



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0125049
(43) 공개일자 2022년09월14일

- | | |
|--|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 30/28 (2020.01) G06F 111/06 (2020.01)
G06F 113/08 (2020.01) G06F 30/17 (2020.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
G06F 30/28 (2020.01)
G06F 30/17 (2020.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2021-0028964
(22) 출원일자 2021년03월04일
심사청구일자 2021년03월04일</p> | <p>(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)</p> <p>(72) 발명자
김재열
광주광역시 북구 동문대로 86번길 55
정윤수
광주광역시 북구 자미로 45, 제2동 1005호(신안동, 삼익아파트)
김상유
전라남도 순천시 덕월길 22, 103동 905호(덕월동, 우성아파트)</p> <p>(74) 대리인
특허법인아이엠</p> |
|--|--|

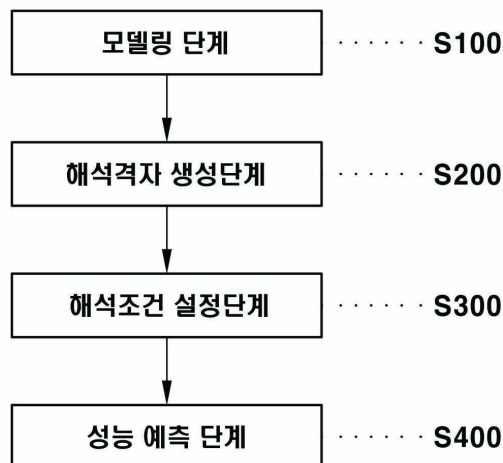
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **조정밀가공을 위한 공작기계용 기어펌프 최적 설계를 위한 CFD 해석 기법**

(57) 요약

본 발명은 공작기계용 기어펌프 최적 설계를 위한 CFD 해석 기법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 공작기계용 기어펌프의 토출압력 토출량 및 내부 유동현상을 높은 신뢰성으로 검증할 수 있는 조정밀가공을 위한 공작기계용 기어펌프 최적 설계를 위한 CFD 해석 기법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06F 2111/06 (2020.01)

G06F 2113/08 (2020.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425143574
과제번호	S2851304
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	2020년도 산학 Collabo R&D사업(예비연구) 시행계획 공고
연구과제명	실용적인 중압급 Multi-purpose Coolant Unit 개발연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	아람기공(주)
연구기간	2020.06.29 ~ 2021.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415171648
과제번호	P0002092
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술진흥원
연구사업명	교육훈련
연구과제명	고신뢰성기계부품설계전문인력양성
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국공작기계산업협회
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

2개의 기어가 맞물려 회전되어 유체가 송출되는 공작기계용 기어펌프의 성능을 검증하기 위한 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법으로,

상기 공작기계용 기어펌프의 내부 유체층을 파트별로 3D 모델링하는 모델링 단계;

상기 모델링 단계를 통해 생성된 파트별 3D 모델에 해석 격자를 생성하는 해석격자 생성단계;

상기 기어펌프의 내부 유체층의 CFD 해석을 위한 해석 조건을 설정하는 해석 조건 설정 단계; 및

상기 해석 격자와 상기 해석 조건 하에서, 난류모델 방정식을 사용하여 상기 공작기계용 기어펌프의 성능을 예측하는 성능 예측 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 해석 조건은 절삭유의 재질, 밀도 및 점도를 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 해석 조건은 기어의 회전수, 입구의 압력 조건, 토출구의 압력 조건을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 모델링 단계는

상기 기어펌프의 상기 내부 유체층을 입구 유체층, 토출구 유체층, 하부 유체층, 중앙부 유체층, 제1 상부 유체층 및 제2 상부 유체층으로 구분하여 3D 모델링하는 것을 특징으로 하는 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 해석 격자 형성단계는

상기 내부 유체층들 중 상기 하부 유체층이 가장 조밀한 해석격자가 형성되는 것을 특징으로 하는 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 성능 예측 단계는

상기 난류모델 방정식으로 K-OMEGA SST가 이용되는 것을 특징으로 하는 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 성능 예측 단계를 통해 예측된 상기 공작기계용 기어펌프는 오차율이 10%이내이고, 상기 공작기계용 기어펌프의 내부에서 발생하는 유동현상 및 내부 압력을 확인하여 기어펌프 내 차폐형상 방지가 가능한 것을 특징으로 하는 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법.

