 직원의 검사는 명확하고, 완전하고, 그리고 작업을 완성하기 위해 필요한 적절한 방법, 도구, 위치, 그리고 장비를 나타내고 있는 현재 쓰여진 지시를 제공해야 한다. 적용 가능한 지시사항과 설명서는 작업장에 있어야 하며, 직원은 타당한 내용에 익숙해져야 한다. 제조, 조립, 그리고 테스트작업 흐름 표가 이용 가능해야 하기 때문에, 부계약자들은 필수검사항목을 확립하고, SaTRecC에 의해 승인을 받아야 한다. 이것들은 적절한 기계검사와 테스트

트 뿐만 아니라 시각적인 것을 포함 해야 한다. 각각의 검사와 테스트의 이 지시사항들은 제품의 균일함과 계약 요구조건과의 일치를 확실히 하기 위해, 원료의 검사와 테스트, 진행중인 작업 그리고 완료된 제품의 테스트와 검사를 확실히 해야 한다. 계약 요구조건과 변화 발생시 공지를 확실히 하기 위해, 품질의 감독을 위한 부계약자 시스템은 작업 지시사항 과 세부내용의 효과적인 리뷰와 업데이트를 제공해야 한다.

8.5.3. 제작교육 및 훈련(Training)

부계약자는 납품 항목의 제작과정에 필요한 적절한 기술을 획득하기 위한 적절한 제작 교육/훈련 프로그램을 유지해야 하며, 비행품 제작 자격을 가진 인원에 의해 납품항목이 제작되도록 관리하여야 한다. 제작교육 및 훈련은 제품의 품질과 신뢰성에 영향을 주는 작업과정을 강조해야 한다. 이것은 오염, 충격 또는 성능 저하를 막기 위한 절차와 요구조건의 지시사항을 포함해야 한다.

8.6. 오염 관리

부계약자는 하드웨어 조립과 테스트의 다양한 상태 동안 청결도의 필요 정도를 유지하고 측정함으로써 오염 관리를 수행한다. 부계약자는 배달 가능한 하드웨어나 장비의 오염 또는 품격하락을 막기 위해 오염 감시 절차를 수행해야 한다. 오염에 민감한 하드웨어의 허용 가능한 오염의 정도는 주관연구기관과 부계약자의 협의에 의해 결정된다. 오염관리 절차는 자재의 선정과 세척, 처리, 저장의 과정에서 적용된다.

오염의 과정(e.g., silicon-based mold release, oil, grease)에 노출된 모든 부품과 소조립품은 식별되어야 하고, 또한 오염을 제거하기 위한 적절한 세척방법이 적용 되어야 한다.

8.7. 정전기 방전 관리

부계약자는 DOD-STD-1686 및 DOD HDBK-263의 요구조건을 기반으로 하는 정전기 방전 방지 프로그램을 수행해야 한다. 모든 부품은 정전기 방전 방지가 보장되는 보호장비 패키지에 운송되어야 한다.

8.8. 부적합 관리

제작 도면이나 지시서에 부적합으로써 판명되는 자재 또는 제품은 명확하게 확인 되어야 하고, 요구사항을 만족하는 자재/제품과 별도로 관리한다.

8.8.1. 예비 검토

부계약자는 부적합한 자재와 제품의 예비 검토를 수행할 수 있다. 그리고 다음과 같은 기준에 따른 해결을 수행할 수 있다.

- A. 재제작: 부적합 제품은 설명서, 도면, 또는 계약 요구사항에 따를 수 있도록 다시 제작할 수 있다.
- B. 표준 수리: 부적합 제품은 주관연구기관이 승인하는 수리 기준을 사용하여 수리될 수 있다.
- C. 공급자/판매자에게 반송: 부적합 제품 중 공급자/판매자의 책임이 있는 경우, 다시 만들어지거나 교체되기 위해 반송 되어 한다.
- D. 폐기: 부적합 제품 중 사용하기에 적합하지 않고, 위의 조치 중 해당되지 않는 경우 폐기한다.
- E. 부적합 관리위원회에 보고: 예비 검토에 의해 해결될 수 있는 부적합은 부적합 항목과 조치에 대해 조치 후 보고하고, 해결되지 않은 품목은 부적합 보고서를 작성하여 주관연구기관의 부적합관리위원회에 보고한다.

