

# 국내 초고주파 통신위성용 페이로드 부품 개발 현황

최 영 수, 오 경 봉  
현대전자 위성사업단 연구2실

## I. 서 론

오늘날 위성 부품 개발에 요구되는 주요 핵심 기술의 대부분은 미국, 유럽 및 일본에 의해 주도되고 있으며 그 기술은 크게 설계, 제작 및 측정의 분야로 나눌 수 있다.

세계시장에서 그들로 하여금 이 분야를 주도할 수 있도록 하는 주요 핵심 기술의 분야는 초고주파, 신호처리, 자재, 반도체 화합물의 공정 및 패키징 등이 있다. 나아가 우주 환경 하에서 일정한 기간 동안 성능을 유지해야 하는 신뢰성 문제를 분석 및 시험할 수 있는 능력은 우주 사업 분야에 있어 매우 중요한 요소 중 하나이다.

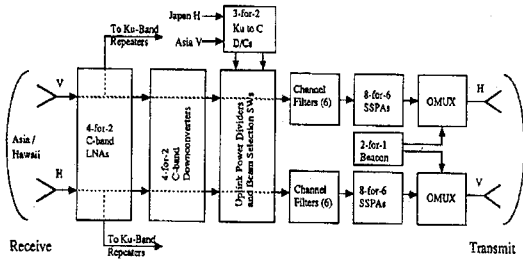
모든 부품들은 진공하에서 시행되는 열순환, 방사, 전기/기계적 충격 및 전자파 감응성과 같은 혹독한 우주 환경 시험을 거쳐야만 하며 더욱이 그 부품들은 위성 발사 시 발생하는 충격과 진동에도 견디어 낼 수 있어야 한다.

대다수 우주 응용 분야에 사용되는 부품의 규격은 군사 응용 분야를 필두로 개발되어 왔으며 그 초고주파 페이로드 부품은 주파수 상향기, 주파수 하향기, 국부 발진기, MMIC, 하이브리드 초고주파 직접회로, 응용 주문형 직접회로(ASICs), 필터, 스위치, 안테나에 응용되는 편광기, 직교모드 변환기, 빔 성형 회로 등으로 명시할 수 있으며 신호처리 분야에 속하는 IF 변복조기도 핵심 부품의 하나이다.

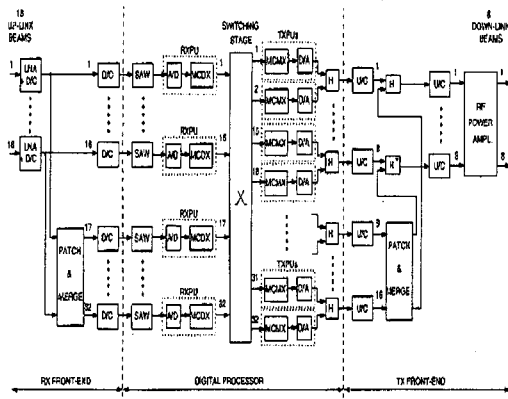
과거 상업용 위성통신의 경우, 위성 페이로드는 그림 1의 중계기와 같은 형으로 구현되었으나 오늘날에 이르러서는 그림 2에서 보여지는 것과 같이 초고주파 부분(안테나 및 송수신기)과 IF부분(변복조기) 모두를 위성 자체 내에 탑재하여 위성체 안에서 신호를 처리할 수 있도록 한 On-Board 페이로드로 구현하고 있는 실정이다.

예를 들면, 무궁화 위성 2, 3호는 중계기형의 페이로드를 탑재하고 있는 반면 미국의 ACT 위성은 단순히 중계기의 역할을 담당하는 것이 아닌 재생적인 형의 페이로드를 탑재하고 있다.

또한 저궤도위성인 글로벌스타(총48개 위성)과



〈그림 1〉 중계기형 페이로드 블록 다이어그램<sup>[1]</sup>



〈그림 2〉 On-Board Processor 탑재형 페이로드 블록 다이어그램<sup>[3]</sup>

이리듐(총66개 위성) 위성은 각각 중계형 페이로드와 재생적 페이로드를 탑재하고 있다.

