

# 3D프린팅 기반 다중 분할 삼중주기최소표면

## 기술분류

기계/소재



## 기술단계구분

기초원천기술

## 연구자정보

대경기술실용화본부(모빌리티부품)

김건우 수석연구원

기술이전문의 | TLO@kitech.re.kr

## 기술개요

- 적어도 2개의 격벽과, 이 격벽에 의해 형성된 3개 이상의 독립적인 유로를 갖는 삼중주기최소표면 (TPMS, Triply Periodic Minimal Surface)으로 이루어진 구조
- 수학적으로 두꺼운 격벽에서 그것보다 얇은 격벽을 뺀으로써, 유로를 추가로 형성
- 합집합, 교집합, 차집합의 원리를 활용하여 격벽 수와 반응영역의 수 확장이 가능

### Example) Gyroid TPMS

$$U_G^t = C_x S_y + C_y S_z + C_z S_x - t$$

$$\text{두꺼운 격벽에 대한 얇은 격벽의 차집합: } U_G^{t_{thick}} - U_G^{t_{thin}}$$

$$C_i = \cos\left(k_i \frac{i}{L_i}\right) \quad S_i = \sin\left(k_i \frac{i}{L_i}\right)$$

$$k_i = 2\pi n_i \quad i = x, y, z \quad L_i: \text{TPMS의 각 방향의 길이} \quad t: \text{격벽의 두께}$$

검사체적 내에서 3개의 유체 영역을 아래와 같이 정의 가능

$$(A) U_G^{t_{thick}} > 0$$

$$(B) U_G^{t_{thick}} < 0 \ \& \ U_G^{t_{thin}} > 0$$

$$(C) U_G^{t_{thin}} < 0$$

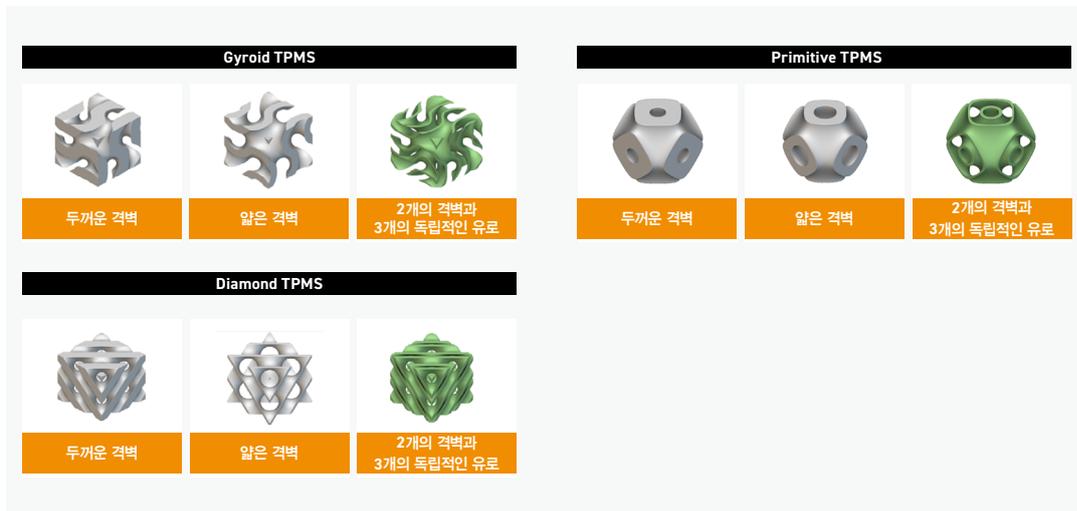
### Example) 격벽과 유체영역 확장 방정식 (3개의 격벽, 4개의 독립적인 유로)

$$U^{t_1} - (U^{t_2} - U^{t_3}) \quad (\text{단, } t_1 > t_2 > t_3)$$

### Example) 격벽과 유체영역 확장 방정식 (3개의 격벽, 4개의 독립적인 유로)

$$U^{t_1} - [U^{t_2} - (U^{t_3} - U^{t_4})] \quad (\text{단, } t_1 > t_2 > t_3 > t_4)$$