청구항 8

제 1항 내지 제 7항 중 어느 한 항의 CFD 해석 기법이 적용된 공작기계용 기어펌프.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 공작기계용 기어펌프 최적 설계를 위한 CFD 해석 기법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 공작기계용 기어펌프의 토출압력 토출량 및 내부 유동현상을 높은 신뢰성으로 검증할 수 있는 초정밀가공을 위한 공작기계용 기어펌프 최적 설계를 위한 CFD 해석 기법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전산유체역학(CFD, Computational Fluid Dynamics)이란 유체 현상을 기술한 비선형 편미분 방정식인 나비에-스토크스 방정식(Navier-Stokes Equations)을 FDM(Finite Difference Method), FEM(Finite Element Method), FVM(Finite Volume Method) 등의 방법들을 사용하여 이산화하여 대수 방정식으로 변환하고 이를 수치기법의 알고리즘을 사용하여 유체의 유동에 대하여 해석하는 것이다.

[0003] 한편, 종래에는 기어펌프의 성능을 확인하기 위하여 기어펌프를 제작하여 성능실험을 통해 검증하였으며, 기어펌프의 토출압과 토출량은 실험을 통해 확인이 가능하나, 기어펌프의 내부에서 발생하는 압력 및 유동현상에 대해서는 파악이 불가능하여 기어펌프의 성능향상을 위한 최적설계가 어려운 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 CFD 해석 기법을 적용하여, 공작기계용 기어 펌프의 다양한 설계도면에 대한 성능을 검증하고, 내부에서 발생하는 압력 및 유동현상에 대해 파악하여 기어펌프의 성능향상을 위한 최적설계가 용이한 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법을 제공하기 위한 것이다.

[0005] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 2개의 기어가 맞물려 회전되어 유체가 송출되는 공작기계용 기어펌프의 성능을 검증하기 위한 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법으로, 상기 공작기계용 기어펌프의 내부 유체층을 파트별로 3D 모델링하는 모델링 단계; 상기 모델링 단계를 통해 생성된 파트별 3D 모델에 해석 격자를 생성하는 해석격자 생성단계; 상기 기어펌프의 내부 유체층의 CFD 해석을 위한 해석 조건을 설정하는 해석 조건 설정 단계; 및 상기 해석 격자와 상기 해석 조건 하에서, 난류모델 방정식을 사용하여 상기 공작기계용 기어펌프의 성능을 예측하는 성능 예측 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법을

제공한다.