위성체 내에 탑재되는 OBP의 가장 큰 장점은 약 3dB가량의 신호 대 잡음비 개선을 들 수 있으며 이는 지상 단말기의 설계, 크기 및 가격을 줄일 수 있는 요인으로 작용한다. 또한 향후 발사 예정된 위성은 고정 지상 단말기의 가격을 낮출 수 있는 동시에 초고속 중/대용량 데이터 전송이 가능할 수 있도록 OBP와 고이득 다중-빔 안테나를 탑재할 것이다.

이 글에서 다루려고 하는 것은 한국에서의 위성체 페이로드 부품 생산 및 실질적인 개발 현황을 현대전자의 사례를 들어 설명하고 우리나라의 초고주파 산업의 미래를 위해 개발을 해야 하는 분야를 정리하려는 것이다.

## II. 위성체 초고주파 페이로드 부품

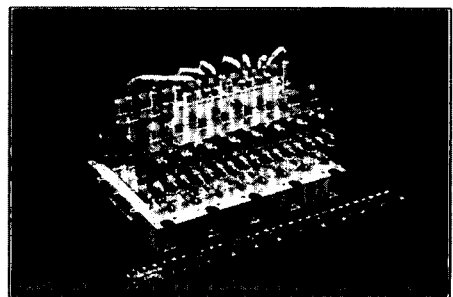
우주 및 상업용 제품의 큰 차이는 그 제품이 운용되는 환경이다. 일반적으로 우주 환경하에서 이상 없이 작동 할 수 있는 제품을 가리켜 ‘우주환경하에서 인증되었다’라고 부르며 시험을 통해 ‘우주 환경하에서 인증된’ 제품이 실제로 발사된 후 우주에서 위성의 전체 임무 기간 동안 성공적으로 동작하였을 때 그 제품을 통해 ‘우주용 경력’을 확보하였다고 할 수 있다.

결과적으로 더 많은 ‘우주용 경력’을 확보한다는 것은 우주 산업에서 그 능력을 가능할 수 있는 척도로 이용된다. 따라서 이 분야에서의 우주용 경력을 쌓으려는 이유는 상업 위성 분야에 진출하기 위한 필수적인 조건이기 때문이다.

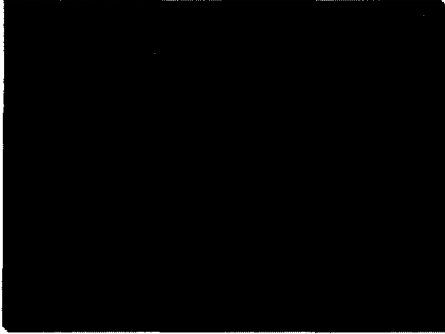
현대전자는 전체 글로벌스타 저궤도 위성에 장착되는 국부발진기, 주파수 상향변환기와 같은 페이로드 부품을 제조하고 있다. 그림 3과 4는 제조된 주파수 상향변환기와 국부발진기의 그림을 각각 보여주고 있다. 생산 시설은 초고주파 모듈 및 박스의 위성용 인증을 위한 시설 모두를 구비하고 있으며 그림 5와 6은 온도-진공 챔버 및 고신뢰성을 갖는 조립 라인을 보여주고 있다.

또한 이 시설은 미국 및 유럽 표준 인증을 획득하였다.

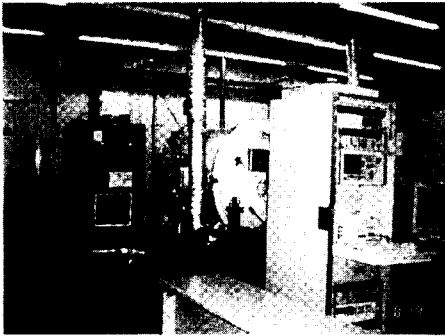
끊임없는 이러한 노력의 결과로 현대전자는 인증된 조립 및 시험 능력을 확보하였으며 우주 산업에서의 이러한 기술은 때로는 설계 기술보다 중



