【별지 제1호 서식_상용화 대상기술 조사표】

상용화 대상기술 조사표

연구자		홍문근 / 우주발사체연구소 우주엔진팀
기술명(국문)		소형 액체로켓엔진용 극저온 3방향 포핏 밸브 (예냉 및 주 공급용)
기술명(영문)		Cryogenic 3-way poppet valve for chilldown and main feed in small liquid rocket engines
기술분야		발사체 (액체로켓엔진)
기술개요		본 기술은 액체로켓엔진 연소실로의 극저온 추진제 공급과 극저온 공급 배관 예냉을 하나의 밸브로 수행할 수 있는, 공압 구동 방식의 3방향 포핏 밸브이다. 금속 대 금속(metal-to-metal) 기밀 구조를 적용하여 상온 및 극저온 환경에서 우수한 기밀 성능을 확보하였으며, 수십 ms 수준의 빠른 작동 시간으로 추진제 공급 제어가 용이하다. 또한 누리호 비행에 적용되어 실제 운용 환경에서 성능이 검증되었으며, 기술성숙도(TRL) 9 수준이다. 주요 상세 기술에는 구동 압력 없이도 주 공급 유로의 개방이 유지되는 특성 등 밸브 작동 특성의 수치해석 기법, 그리고 극저온 환경에서의 작동 및 기밀 특성 분석 내용이 포함된다.
기술동향	**국내**	한국항공우주연구원(항우연)은 누리호 개발 과정에서 7톤급 액체로켓엔진을 독자 개발하였으며, 이 과정에서 극저온 3방향 포핏 밸브의 설계, 제작, 시험 기술이 국내에 축적되었다. 한편, 극저온 추진제를 사용하는 액체로켓엔진에서는 펌프 공동화, 베어링 파손, 기포로 인한 연소 불안정을 사전에 막기 위해 극저온 공급 배관의 예냉을 반드시 수행해야 한다. 이와 관련하여 항우연은 연소기 산화제 개폐밸브의 재순환 예냉 유로에 대한 유량계수 개선 연구를 수행하는 등, 주 공급 밸브에 예냉 기능을 연계하는 기술을 연구해 왔다.
	해외	해외에서는 미국의 Moog사 등이 액체산소와 액체수소용 추진제 차단밸브를 공압 구동 포핏 방식으로 상용화하여 생산하고 있다. 러시아의 액체로켓엔진에는 이와 유사한 구조의 밸브가 적용되었을 가능성이 있으나, 공개 자료로는 구체적인 구조와 적용 여부를 확인할 수 없다. 그 외 국가에서는 예냉 재순환과 주 공급을 하나의 3방향 포핏 밸브로 통합한 사례가 공개 자료에서 확인되지 않는다.
시장동향	**국내**	국가 주도의 연구개발에서 민간 중심의 상업화로 우주산업 생태계가 전환되는 가운데, 우주 스타트업과 항공·국방 분야 주요 대기업을 중심으로 다양한 액체로켓엔진 개발이 활발히 이루어지고 있다. 이러한 환경에서 효율적인 액체로켓엔진 개발과 상업화를 위해서는 구성품 수와 무게를 줄이는 것이 중요하며, 극저온 공급 배관 예냉과 극저온 추진제 주 공급을 하나의 밸브로 수행할 수 있는 밸브에 대한 수요가 증가할 것으로 예상된다.
	해외	극저온 추진제의 공급 차단뿐 아니라 유로 면적 변화를 통한 유량제어까지 통합한 전기 구동 방식(또는 공압·전기 혼합 구동 방식)의 극저온 밸브가 개발되어 액체로켓엔진에 적용이 확대되고 있다. 한편, 극저온 추진제 공급 배관의 예냉에는 일반적으로 별도의 배관과 밸브가 사용된다. 향후에는 예냉, 개폐, 유량제어의 세 가지 기능을 통합한 밸브로 발전할 것으로 예상되며, 본 기술은 이러한 통합형 밸브 개발에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.
활용방안		본 기술은 극저온 추진제 공급과 극저온 공급 배관 예냉을 하나의 밸브로 수행할 수 있는 공압 구동 방식 3방향 포핏 밸브의 설계, 제작 및 시험 평가 기술로서, 우주발사체용 액체로켓엔진의 추진제 공급시스템에 직접 활용될 수 있다. 또한 액화천연가스(LNG), 액체수소, 액체산소, 액체질소 등 극저온 유체를 취급하는 산업 분야에서 배관 예냉과 유체 공급·차단이 필요한 설비로도 확대 적용될 수 있다. 예를 들어 LNG·액체수소의 저장 및 이송 설비, 충전 설비, 산업용 가스 공급 설비, 극저온 시험 설비 등이 해당된다.

관련 연구과제 (계정번호)	한국형발사체(KSLV-II) 개발사업 (SR16016)
실투입 연구개발비	600,000,000 원
예상 매출액	연 2억원
예상 기술료	착수 기본료 8천만 원정, 매출정률 사용료 총매출액의 5.0%
지재권 정보	해당 사항 없음
기술이전 범위 (세부 대상)	• 주요 기밀부 표면조도, 끼워맞춤 공차, 기하공차 등을 포함한 밸브 및 체결부 (밸브 입・출구, 구동부) 제작도면 • 작동부 작동 특성 해석 및 주요 구성품(작동부, 스프링, 씰) 설계 기술 • 수락 및 인증 시험 등 시험 평가 기술