

작동시간 향상을 위한 무인항공기용 액화수소 카트리지형 저장용기의 단열 성능 연구

Study on the insulation performance of liquid hydrogen cartridge type storage container for drone to improve operation time

한상태, 장진혁, 김동우, 이동우, 신흥규 (6조 팀명 : 4드론 러쉬)
 서울시립대학교 기계정보공학과, E-mail : ghrhee@uos.ac.kr

소개 : 창의적이고 우수한 인재 육성을 위해 학생이 주도적으로 참여하고 추진하는 연구 프로젝트

- 특허 진행 : 본 기구에 대한 특허 출원 상담 진행 중
- 지도교수 : 이광훈
- 각 구성원 역할 : 한상태(프로젝트 총괄/일정관리/시작품제작), 장진혁(CFD해석/시작품제작), 김동우(특허 출원/시작품제작), 이동우(정보수집/시작품제작), 신흥규(모델링/시작품제작)

Introduction

- 무인항공기용 액화수소 카트리지용기 단열성능 향상 설계안 제시
- 전산해석 프로세스 진행 후 액화수소 혹은 질소를 이용한 실제 단열성능 확인
- 액화수소 카트리지 용기의 단열성능 향상을 통한 드론의 체공시간 향상 가능성 확인

Modeling

[최종 설계안]

5.5L 저장용기

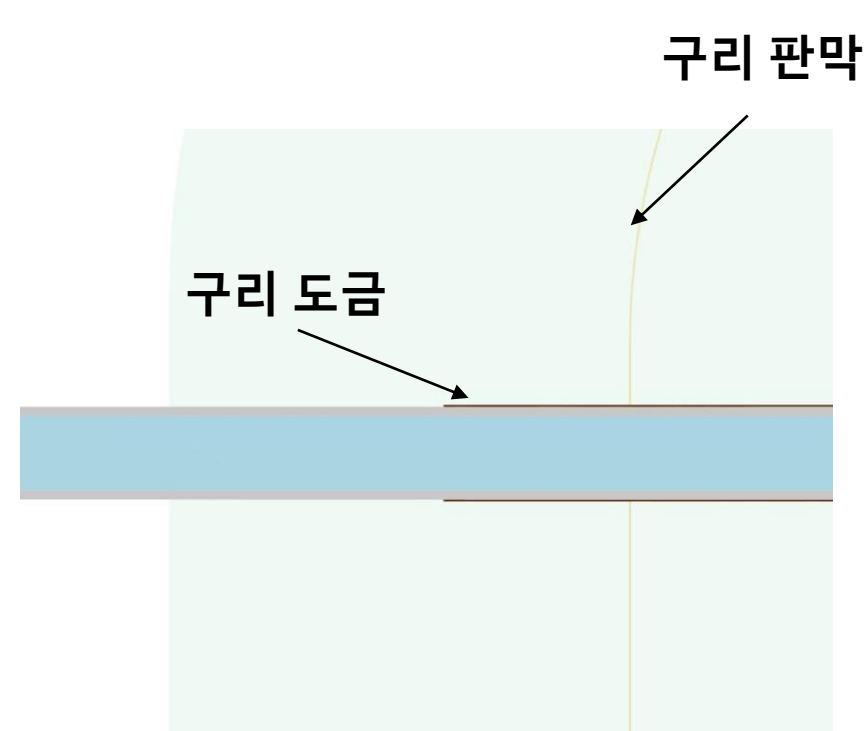
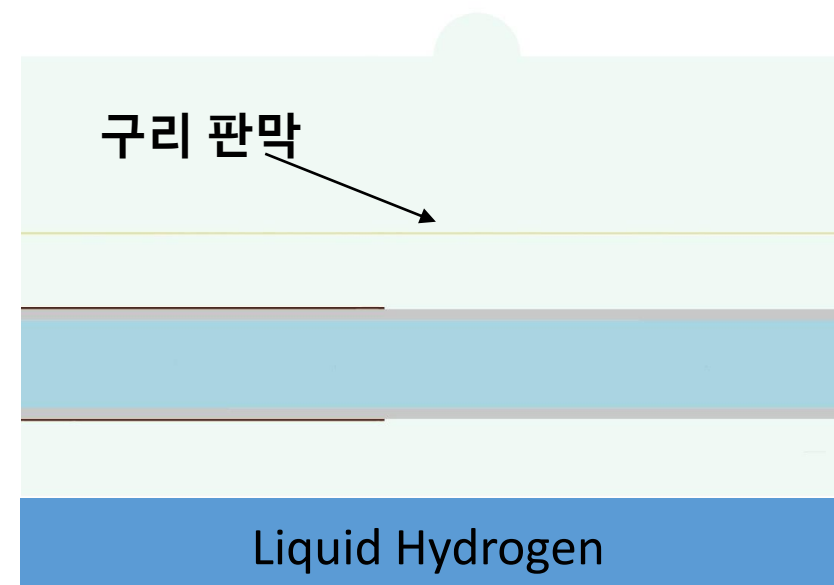
MLI(단열재)