- [0007] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 해석 조건은 절삭유의 재질, 밀도 및 점도를 포함한다.
- [0008] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 해석 조건은 기어의 회전수, 입구의 압력 조건, 토출구의 압력 조건을 더 포함한다.
- [0009] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 모델링 단계는 상기 기어펌프의 상기 내부 유체층을 입구 유체층, 토출구 유체층, 하부 유체층, 중앙부 유체층, 제1 상부 유체층 및 제2 상부 유체층으로 구분하여 3D 모델링한다.
- [0010] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 해석 격자 형성단계는 상기 내부 유체층들 중 상기 하부 유체층이 가장 조밀한 해석격자가 형성된다.
- [0011] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 성능 예측 단계는 상기 난류모델 방정식으로 K-OMEGA SST가 이용된다.
- [0012] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 성능 예측 단계를 통해 예측된 상기 공작기계용 기어펌프는 오차율이 10%이내이고, 상기 공작기계용 기어펌프의 내부에서 발생하는 유동현상 및 내부 압력을 확인하여 기어펌프 내 차폐현상 방지가 가능하다.
- [0013] 또한, 본 발명은 본 발명에 따른 CFD 해석 기법이 적용된 공작기계용 기어펌프를 더 제공한다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명은 다음과 같은 우수한 효과를 가진다.
- [0016] 본 발명의 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법에 의하면, 기어펌프를 제작하지 않고, 다양한 사용 환경조건에 따라 기어펌프 오차율 10% 이내의 성능예측이 가능하며, 내부 유동현상을 묘사할 수 있어 기어펌프 내 발생하는 차폐현상을 해소하여 기어펌프의 최적설계가 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명에 따른 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법을 설명하기 위한 단계도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법에 적용되는 공작기계용 기어펌프의 모델링 이미지이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법의 모델링 단계를 통해 생성된 공작기계용 기어펌프의 3D 모델링 이미지이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법의 해석격자 생성단계를 통해 생성된 3D 모델링 이미지이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법을 통해 내부 유체의 흐름 방향과 압력을 확인한 이미지이다.
- 도 6은 본 발명에 따른 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법을 통해 내부 유체의 시간별 압력을 확인한 이미지이다.
- 도 7은 본 발명에 따른 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법을 통해 예측된 해석 값과 실험 값을 비교한 성능 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명에서 사용되는 용어는 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어를 선택하였으나, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있는데 이 경우에는 단순한 용어의 명칭이 아닌 발명의 상세한 설명 부분에 기재되거나 사용된 의미를 고려하여 그 의미가 파악되어야 할 것이다.
- [0020] 이하, 첨부한 도면에 도시된 바람직한 실시예들을 참조하여 본 발명의 기술적 구성을 상세하게 설명한다.
- [0021] 그러나, 본 발명은 여기서 설명되는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화 될 수도 있다. 명세서 전체에

걸쳐 동일한 참조번호는 동일한 구성요소를 나타낸다.