8.8.2. 오류/실패 보고

부계약자는 위성시스템의 기능에 영향을 줄 수 있는 디자인, 성능, 테스트 또는 비행 하드웨어의 취급 등에서 발생한 오류/실패에 대한 보고를 해야 한다. 유닛 단위에서 어셈블리 단위까지 전원공급 혹은 구조 조립 상에서 발생하는 모든 문제점들을 포함한다. 오류/실패 보고는 오류/실패를 야기하고, 비행 하드웨어에 영향을 줄 수 있는 지상시험장치 실패의 원인도 함께 포함해야 한다. 부계약자의 오류/실패 보고서 제출은 아래사항을 따라야 한다.

- 오류/실패 보고 명시 - 오류/실패 발생 후 24시간 이내
- 오류/실패 분석과 수정활동을 포함한 보고서 - 3주 이내

8.9. 최종납품문서

부계약자는 비행품목이 납품되는 시점에 품목의 설계와 제작에 대한 관련 자료와 제작과정과 테스트 기록 및 수정과정 등의 내용을 바탕으로 품목의 재생산이 가능하도록 최종납품문서를 작성하여 제출한다. 부계약자 품질보증에 의한 품목의 최종 승인 및 배송 이전에, 최종납품문서를 주관연구기관에 제출하여 검토할 수 있도록 한다. 최종납품문서의 최종 승인은 주관연구기관에서 판단하며, 다음의 내용을 적절히 포함하고 있는가에 따라 결정한다.

- A. Title page containing EI description, part number, dash number, revision, serial number, specification number, purchase order number, and change notice number (as applicable)
- B. Review/approval page of subcontractor acceptability with signatures of engineering, configuration management representative, and Quality Assurance (QA) manager (Certification of Conformance)
- C. Copy of completed EI traveler (fabrication, assembly, acceptance/test and QA work operations)
- D. Operating time log cumulative summary annotated with part number, serial number, and date
- E. Total test time; total vibration time per axis (minutes); number of switch actuations (for switching units); number of temperature cycles; number of operating cycles or pressure cycles
- F. Discrepancy section:
 - Copy of all subcontractor failure and nonconforming documentation associated with EI subsequent to top assembly fitting, i.e., malfunction reports, failure reports, and retest instructions
 - Waivers/deviations
- G. Executed data parameter sheet(s) with evidence of QA approval
- H. Test procedures, changes, data and calibration plots used for the EI acceptance test cycle, including special engineering test(s), as applicable
- I. Listing of test equipment used, including manufacturer, model number, serial number, and date of last calibration
- J. Limited-life items listing and data

8.10. 취급/저장/보관/표시/포장/선적 관련사항

부계약자는 모든 취급, 저장, 보관, 표시, 포장, 운송 활동 중에 발생하는 모든 하드웨어의 보존을 감시하고 유지해야 한다. 부계약자는 적용 가능한 NHB 6000.1의 문단을 따라야 한다. 선적을 위한 표시와 저장은 MIL-STD-129을 따라야 한다.

9. 형상관리

9.1. 형상관리 개요

개발품목의 형상(Configuration)은 자체적인 기능상의 요구조건, 위성본체 접속 요구조건 등을 만족하기 위한 외형, 부품의 연결 및 기능, 이와 관련된 제반 설계요소(설계도면, 제작도면, 회로도 등)를 의미한다. 부계약자는 이를 임의대로 변경할 수 없으며, 자체적으로 수립한 제품보증 프로그램 계획에 의거하여 관리되어야 한다.

9.2. 형상관리 계획

부계약자는 프로젝트 수행에 있어 형상관리에 대한 수행방법, 관리계획, 그리고 절차 등을 포함하는 형상관리 계획을 제품보증 프로그램 계획서 내에 명시를 해야 한다.

9.3. 형상의 식별

9.3.1. 납품 품목 식별과 표시

모든 장비 및 품목을 포함한 형상들은 MIL-STD-2073와 주관연구기관과 협의된 사양에 따라 장비/품목 도면에 따라서 식별되고 표시 되어야 한다.