구리 도금
(on Pipe)

파이프

구리 판막
(in MLI)

[내부 설계 설명]



- Pipe가 내부 탱크와 인접되어 있는 형태이며 해당 Pipe와 단열재 사이에 구리막이 존재
- MLI (단열재) 내부에 존재하는 구리막에 대해 열침입을 최소화 하는 위치 확인
- MLI 내부에 존재하는 구리막이 출구로 사용되는 Pipe와 접하는 구조
- 해당 구리막과 인접한 Pipe부분에 일정부분 구리도금 하여 내부 기화수소로의 열전달 증가

Reference

[1] Gulru Babaca, Altug Sismana, Tolga Cimenb, 2009, "Two-dimensional thermal analysis of liquid hydrogen tank insulation," Int.J. Hydrogen Energy, 34, pp.6357~6363.
 [2] Seo Young Kim, Byung Ha Kang, 2000, "Thermal design analysis of a liquid hydrogen vessel," Int.J. Hydrogen Energy, 25, pp.133~141.
 [3] J. A. Paivanas, A. W. Francis, and D. I-J. Wang, 1964, "Multishielding - An Advanced Superinsulation Technique", Advances in Cryogenic Engineering, 10, pp.197~207.

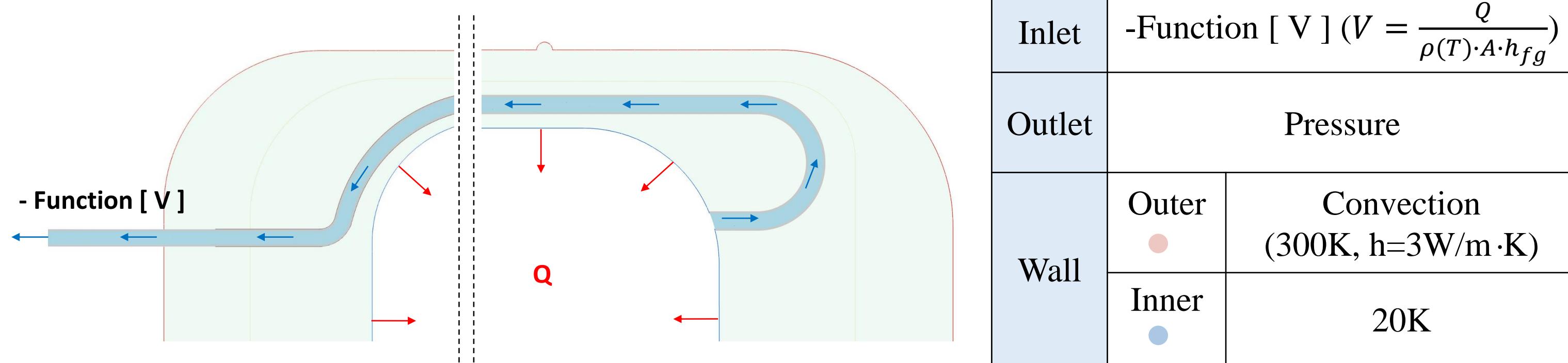
Analysis

[지배방정식 및 경계조건]