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법을 설명하기 위한 단계도이다.
- [0024] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법은 2개의 기어가 맞물려 회전되어 유체가 송출되는 공작기계용 기어펌프의 성능을 검증하기 위한 CFD(Computational Fluid Dynamics) 해석 기법으로, 먼저, 상기 공작기계용 기어펌프(100)의 내부 유체층을 파트별로 3D 모델링하는 모델링 단계(S100)가 수행된다.
- [0025] 도 2 및 도 3을 참조하면, 상기 기어 펌프(100)의 상기 내부 유체층은 입구 유체층(110), 토출구 유체층(120), 하부 유체층(130), 중앙부 유체층(140), 제1 상부 유체층(150) 및 제2 상부 유체층(160)으로 구분될 수 있다.
- [0026] 다음, 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 모델링 단계(S100)를 통해 생성된 파트별 3D 모델에 해석 격자를 생성하는 해석 격자 생성단계(S200)가 수행된다.
- [0027] 이때, 상기 해석 격자는 중첩격자기법이 적용될 수 있다.
- [0028] 또한, 상기 내부 유체층들(110 내지 160) 중 상기 하부 유체층(130)이 가장 조밀한 해석격자가 형성되고, 그 뒤를 이어 상기 중앙부 유체층(140)이 높은 조밀도를 지니는 해석격자로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0029] 이는 유동변화가 많이 발생하는 부분은 값의 변화가 커 오차가 많이 발생하게 되는데, 보다 정확한 해석을 위해 유동변화가 가장 많이 발생하는 상기 하부 유체층(130)에 가장 조밀한 해석격자가 형성되게 하고, 두번째로 유동변화가 많이 발생하는 중앙부 유체층(140)에 높은 조밀도를 갖는 해석격자를 형성함으로써, 성능예측의 정확성을 증대시키기 위함이다.
- [0030] 다음, 상기 기어펌프의 내부 유체층의 CFD 해석을 위한 해석 조건을 설정하는 해석 조건 설정 단계(S300)가 수행된다.
- [0031] 여기서, 상기 해석 조건은 절삭유의 재질, 절삭유의 밀도, 절삭유의 점도, 기어의 회전수, 입구의 압력 조건, 토출구의 압력조건을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0032] 다음, 상기 해석 격자와 상기 해석 조건 하에서, CFD 해석기법을 통해 상기 공작기계용 기어펌프의 성능을 예측하는 성능 예측 단계(S400)가 수행된다.
- [0033] 여기서, 상기 성능 예측 단계(S400)는 난류모델 방정식을 이용하여 상기 공장기계용 기어펌프에서 발생하는 난류를 예측하며, 상기 난류모델 방정식으로 K-OMEGA SST가 이용되는 것이 바람직하다.
- [0034] 또한, 상기 성능 예측 단계(S400)를 통해 예측된 상기 공작기계용 기어펌프는 오차율이 10%이내이고, 상기 공작기계용 기어펌프의 내부에서 발생하는 유동현상 및 내부 압력을 확인함으로써, 기어펌프 내 차폐현상 방지가 가능하다.
- [0035] 또한, 본 발명은 본 발명에 따른 CFD 해석 기법이 적용된 공작기계용 기어펌프를 더 제공한다.
- [0037] 실시예
- [0038] 도 3에 도시된 바와 같이, ANSYS SPACECLAIM을 통해 상기 공작기계용 기어펌프의 모델링 내부 유체층을 파트별로 3D 모델링 하였으며, 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 기어펌프의 내부에 해석격자를 형성하였다.
- [0039] 다음, ANSYS 2020R FLUENT 소프트웨어를 이용하여 해석을 진행하였으며, 반영된 해석 조건은 절삭유의 재질, 밀도, 점도, 기어의 회전수, 입구 압력 조건, 토출 압력 조건을 반영하였다. 보다 상세하게는 제작하고자 하는 기어펌프의 스펙을 기준으로, 재질은 수용성 절삭유, 밀도는 960kg/m^3 , 동점도 계수는 2cSt , 기어의 회전수는 1,720RPM, 유입압력은 0, 토출압력은 0~35bar를 5bar 단위로 입력하였을 때, 나타나는 기어펌프의 토출량을 확인하였다.
- [0040] 또한, 발생하는 난류를 정확하게 예측하기 위해 난류모델 방정식으로는 가장 신뢰성이 높은 K-OMEGA SST를 이용하였다.

[0042] 실험예(해석 결과)

[0043] 해석결과를 확인하면, 도 5에 도시된 바와 같이, 내부 유체의 흐름방향과 압력을 묘사할 수 있으며, 도 6에 도시된 바와 같이, 같이 평면으로 보았을 때, 시간대별로 유압을 확인 할 수 있다. 이를 통해 기어펌프 내 구조변경을 통해 최적설계가 가능하다.

[0044] 또한, CFD해석의 신뢰성 검증하기 위해 실제 기어펌프의 토출량 값과 예측(해석)된 토출량 값을 비교를 한 아래 표 1을 참조하면, 해석결과와 실험결과의 오차율은 최대 9.8%이고, 최소 3.03%의 정확성을 확인 할 수 있으며, 평균 5.82% 오차율을 갖는다.

표 1

[0045]

토출압력(pressure) 단위 : bar	실험결과 단위 : L/min	해석 결과 단위 : L/min	오차율(Error Rate) 단위 : %
0	18.4	20.2	9.8
5	16.4	17.6	6.82
10	14.8	15.9	6.92
15	13.5	14.5	6.9
20	12.5	13.2	5.3
25	11.5	12	4.17
30	10.6	11	3.63
35	9.6	9.9	3.03

[0046] 또한, 도 7은 본 발명에 따른 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법을 통해 예측된 해석 값과 실험 값을 비교한 성능 그래프로, 압력이 높을수록 높은 신뢰성을 갖는 것을 확인 할 수 있었다.