9.3.2. 식별자 관리

부계약자는 납품되는 장비 및 품목에 대하여, 주관연구기관이 제시한 시리얼 넘버를 포함한, 내부 관리용 시리얼 넘버를 사용한다. 개별의 물품과 자재들의 통제를 위해, 정해진 규칙에 의거하여 식별자(serial number)를 명확히 부여하고 관리한다.

9.3.3. 식별된 도면 목록

부계약자는 부계약자 자신의 형식으로 식별된 도면의 목록을 제공하고 관리해야 한다. 그 목록은 어셈블리 조립에서 자세한 설계 부분까지 식별되어야 한다. 부계약자는 제작 도면, 어셈블리 조립도면, 윤곽, 그리고 설치 도면, 접속 도면, 기능적 설계도, 회로 설계도를 포함하는, 완성된 도면 세트 형태를 유지해야 한다. 제작도면은 최종 품목 제조에 사용되는 모든 상세한 제작 지시 도면을 포함해야 한다. 도면은 DOD-D-1000 혹은 계약서에 명시된 요구조건을 만족시켜야 한다.

9.3.4. 형상기준

형상기준(configuration baseline)은 제작을 위한 비행 하드웨어 제작도면의 공개 이전에 제작준비검토회의에서 확립되어야 한다. 제작준비검토회의 이전의 제작을 위한 도면의 공개는 허용되지만 부계약자 자신의 위험부담을 갖는다.

9.4. 형상 변경 관리

일단 형상기준이 확립되면, 프로젝트 관리자나 지명된 사람에 의해 이루어진, 부계약자의 형상관리위원회는 형상기준의 변경이 필요한 경우, 아래에 기술한 형상변경 분류의 예비 결정에 책임을 진다. Class I의 형상변경은 전체 시스템의 성능이나 기능에 변경을 줄 수 있는 형상 변경으로써, 주관연구기관의 승인이 필요하며, Class II의 형상변경은 외부로 들어나지 않는 내부 기능의 변경으로 승인 없이 변경이 가능하나, 변경사항은 주관연구기관에 통보한다.

Class I의 형상 변경 대상은 다음과 같이 정의되며, 나머지 사항을 Class II로 분류하며, 주관연구기관의 검토 결과에 따라 Class I으로 변경되어 동일한 관리 대상이 될 수 있다.

- A. 계약상에 명시된 장비 혹은 품목의 사양에 관련된 지시도면, 혹은 접속관리 사항을 포함한 문서/도면 등
- B. 이미 납품이 이루어진 품목의 성능과 내구성 등의 향상을 위해 재작업, 대치, 혹은 폐기 등에 관련된 사항
- C. 기술적 설명 문서의 변경 사항
- D. 기존에 없었던 형상, 운용, 테스트 및 유지보수 등의 내용이 새로이 추가 혹은 변경되는 경우

9.5. 형상 관리 체계

부계약자는 모든 납품에 관련된 장비 및 품목의 형상과 변경 상태의 확인을 위한 형상 관리 체계 시스템을 구축하고 운용한다. 이를 위해 부계약자는 형상관련 데이터 센터를 확립해야 하고, 차세대 소형위성의 수명기간 동안 부계약자의 최종 납품 품목에 대한 관련사항의 추적이 가능하도록 한다.

9.6. 형상관리 감사(AUDIT)

주관연구기관은 부계약자의 형상관리 시스템과, 이와 관련된 시스템 성능 준수에 대한 감사(audit) 활동을 수행 할 수 있다.

부록 A: 제출 자료/문서 요구사항

Title	Approval Code	Due Date	Comments
Product Assurance Program Plan (PAPP)	A	P-SRR F-SDR	
Previously Designed, Fabricated, and Flown Hardware Data	R	P-PDR-30 F-PDR	
Parts Identification List Including Nonstandard Parts Approval Requests (NSPAR)	A	P-PDR-30 F-PDR Re-As released	Revisions as required
Materials and Processes List (MPL) Including Materials Usage Agreements (MUA)	A	P-PDR-30 F-PDR Re-As released	Revisions as required
Critical Risk Items for Reliability Management	R	P-PDF F-CDR Re-As released	Revisions as required
Limited-Life Item List & Control Plan	R	P-PDR-30 F-PDR Re-As released	Revisions as required
Malfunction/Failure Reports	R	As generated/updated (within 3 working days), notice within 24 hours, closeout within 3 weeks	
Class I Changes	A	Prior to implementation	
Class II Changes	I	As generated	
Drawings (Interface and Top Assemblies)	A	P-PDR F-CDR Re-As released	Revisions as required
End-Item Data Package	A	P-P/L PSR-30 F- P/L PSR	

