



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년07월25일
 (11) 등록번호 10-1882131
 (24) 등록일자 2018년07월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 17/50 (2006.01) *B60B 27/00* (2006.01)
B62D 7/22 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G06F 17/5086 (2013.01)
B60B 27/0057 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-0013887
- (22) 출원일자 2017년01월31일
 심사청구일자 2017년01월31일
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2011028335 A*
 US20050236886 A1*
 JP2004142571 A
 JP2006330917 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 건양대학교산학협력단
 충청남도 논산시 대학로 121 (내동)
- (72) 발명자
 운영식
 대전광역시 유성구 대학로 31
- (74) 대리인
 김대영

전체 청구항 수 : 총 3 항

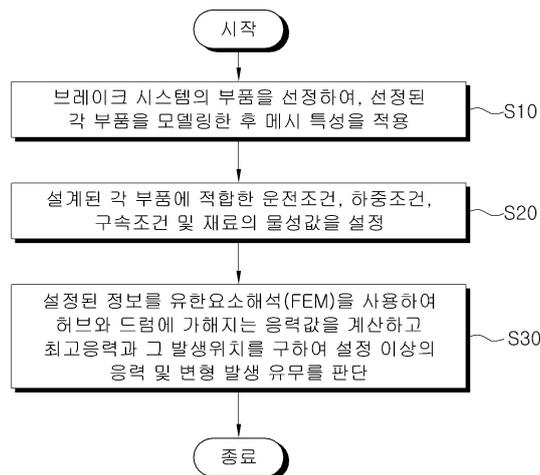
심사관 : 박승철

(54) 발명의 명칭 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법

(57) 요약

본 발명은 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 자동차용 차축의 구조를 이루는 드럼, 허브, 타이로드, 스핀들 암 및 아이빔 등의 주요 부품을 선정하여 각 부품의 물성값을 적용하며, 운전 중 발생하는 운전조건, 하중조건, 구속조건을 대입하여 드럼 및 허브에 가해지는 응력값을 계산하여 최고 응력과 그 위치를 구하는 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B62D 7/228 (2013.01)

G06F 17/5018 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C0238647

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 중소기업청

연구사업명 산학협력 기업부설연구소 신규설치지원사업

연구과제명 상용차용 허브 파이롯트형 엑슬 개발

기 여 율 1/1

주관기관 건양대학교산학협력단

연구기간 2014.11.01 ~ 2016.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

테이퍼 베어링이 채용된 허브의 외측에 드럼이 조립되는 허브 파이롯트 방식의 자동차용 브레이크 시스템에 적용되는 최적설계 방법으로서,

브레이크 시스템(100)의 부품을 선정하여, 선정된 각 부품을 모델링한 후 메시특성을 적용하는 설계단계(S10);

상기 설계단계(S10)에서 설계된 각 부품에 적합한 운전조건, 하중조건, 구속조건 및 재료의 물성값을 설정하는 설정단계(S20);

상기 설정단계(S20)에서 설정된 정보를 유한요소해석(FEM)을 사용하여 허브(10)와 드럼(20)에 가해지는 응력값을 계산하고 최고응력과 그 발생위치를 구하여 설정 이상의 응력 및 변형 발생 유무를 판단하는 해석단계(S30);로 이루어지되,

상기 운전조건은 브레이크 시스템 전체에 적용하는 제1운전상황과 허브 및 드럼에 적용하는 제2운전상황으로 이루어지며,

상기 제1운전상황은 동일 축상의 타이어가 모두 웅덩이에 빠지는 제1상황, 동일 축상의 타이어 중 하나의 타이어가 웅덩이에 빠지는 제2상황, 타이어가 차도와 인도를 구분하는 연석을 정면으로 접촉하는 제3상황, 타이어가 상기 연석을 측면에서 접촉하는 제4상황 및 차량이 요철구간을 통과하는 제5상황으로 구성되고,

상기 제2운전상황은 단순낙하, 선회, 특수 횡 하중의 3가지 상황으로 구성되는 것을 특징으로 하는 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

브레이크 시스템(100)의 부품은 허브(10), 드럼(20), 타이로드(30), 스핀들 암(40) 및 아이빔(50)에서 선택되는 것을 특징으로 하는 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 구속조건은,

상기 드럼(20)의 나사결합 위치에서 내부면 회전중심축(RA)을 구속하고, 상기 허브(10)의 내부에 결합된 베어링과 하단방향의 외부에 위치한 로드포인트(LP)를 구속하는 것을 특징으로 하는 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 자동차용 차축의 구조를 이루는 드럼, 허브, 타이로드, 스핀들 암 및 아이빔 등의 주요 부품을 선정하여 각 부품의 물성값을 적용하며, 운전 중 발생하는 운전조건, 하중조건, 구속조건을 대입하여 드럼 및