## 주요도면/사진



## 기술의 특징 및 장점

### 기존기술 한계

TPMS 구조는 전통적인 가공법 및 성형법으로 제작하는 것이 거의 불가능

열교환기 및 촉매반응기등에서 1개의 격벽과 2개의 유로를 가진 구조를 활용

### 개발기술 특성

적어도 2개의 격벽과, 적어도 3개 이상의 독립적인 유로를 가진 구조

3D프린팅을 활용하여 구현이 가능  
표면적 증가로 열교환 성능 및 촉매반응 성능 등 향상

## 기술적용 제품 및 활용분야

열교환기 기존 TPMS 구조 대비 표면적을 넓혀 열교환 성능을 향상 가능



촉매반응기 기존 TPMS 구조 대비 반응면적을 넓혀 촉매반응성을 향상 가능



Example) 28mm x 28mm x 28mm의 design space에서 7mm x 7mm x 7mm의 primitive TPMS를 생성하였을 때의 표면적

	2 domains	3 domains
Surface area	14,984mm	29,011mm

2 domains에서 3 domains로 확장되면 표면적이 약 2배 증가

단, 기존 촉매반응기 격벽의 두께는 0.4mm로 설정

단, 다중 분할 촉매반응기 격벽의 두께는 0.2mm로 설정

## 국·내외 시장동향

- 3D프린팅 (출처: 인더스트리 뉴스 2023.01.04)
  - '디지털 제조 수요 확대'에 따라 전 세계 3D프린팅 시장은 연평균 약 27.5%씩 성장할 것으로 예측
  - 이에 2022년 17.7억 달러(약 2조 2,930억 원) 규모에서 2023년에는 약 22.5억 달러(약 2조 9,140억 원), 2026년에는 46.7억 달러(약 6조 606억 원) 수준까지 성장할 것으로 전망
  - 2023년 국내 3D프린팅 시장규모는 최대 6,200억 원에 달할 것으로 추산 3D프린팅 솔루션을 도입한 기업은 제조업 분야(67%), 헬스케어 및 의료기기(25%), 기타(8%)순으로 집계
  - 소재, 부품, 장비, 소프트웨어, 고객 맞춤형 컨설팅의 지속적인 성장
- 열교환기
  - 2022년에서 2029년까지 5.1% CAGR로 성장할 것으로 예상되며, 2030년까지 262억 6000만 달러에 달할 것으로 예상
  - 화학, 석유화학, 발전 등 다양한 산업의 수요 증가와 효율기준의 향상
  - 중국, 인도, 브라질, 멕시코등에서 지속적인 수요 증가

## 기술완성도

TRL 1	TRL 2	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 6	TRL 7	TRL 8	TRL 9
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

TRL 3 수치적, 실험적으로 기술개념의 주요기능/특성이 입증된 단계

TRL 4 구성품/Breadboard에 대한 실험실 수준의 성능 입증 단계

## 지식재산권 현황

No.	특허명	출원일자	출원번호	등록번호
1	다중 분할 삼중주기최소표면 구조와, 그 제조 방법 및, 이 제조방법을 구현하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 매체	2023.08.11	10-2023-0105321	
2	다중 분할 삼중주기최소표면 구조를 갖는 열교환기와, 그 제조 방법 및, 이 제조방법을 구현하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 매체	2023.08.11	10-2023-0105324	
3	다중 분할 삼중주기최소표면 구조를 갖는 촉매 반응기와, 그 제조 방법 및, 이 제조방법을 구현하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 매체	2023.08.11	10-2023-0105332	
4	방사형 유로와 격자구조를 포함하는 웨이퍼 프로버의 하부척, 및 그 제조방법	2021.11.16	10-2021-0158089	
5	전력 반도체의 수냉식 구조, 및 그 제조 방법	2021.07.16	10-2021-0093785	10-2578281