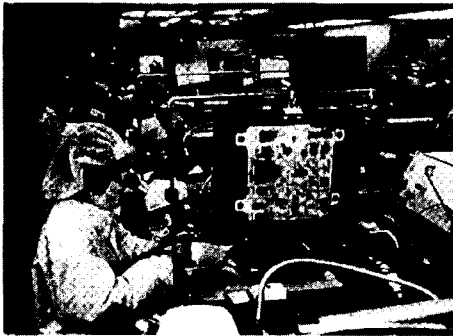
〈그림 3〉 L/C 주파수 상향변환기 사진



〈그림 4〉국부발전기 사진



〈그림 5〉온도-진공 챔버



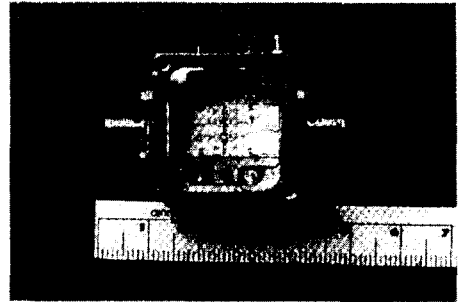
〈그림 6〉고신뢰성 생산 라인

요하게 간주되고 있다. 생산 보증(PA) 관리 시스템은 향후 활용을 위해 전체 생산 공정 단계들을 유지, 관리하기 위하여 확립되었다.

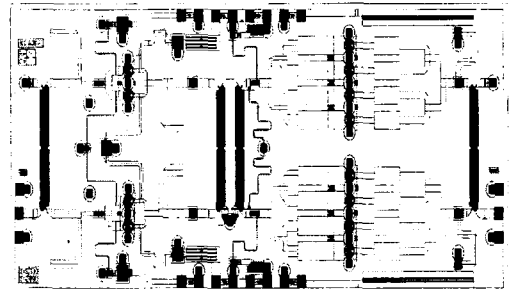
또한, 회사 내부의 연구 개발 프로그램으로써 아래에 언급할 부품들 중 일부는 이미 완료하였고 일부는 현재 개발 진행 중에 있다. 일련의 개발 업무는 금년도에 걸쳐 지속될 예정이다. 보편적으로

대규모의 수량이 요구되지 않는 한 그림 7에서 보여지는 고전력 증폭기와 같이 위성체용으로는 더욱 보편적인 하이브리드 초고주파 집적회로 기술을 이용한 핵심 위성체 페이로드용 부품을 개발하고 있다. 대규모의 수량이 필요한 경우 일반적으로 MMIC 기술(그림 8)이 효과적이다.

이와 유사하게 그림 9에서와 같이 하이브리드 초고주파 집적회로 기술을 이용한 저잡음 증폭기는 설계와 제작, 시험이 일련의 순서로 행해지는 반면에 MMIC 소자(그림 10)는 설계가 완료된 후 일정 기간(대략 3~4개월) 후 시험이 이루어지는 시기에 제작이 완료된다.



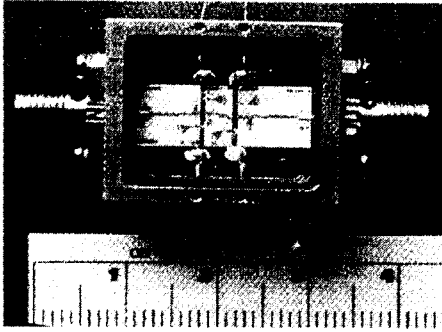
〈그림 7〉하이브리드 MICHPA 모듈 사진



〈그림 8〉MMIC 고전력 증폭기 Layout

예를 들어 드라이버 증폭기는 그림 11에 나타나듯이 MMIC 기술을 이용하여 만들어 질 것이다.