• Governing Equation

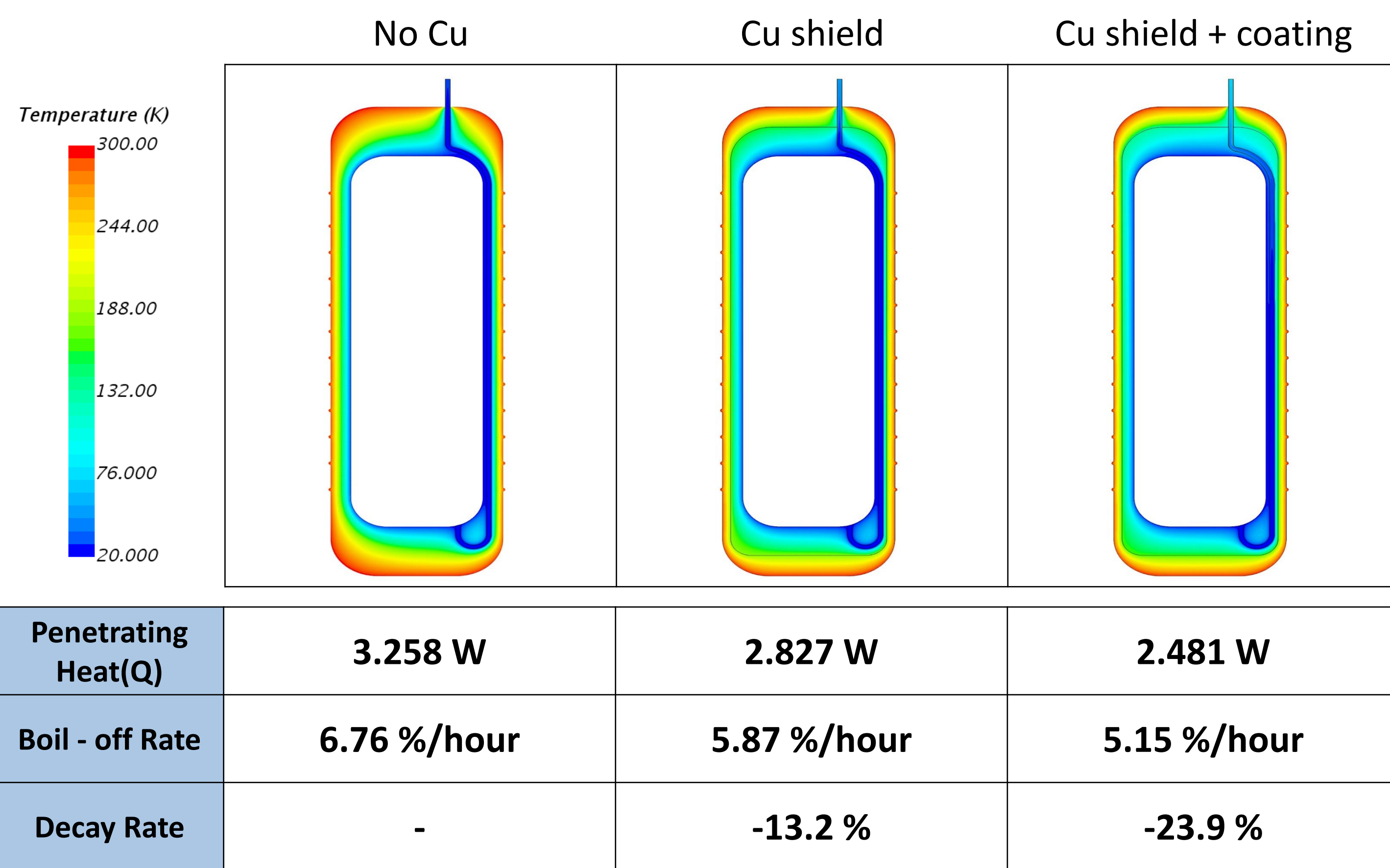
$$\nabla \cdot \mathbf{V} = 0 \quad (\mathbf{V} \cdot \nabla) \mathbf{V} = -\frac{1}{\rho} \nabla \rho + \frac{1}{\rho} \nabla \cdot \boldsymbol{\tau}_{ij} \quad \rho C_p (\mathbf{V} \cdot \nabla) T = k \nabla^2 T$$