허브에 가해지는 응력값을 계산하여 최고 응력과 그 위치를 구하는 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 일반적으로 자동차의 제동장치는 브레이크 시스템인 드럼, 허브, 타이로드, 스핀들 암 및 아이빔의 주요부품으로 이루어져 있으며, 볼트 파이롯트 방식으로 제작된다.
- [0004] 이러한 볼트 파이롯트 방식은 도 1에 도시된 바와 같이 드럼(2)의 외측에 허브(1)를 조립하는 구성을 사용하고 있어, 드럼(2)을 완전히 탈거한 후 정비가 가능한 장점이 있으나, 구조에 따른 브레이크의 정비 작업량이 증가하여 전체 정비시간이 증가하고, 탈거한 볼트를 재사용할 수 없어 추가적인 비용이 발생하는 단점이 있다.
- [0005] 또한, 허브에 결합된 0세대 테이퍼 베어링은 조립 공정의 작업 효율이 저하되며, 예압 관리가 불가능하고 수명이 짧은 단점도 있다.
- [0006] 이러한 구조의 종래기술로서 한국공개특허 제10-2014-0078907호 "드럼브레이크의 열해 방지구조"를 제시하고 있으며, 휠 중심에 결합된 허브의 외측면에 드럼이 장착되는 볼트 파이롯트 방식으로 조립된 구조를 갖고 있음에 따라 정비에 따른 비용, 시간이 증가하는 불편한 문제점을 갖고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 1세대 테이퍼 베어링이 내장된 허브의 외측에 드럼이 결합되는 복합제작 방식인 허브 파이롯트 방식으로 제작된 브레이크 시스템을 기반으로 운행시 발생하는 다양한 조건에서 허브와 드럼에 가해지는 응력값을 해석하여 최적설계를 할 수 있는 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법을 제공하는 데 있다.
- [0009] 본 발명의 또 다른 목적은, 운행중 발생하는 다양한 조건에서 허브 및 드럼에 가해지는 운전조건 및 하중조건을 분석하되 유한요소해석(Finite element analysis, FEA)을 통해 최고응력과 그 응력 발생위치를 쉽게 파악할 수 있는 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법을 제공하는 데 있다.
- [0010] 본 발명의 또 다른 목적은, 유한요소해석을 통해 최고응력과 그 발생위치를 검출하여, 허브와 드럼이 최적의 설계를 수행할 수 있는 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법을 제공하는 데 있다.
- [0011] 본 발명의 또 다른 목적은, 1세대 테이퍼 베어링이 적용된 허브의 외측면에 드럼을 결합하는 허브 파이롯트 방식을 사용할 수 있어 드럼만 탈거 후 정비가 가능하여 시간을 단축하고 편리하게 정비할 수 있으며, 정비시에 볼트를 재사용할 수 있도록 하는 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명은 테이퍼 베어링이 채용된 허브의 외측에 드럼이 조립되는 허브 파이롯트 방식의 자동차용 브레이크 시스템에 적용되는 최적설계 방법으로서, 브레이크 시스템의 부품을 선정하여, 선정된 각 부품을 모델링한 후 메시특성을 적용하는 설계단계; 상기 설계단계에서 설계된 각 부품에 적합한 운전조건, 하중조건, 구속조건 및 재료의 물성값을 설정하는 설정단계; 상기 설정단계에서 설정된 정보를 유한요소해석(FEM)을 사용하여 허브와 드럼에 가해지는 응력값을 계산하고 최고응력과 그 발생위치를 구하여 설정 이상의 응력 및 변형 발생 유무를 판단하는 해석단계;로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 브레이크 시스템의 부품은 허브, 드럼, 타이로드, 스핀들 암 및 아이빔에서 선택되는 것이 바람직하다.
- [0014] 상기 운전조건은 브레이크 시스템 전체에 적용하는 제1운전상황과 허브 및 드럼에 적용하는 제2운전상황으로 이루어지며, 상기 제1운전상황은 동일 축상의 타이어가 모두 옹덩이에 빠지는 제1상황, 동일 축상의 타이어 중 하나의 타이어가 옹덩이에 빠지는 제2상황, 타이어가 차도와 인도를 구분하는 연석을 정면으로 접촉하는 제3상황, 타이어가 상기 연석을 측면에서 접촉하는 제4상황 및 차량이 요철구간을 통과하는 제5상황으로 구성되고, 상기 제2운전상황은 단순낙하, 선회, 특수 횡 하중의 3가지 상황으로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0015] 상기 구속조건은, 상기 드럼의 나사결합 위치에서 내부면 회전중심축을 구속하고, 상기 허브의 내부에 결합된