[0047] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 공작기계용 기어펌프의 CFD 해석 기법에 의하면, 별도의 기어펌프를 제작하지 않고 다양한 사용 환경조건에 따라 기어펌프 오차율 10% 이내의 성능예측이 가능하고, 내부 유동현상을 묘사할 수 있어 기어펌프 내 발생하는 차폐현상을 해소하여 기어펌프의 최적설계가 가능한 장점을 지닌다.

[0048] 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명은 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기한 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정이 가능할 것이다.

부호의 설명

[0050]

100 : 기어 펌프 110 : 입구 유체층

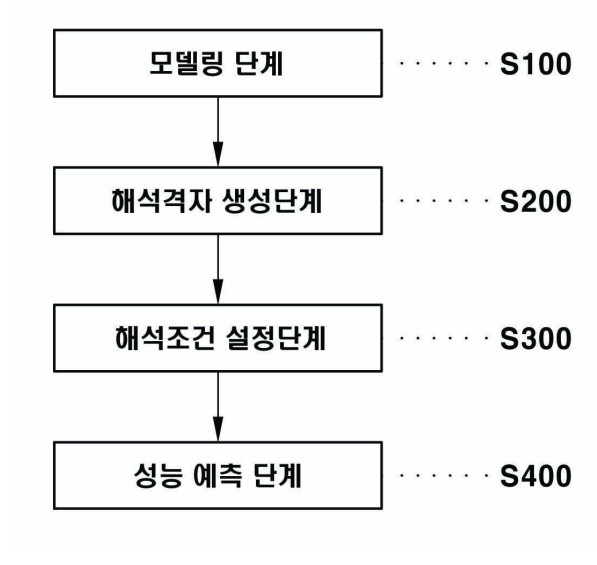
120 : 토출구 유체층 130 : 하부 유체층

140 : 중앙부 유체층 150 : 제1 상부 유체층