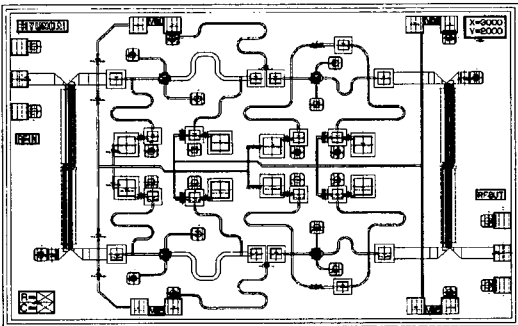
위상 천이기는 텔레데식 프로그램과 같은 형태의 페이로드에 장착되는 위상 배열 안테나에 필요하다. 향후의 위성체 페이로드는 다중 고정- 또는 스캔-빔 용도를 위하여 능동 위상 배열 안테나를 이용하게 될 것이다. 그림 12와 13은 각각 하이브



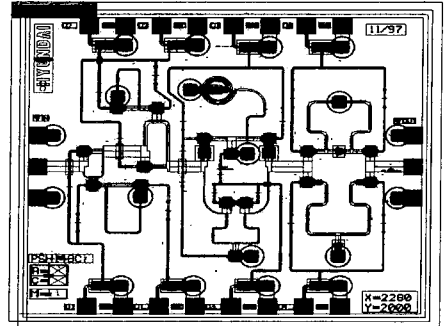
〈그림 9〉 하이브리드 MICLNA 모듈 사진



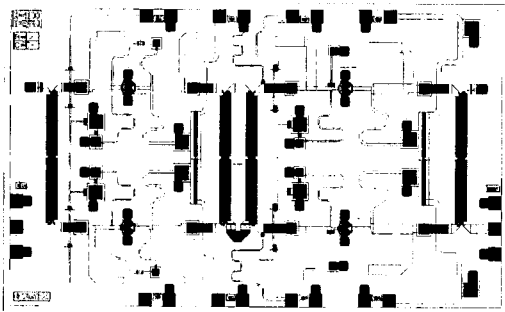
〈그림 12〉 하이브리드 MIC 위상 천이기 사진



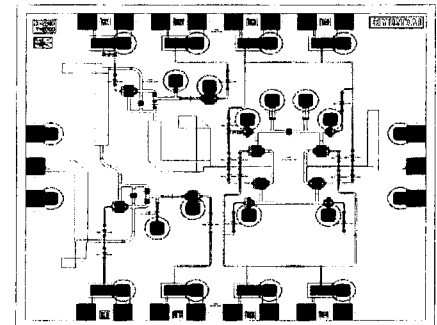
〈그림 10〉 MMICLNA Layout



〈그림 13〉 MMIC 위상 천이기 Layout



〈그림 11〉 MMIC 드라이버 증폭기 Layout



〈그림 14〉 MMIC 가변 감쇄기 Layout

리드 초고주파 집적회로와 MMIC 방법을 보여주고 있다.

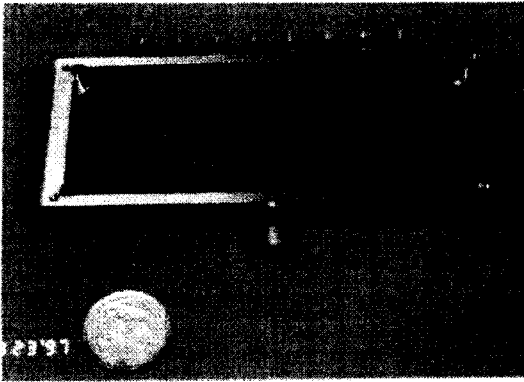
또한, 가변 감쇄기는 온도와 시스템의 사양에 기 인하여 이득을 조절하고자 할 때 이득을 보상하기 위하여 모듈 설계 시 필요하다. 그림 14는 다른 소 자와 마찬가지로 현재 MMIC 소자로 제작 중인 가 변 감쇄기이다.