A=Approval, R=Review, I=Information, P=Preliminary, F=Final, Re=Revision
P/L PSR = Payload Pre-Ship Review

부록 B: 프로젝트 관련 용어 정의

Acceptance Tests:	The process that demonstrates that hardware is acceptable for flight. It also serves as a quality control screen to detect deficiencies, and normally to provide the basis for delivery of an item under terms of a contract (see Qualification Tests).
Assembly:	A functional subdivision of a component, consisting of parts or subassemblies that perform functions necessary for the operation of the component as a whole. Examples are a power amplifier and gyroscope.
Audit:	A review of the subcontractor's documentation or hardware to verify that it complies with project requirements.
Collected Volatile Condensable Material:	The quantity of outgassed matter from a test specimen that condenses on a collector maintained at a specific constant temperature for a specified time.
Component:	A functional subdivision of a subsystem and generally a self-contained combination of items performing a function necessary for the subsystem's operation. Examples are transmitter, gyro package, actuator, motor, battery.
Configuration:	The functional and physical characteristics of parts, assemblies, equipment or systems, or any combination of those which are capable of fulfilling the fit, form, and functional requirements defined by product specifications and engineering drawings.
Configuration Control:	The systematic evaluation, coordination, and formal approval/disapproval of proposed changes and implementation of all approved changes to the design and production of an item the configuration of which has been formally approved by the contractor or by the purchaser, or both.
Configuration Management:	The systematic control and evaluation of all changes to

baseline documentation and subsequent changes to that documentation which define the original scope of effort to be accomplished (contract and reference documentation) and the systematic control, identification, status accounting and verification of all configuration items.

Contamination:	The presence of materials of molecular or particulate nature which degrades the performance of hardware.
Derating:	The reduction of the applied load (or rating) of a device to improve reliability or to permit operation at high ambient temperatures.
Design Specification:	Generic designation for a specification which describes functional and physical requirements for an article. Usually at the component level or higher levels of assembly. In its initial form, the design specification is a statement of functional requirements with only general coverage of physical and test requirements. The design specification evolves through the project life cycle to reflect progressive refinements in performance, design, configuration, and test requirements. In many projects the end-item specifications serve all the purposes of design specifications for the contract end-items. Design specifications provide the basis for technical and engineering management control.
Destructive Physical Analysis(DPA):	An internal destructive examination of a finished part or device to assess design, workmanship, assembly, and any other processing associated with fabrication of the part.
Discrepancy:	See Nonconformance.
Failure:	See Nonconformance.
Functional Tests:	The operation of a unit in accordance with a defined operational procedure to determine whether performance is within the specified requirements.
GSE:	Ground Support Equipment
Hardware:	As used in this document, there are two major categories of hardware as follows:

1. Prototype Hardware: Hardware of a new design: it is subject to a design qualification test program: it is not intended for flight.
2. Flight Hardware: Hardware to be used operationally in space. It includes the following subsets:
- a. Proto-flight Hardware: Flight hardware of a new design; it is subject to a proto-flight test program. That is, design qualification levels and durations equivalent to a flight acceptance test program.
 - b. Follow-On Hardware: Flight hardware built in accordance with a design that has been qualified either as prototype or as proto-flight hardware; follow-on hardware is subject to a flight acceptance test program.
 - c. Space Hardware: Hardware the design of which has been proven in a design qualification test program; it is subject to a flight acceptance test program and is used to replace flight hardware that is no longer acceptable for flight.
 - d. Reflight Hardware: Flight hardware that has been used operationally in space and is to be reused in the same way; the verification program to which it is subject depends on its past performance, current status, and the upcoming mission.
- Hazard: The presence of a risk situation caused by an unsafe act or condition that could result in an accident. Any present or potential condition that could cause injury or death to personnel, or damage to, or loss of, equipment or property.
- Hazard Analysis (HA): The technique used to systematically identify, evaluate, and resolve hazards. The determination of potential sources of danger, causes, effects, hazard levels, and recommended resolution for those conditions found in either the hardware/software system; the person-machine relationship, or both, that could cause loss of life or injury to persons or damage to or loss of systems or equipment.
- Hazard Category: Category used in risk assessment associated with accidents. A measure of the possible magnitude of the accident. An assessment of the worst case credible mishap that could be caused by a specific hazard.