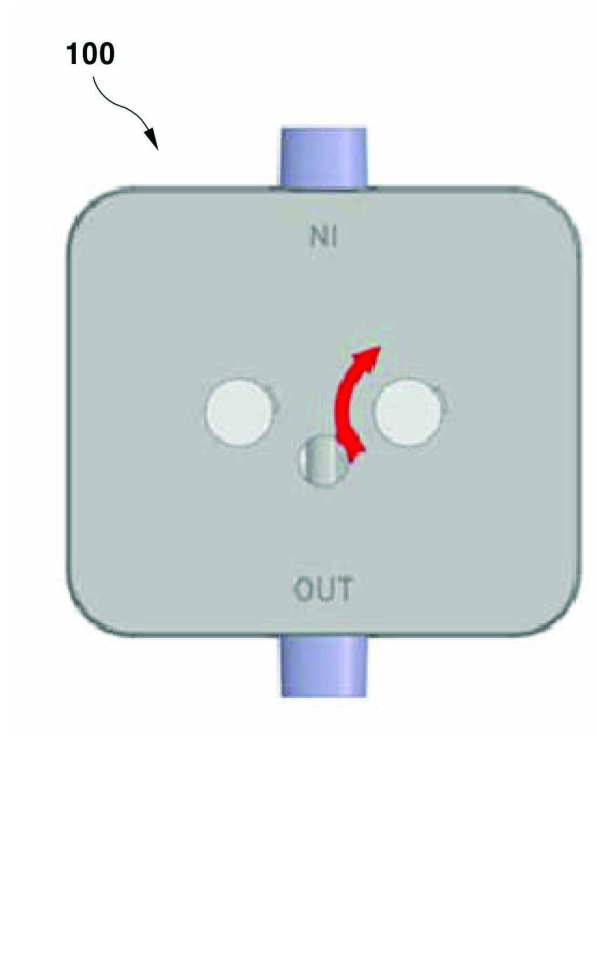
160 : 제2 상부 유체층

도면

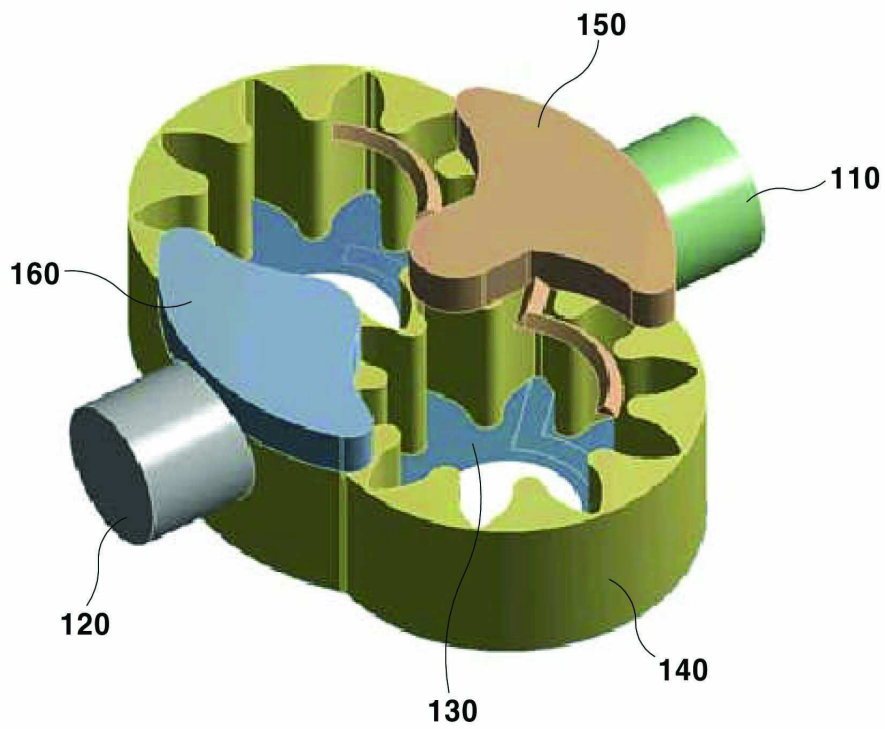
도면1



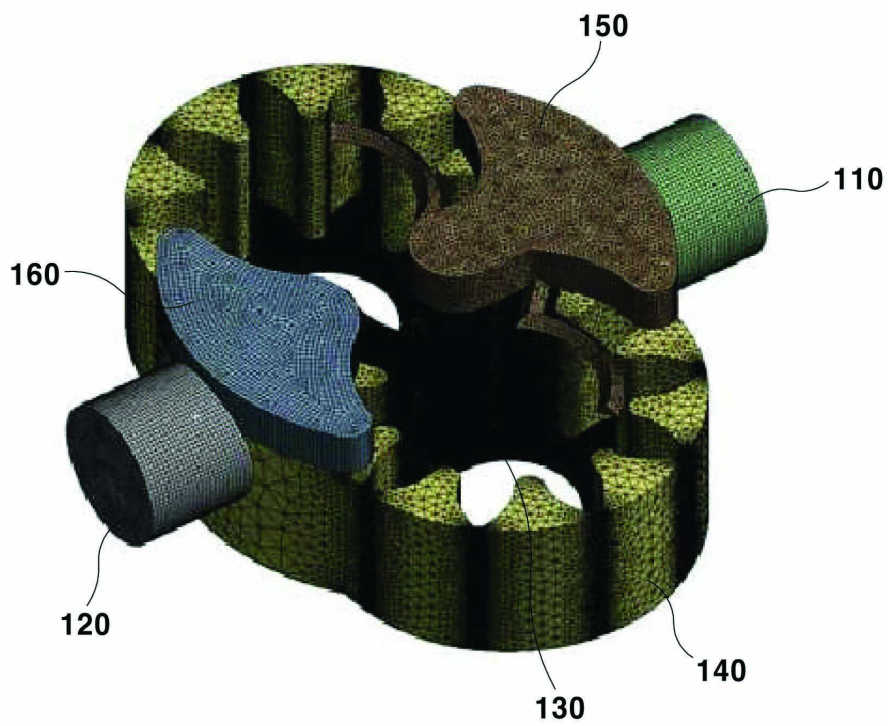
도면2



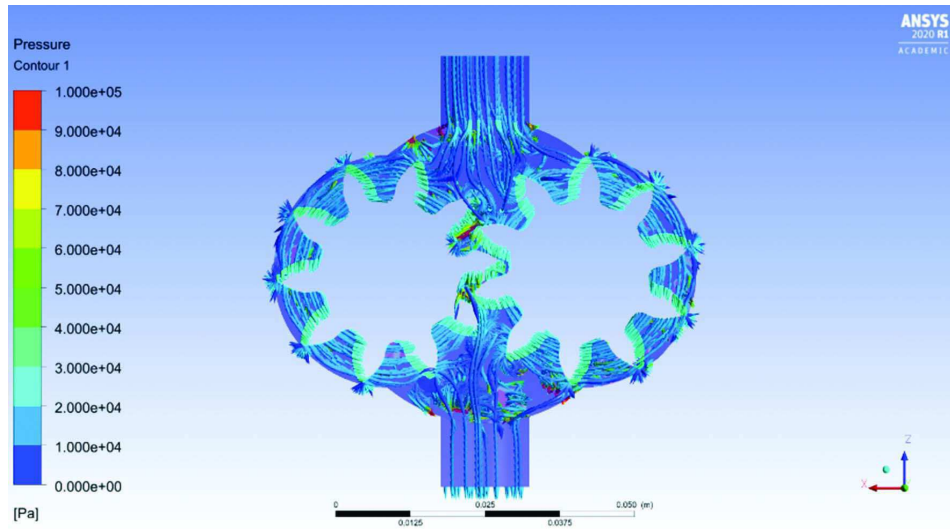
도면3



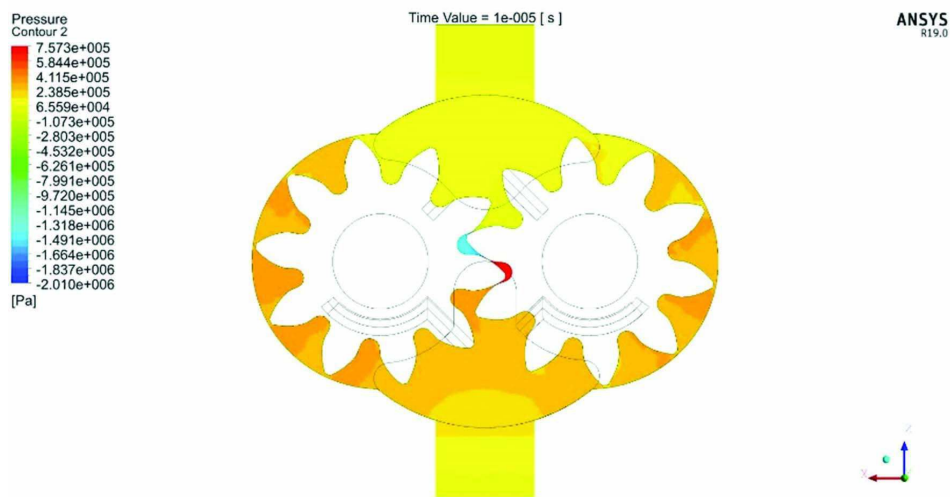
도면4



도면5



도면6



도면7