결합기와 빔 성형 회로와 같은 수동 부품은 물

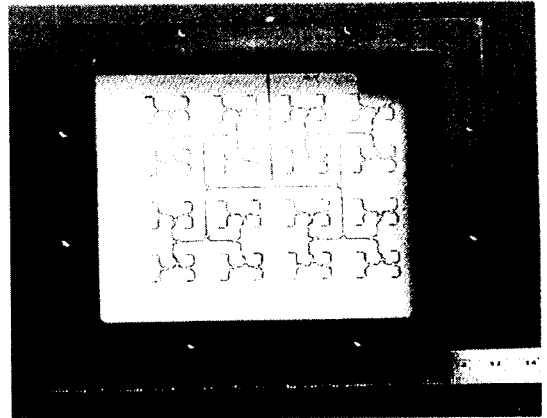
리적으로 배열 안테나 급전기를 실현하는데 결정 적인 역할을 한다. 이미 알고 있듯이 결합기는 전 력 합성기, 분배기, 전력 모니터로서 이용될 수도 있다. 그림 15와 16은 각각 평면형(planar)과 공 동형(cavity) 결합기를 보여주고 있다.

그림 17과 18은 빔 성형 회로가 장착되어야 할 평면형 배열 안테나이다.

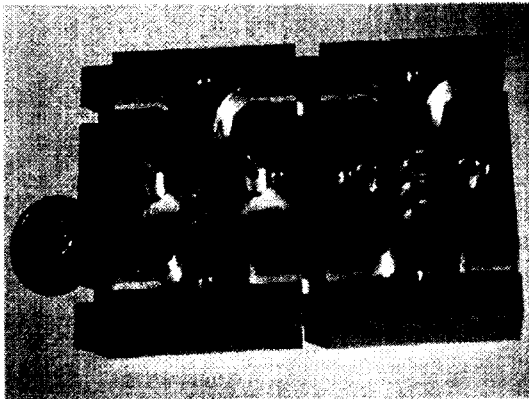
이러한 부품들은 초고주파 송수신 장치의 초단



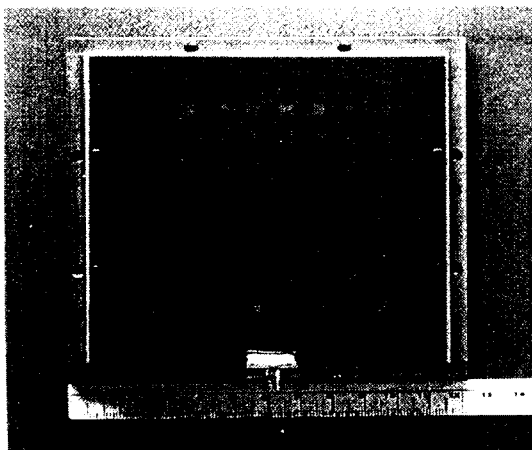
〈그림 15〉 평면형 결합기



〈그림 18〉 평면형 배열 안테나 사진 2



〈그림 16〉 공동형 결합기



〈그림 17〉 평면형 배열 안테나 사진 1

부를 구현하기 위한 여러 중요한 기본 요소 중의 일부이다.

위에서 언급하였듯이 우주 인증 부품은 설계자

가 모든 설계 요소를 매우 신중하게 고려하여야 하는 고도의 신뢰성을 요구한다. 부품의 선정, 자재, 제작 공정, 열에 의한 영향, 전체적인 규격과 비용 등과 같은 설계 요소들은 설계 착수 단계에서부터 신중히 고려되어야 한다. 통계적 설계를 도입한 치밀한 설계는 생산 수율을 높이고 생산비를 낮추는 가능성을 높인다.

### III. 국내 초고주파 산업 활성화를 위한 제언

고신뢰성 우주용 부품들은 한 업체에서 설계에서부터 생산 단계까지 해낼 수 있는 능력이 있다면 큰 이윤을 가져올 수 있는 고부가 가치의 부품이다.

국내 우주용 부품을 포함한 초고주파 통신용 부품 산업의 성공 여부는 원자재 조달, 기구물 정밀 가공, 도금, 특수 용접(brazing), 세라믹 계열의 기판 제작, 후막/박막 기판 가공, 경화(curing), 기판 부착, 와이어 본딩, 감별(sensing), 갈륨비소와 같은 반도체 화합물 제조 공정, 응용 주문형 직접 회로(ASIC) 공정 등과 같은 기반 시설의 확보와 엔지니어링 지원이 국내에서 가능한가에 달려 있다.