Inspection:	The process of measuring, examining, gaging, or otherwise comparing an article or service with specified requirements.
Limited Life Items:	All hardware subject to degradation due to age, operating time, or cycles that have an expected life of less than twice the mission life, or the hardware which require special ground operation conditions.
Margin:	The amount by which hardware capability exceeds mission requirements.
Monitor:	To keep track of the progress of a product assurance activity: the monitor need not be present at the scene during the entire course of the activity, but he will review resulting data or other associated documentation (see Witness).
Nonconformance:	A condition of any hardware, software, material, or service in which one or more characteristics do not conform to requirements. As applied in quality assurance, nonconformances fall into two categories-discrepancies and failures. A discrepancy is a departure from specification that is detected during inspection or process control testing, etc., while the hardware or software is not functioning or operating. A failure is a departure from specification that is discovered in the functioning or operation of the hardware or software.
Offgassing:	The emanation of volatile matter of any kind from materials into a manned pressurized volume.
Outgassing:	The spontaneous evolution of gas or vapor from a material, and evolution of the decomposition products, in a vacuum.
Part:	A hardware element that is not normally subject to further subdivision or disassembly without destruction of designed use.
Payload:	An integrated assemblage of subsystems designed to perform a specified mission in space.
Performance Verification:	Determination by test, analysis, or a combination of the two that payload element can operate as intended in a particular mission; this includes being satisfied that the design of the payload or element has been qualified

and that the particular item has been accepted as true to the design and ready for flight operations.

Qualification Tests:	The process of demonstrating that a given design and manufacturing approach will produce hardware that will meet all product specifications when subjected to defined conditions more severe than those expected to occur during its intended use.
Redundancy (of design):	The use of more than one independent means of accomplishing a given function.
Repair:	A corrective maintenance action performed as a result of a failure so as to restore an item to operation Within specified limits.
Rework:	Return for completion of operations (complete to drawing). The article is to be reprocessed to conform to the original specifications or drawings.
Single Point Failure:	A single element of hardware the failure of which would result in loss of mission objectives, hardware, or crew, as defined for the specific application or project for which a single point failure analysis is performed.
Spacecraft	Devices, manned or unmanned, which are designed to be placed into a suborbital trajectory, an orbit about the earth, or into a trajectory to another celestial body
Subassembly:	A subdivision of an assembly. Examples are wire harness and loaded printed circuit boards.
Subsystem:	A functional subdivision of a payload consisting of two or more components. Examples are attitude control, electrical power subsystems, and instruments.
Temperature Cycle:	A transition from some initial temperature condition to temperature stabilization at one extreme and then to temperature stabilization at the opposite extreme and returning to the initial temperature condition.
Temperature Stabilization:	The condition that exists when the rate of change of temperatures has decreased to the point where the test item may be expected to remain within the specified test tolerance for the duration or where further change is considered acceptable.

Thermal Balance Test:	A test conducted to verify the adequacy of the thermal design and the capability of the thermal control system to maintain thermal conditions within established mission limits.
Thermal-Vacuum Test:	A test to demonstrate the validity of the design in meeting functional goals; it also demonstrates the capability of the test item to operate satisfactorily in vacuum at temperatures based on those expected for the mission. The test can also uncover latent defects in design, parts, and workmanship.
Total Mass Loss (TML)	Total mass of material outgassed from a specimen that is maintained at a specified constant temperature and operating pressure for a specified time.
Witness	A personal, on-the-scene observation of a product assurance activity with the purpose of verifying compliance with project requirements (see Monitor).