

소형 우주발사체용 적층제조 부품 개발

김진원*, 임철수**

*한국항공우주연구원 우주탐사연구부

**페리지항공우주

e-mail:jintting@kari.re.kr, charleslim@perigee.kr

Development of Small Space Launch Vehicle Parts Using Additive Manufacturing

Jinwon Kim*, Chulsu Lim**

*Korea Aerospace Research Institute

**Perigee Aerospace Inc

요약

항공우주연구원에서는 금속 적층제조법(AM)을 이용하여 실제 우주발사체에 적용이 가능한 수준의 부품 개발 연구를 해오고 있으며 2종의 추진 공급계용 밸브를 제작하여 성능시험까지 수행하였다. 또한, 기타 부품류에 대하여 개발을 위한 제작성 검토 차원에서 성공적으로 제작을 수행해 오고 있다. 최근 소형 위성용의 소형 우주발사체 시장에 대한 수요가 예상되어 1.5톤 추력용의 발사체용 부품을 적층제조법으로 개발하기 위한 연구를 수행하고 있다.

술이진 받아서 적층제조법으로 개발할 예정이다.

2020년 말까지 시작품으로 개발 예정인 부품은 네가지이며

- (1) 산화제 개폐밸브 (2) 연료 개폐밸브 (3) 자세제어 추력기
- (4) 연소기 배관 하우징이 그것이다.

1. 서론

금속 적층제조 기술의 발전에 따라 국내에서는 항공우주 부품에 적용 연구가 증대되고 있으며, 기술적으로 난이도가 높은 우주 발사체용 터보펌프 시체에도 적용하여 성능시험을 수행하는 등 기계가공이나 주조방식의 전통적인 제조방식을 대체하는 수준으로 발전하고 있다.

해외 항공우주 분야의 선진국에서는 감항인증이 까다로운 유인 항공기나 엔진 부품에도 적용하는 단계에 이르렀으며, 발사체용 엔진을 3D 프린터로 제작하여 발사에 성공하기도 하였다.

2. 본문

항우연과 페리지항공우주(주)는 최근 소형 우주발사체용의 부품을 개발하기 위한 연구를 공동으로 진행 중이다. 3D 프린팅 기술을 사용하면 값비싼 금형 개발 비형을 최소화 할 수 있는 장점이 있다. 또한, 많은 경우에 제작 비용이나 제작 기간이 줄어드는 효과도 있다.

발사체용 밸브 류는 종류도 많고 개발 기간도 오래 걸리는 중요 구성품으로 항우연의 발사체용으로 기개발된 밸브를 기

2.1 산화제 개폐 밸브

산화제 개폐밸브는 엔진에 극저온의 액체의 산화제를 공급하기 위한 밸브이며 적층제조법으로 인코넬 718 분말을 사용하여 제조할 예정이다. 중량은 2.5kg 정도이며 제품의 치수는 대략 80x80x150mm 정도이다. 요구 유량은 7kg/s, 차압은 최대 20Bar 이하이다.

이 부품은 작동시 내부 유체가 외부로 누설을 불허하게 되므로, 로켓 발사시 진동조건 검증이 중요한 과제이다. 작동 내 구성 확인을 위하여 약 70회 정도의 시험을 실시할 예정이다.

밸브의 내부에는 포핏(poppet) 타입의 움직이는 개폐장치가 있으며 기밀 유지를 위한 적절한 스프링 상수와 금속 표면 가공 정도가 중요한 요소이다. 또한, 밸브의 동작 속도는 밀리세컨드 속도로 작동되며 적절한 세팅이 연소기 내의 압력과 관계 되므로 경험적인 요소가 중요하다고 볼 수 있다.



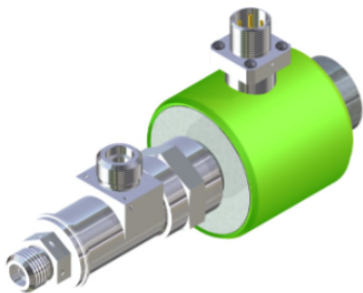
[그림 1] 우주발사체용 개폐밸브의 포핏 구조 (항우연 제공)



[그림 2] 소형 우주발사체용 산화제 개폐밸브

2.2 연료 개폐 밸브

연료 개폐 밸브는 LNG 연료를 제어하며 산화제 개폐밸브와 비슷한 방식으로 작동된다. 제품의 치수는 대략 60x60x120 mm이며 극저온 상태에서 작동된다. 요구 유량은 0.2kg/s 이상이며 차압은 최대 20Bar 이하에서 작동되게 된다.

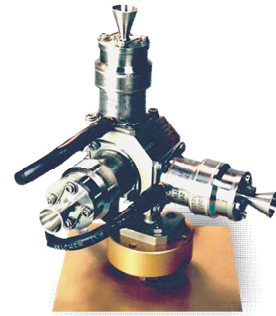


[그림 3] 소형 우주발사체용 연료 개폐밸브

2.3 자세제어 추력기

자세제어 추력기는 발사체의 자세를 제어하기 위하여 동체에 장착되며 희토류에 속하는 나이오븀(Niobium)을 사용할 예정이다. 전체 치수는 대략 30x30x100mm이며 사용 온도는 약 1,200°C 이다. 요구 유량은 3kg/s 이며 추력은 100N 이상을 목표로 하고 있다. 작동 내구성 확인은 10회를 목표로 하

고 있다.



[그림 4] 소형 우주발사체용 자세제어 추력기 (VACCO 제공)

2.4 연소기 배관 하우징

연소기용 배관은 산화제 개폐밸브는 엔진에 극저온의 액체의 산화제를 공급하기 위한 밸브이며 적층제조법으로 인코넬 718 분말을 사용하여 제조할 예정이다. 중량은 1.2kg 정도이며 제품의 치수는 대략 10x10x100mm 정도이다. 요구 유량은 3kg/s, 차압은 최대 10Bar 이하이다. 작동 내구성 확인을 위하여 약 10회 정도의 시험을 실시할 예정이다.



[그림 5] 연소기 배관 하우징 (Arian Space 제공)

3. 향후 계획

항우연과 페리지항공우주(주)는 최근 소형 우주발사체용의 부품을 개발하기 위한 연구를 공동으로 진행 중이다. 본 연구를 통하여 개발된 시작품은 AMS 5662 규격에 따라 HIP 열처리, 용체화 열처리, 균질화 열처리, 석출 열처리 후에 건식전해연마와 슛피닝 등의 표면 처리와 비파괴검사(NDT)를 수행할 예정이다.

또한, 제품의 재료특성을 파악하기 위한 시편시험(Coupon Test)를 연말까지 수행할 예정이다.