• Boundary condition

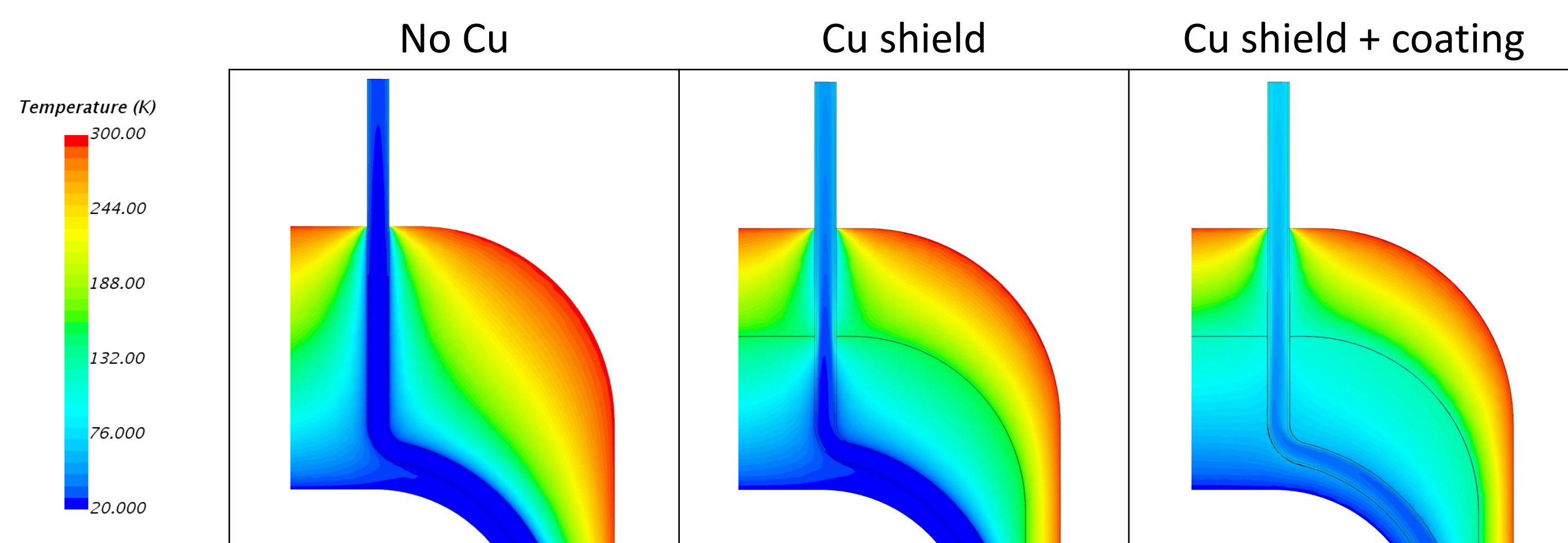


• Using commercial code Star-CCM+ Ver11.06

[구리 유무에 따른 열전달 및 기화율 비교]

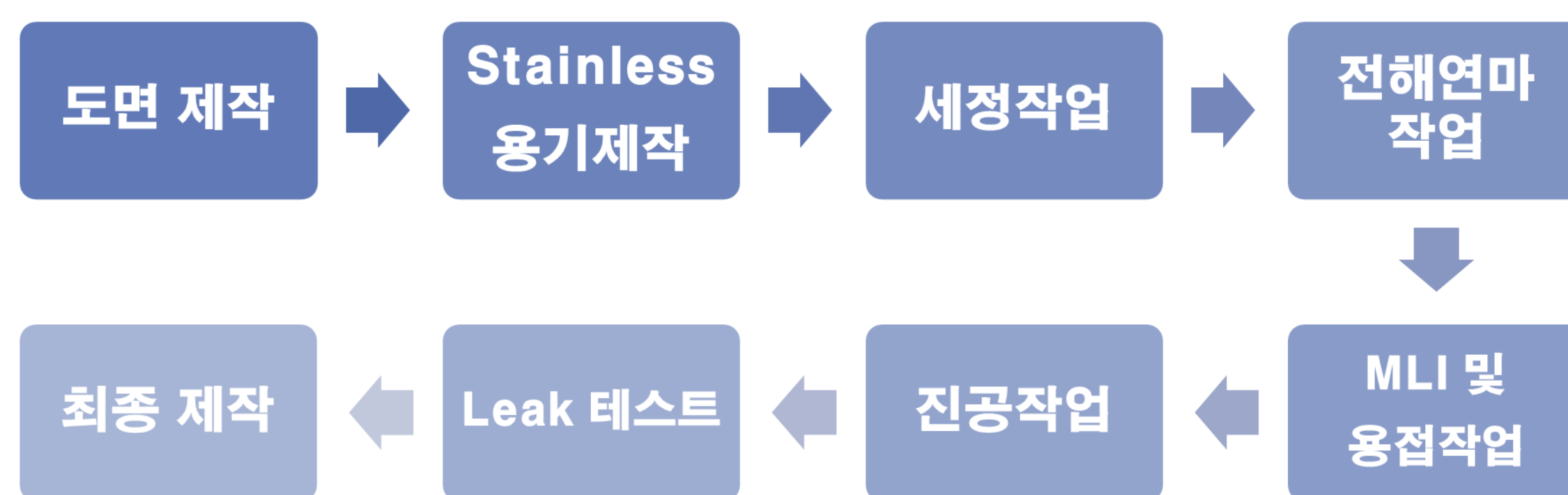


[구리 역할]



- Cu shield가 내부로 들어오는 침입열량 중 일부를 기화된 수소가 나가는 Pipe로 열을 전달하여 기화되는 수소가 흡수하여 내부 침입열량을 줄여주는 역할
- Cu shield는 외부로부터 들어오는 침입열량 중 33.3%, Cu shield + coating은 49.5%를 Pipe로 전달하는 것을 확인

[제작 순서]



Conclusion

- 저장용기 내부로 침입되는 열을 구리막을 통하여 Pipe로 전달하고 기화되는 수소가 흡수하는 열전달 경로 확인
- 무인항공기용 액화수소 저장용기(5.5L) 기화율이 6.76%/h에서 최종적으로 Pipe에 구리도금을 한 모델의 경우 5.15%/h로 23.9% 감소 효과