불행히도 언급된 그러한 지원이 현 시점에서 국내에서 대부분 유효하지 않다. 일부 분야 - 예를

들어 정밀 가공이나 도금, 후막/박막 기관 가공 등 - 에서 국산화를 시도하고 있지만 아직 그 성과는 미흡하다. 특히, 정밀 가공 분야를 보면 가공 기술 자체는 뛰어나지만 대부분 영세성을 벗어나지 못하여 제작 공정의 추적성이나 문서화 시스템, 품질 보증 측면에서 여타 분야와 마찬가지로 매우 미흡한 문제를 안고 있다. 또한 대부분의 원자재를 외국에 의존하는 상황은 납기와 단가 측면에서 경쟁력 확보를 어렵게 하고 있다. 이러한 상황은 우리로 하여금 급진전하고 특히 생산비를 낮추는 것을 매우 어렵게 하고 있다.

미국과 일본의 회사들을 상대로 경쟁하기 위해서는 우리는 반드시 앞에서 언급한 엔지니어링 지원 기반을 개발하는 데 초점을 맞추어야 한다.

#### IV. 결 론

다가오는 초고속 위성 정보통신망 사업에 있어서는 위성체 페이로드 부품 및 서브시스템의 이해와 경험이 필수라고 생각된다. 특히, 기업에서는 단기적인 사업성과 장기적인 사업 전략을 모색하여 중장기 계획을 수립하고 앞서 언급한 바 있는 엔지니어링 지원 기반을 개발하는데 전력해야 될 것이다. 이 결과는 위성 뿐만 아니라 초고주파 관련 산업 전반에 큰 영향을 미칠 것이며 향후에 미국이나 일본 등과 비교하여 경쟁력 있는 국가로 성장할 수 있다고 본다.

이것이 대규모의 투자를 요구하기 때문에 정부는 기업과의 긴밀한 협의를 통해 단계적인 재정적 지원 및 세계 시장에서 경쟁력을 확보하기 위해 제도의 유연성 확보와 같은 종류의 지원을 제공하여야 할 것이다.

#### 참 고 자 료

- [1] Yutaka Nagai 외 “New Asia Regional Satellite System JCSAT-3”-16th International Communications Satellite Systems Conference(AIAA) - 1996년 2월
- [2] G. Chiassarini 외 “An On-Board Digital Processor for Ka-Band Transparent Payload”-16th International Communications Satellite Systems Conference (AIAA) - 1996년 2월
- [3] 육재림 “위성산업 활성화 방향”-위성통신과 우주산업 - 제5권 제2·3호
- [4] 전완중, 장원호 “Ka 밴드 GMPCS 시스템”- 위성통신과 우주산업 - 제5권 제2·3호
- [5] Burton I. Edelson “High Data Rates Satellite Communications”-Ka-Band Utilization Conference and International Workshop on SCG II, 1996년 9월
- [6] Microsoft “Technical Details of the TELEDESIC Network”

## 저자 소개

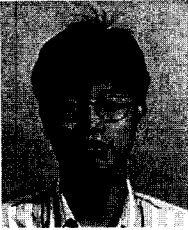


催 永 秀

1985年 6月 미국 Drexel 대학교 전기공학과 공학사  
 1985年 6月 미국 American Electronics Lab. 근무  
 1990年 6月 미국 Drexel 대학교 전기공학과 공학 석사(초 고주파 전공)

1989年 7月~1994年 12月 미국 GE/Martin Astro Space Division 근무.  
 1995年~현재 현대전자 위성사업단 근무.

주요관심 분야: 초 고주파 및 밀리미터파 부품, 위성통신용 지상국 단말기



吳 慶 鳳

1993年 중앙대학교 전기공학과 졸업(공학사)

1993年 1月~현재 현대전자 위성사업단 근무

주요관심 분야: 초고주파 및 밀리미터파 부품