베어링과 하단방향의 외부에 위치한 로드포인트를 구속하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명을 통해 1세대 테이퍼 베어링이 내장된 허브의 외측에 드럼이 결합되는 복합제작 방식인 허브 파이롯트 방식으로 제작된 브레이크 시스템의 운영시에 발생하는 다양한 조건에서 허브와 드럼에 가해지는 응력값을 해석하여 최적설계를 할 수 있다.
- [0017] 본 발명에 따르면, 운행중 발생하는 다양한 조건에서 허브 및 드럼에 가해지는 운전조건 및 하중조건을 분석하여 유한요소해석(Finite element analysis, FEA)을 통해 최고응력과 그 발생위치를 파악하여 최적의 설계가 이루어질 수 있다.
- [0018] 본 발명에 따르면, 1세대 테이퍼 베어링이 적용된 허브의 외측면에 드럼을 결합하는 허브 파이롯트 방식을 사용할 수 있어 드럼만 탈거 후 정비가 가능하여 시간을 단축하고 편리하게 정비할 수 있으며, 정비시에 볼트를 재사용할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 종래의 0세대 테이퍼 베어링의 결합된 허브와 드럼의 볼트 파이롯트 방식에 의한 결합관계를 도시한 단면도,
- 도 2는 본 발명에 따른 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법을 도시한 블록도,
- 도 3은 본 발명에 따른 브레이크 시스템의 주요 부품을 도시한 개념도,
- 도 4는 본 발명에 따른 1세대 테이퍼 베어링이 결합된 허브 파이롯트 방식의 결합관계를 도시한 단면도,
- 도 5는 본 발명에 따른 허브를 도시한 사시도,
- 도 6은 본 발명에 따른 드럼을 도시한 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

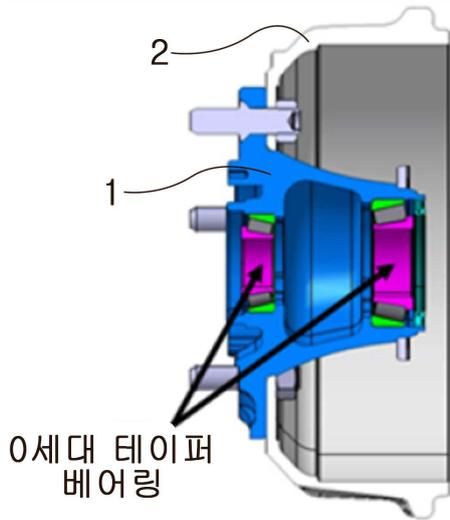
- [0021] 이하에서는 본 발명에 따른 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법에 관하여 첨부된 도면과 함께 더불어 상세히 설명하기로 한다.
- [0022] 도 2는 본 발명에 따른 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법을 도시한 블록도, 도 3은 본 발명에 따른 브레이크 시스템의 주요 부품을 도시한 개념도, 도 4는 본 발명에 따른 1세대 테이퍼 베어링이 결합된 허브 파이롯트 방식의 결합관계를 도시한 단면도, 도 5는 본 발명에 따른 허브를 도시한 사시도이며, 도 6은 본 발명에 따른 드럼을 도시한 사시도이다.
- [0023] 도 2 및 도 6에 도시된 바와 같이 본 발명은 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법으로, 자동차용 차축의 구조를 이루는 드럼, 허브, 타이로드, 스핀들 암 및 아이빔 등의 주요 부품을 선정하여 각 부품의 물성값을 적용하며, 운전 중 발생하는 운전조건, 하중조건, 구속조건을 대입하여 드럼 및 허브에 가해지는 응력값을 계산하여 최고 응력과 그 위치를 구하는 유한요소해석을 이용한 자동차 브레이크시스템의 허브 및 드럼의 최적설계 방법을 다루고 있다.
- [0024] 이러한 본 발명은 기본적으로 1세대 테이퍼 베어링(11)이 채용된 허브의 외측에 드럼이 결합되는 허브 파이롯트 방식인 브레이크 시스템이 주행 중 다양한 조건에서 발생하는 충격 및 하중 등에 의해 허브 및 드럼에 가해지는 응력값을 유한요소해석을 통해 분석하여 최고응력과 그 위치를 파악할 수 있도록 설계단계(S10), 설정단계(S20) 및 해석단계(S30)로 이루어진다.
- [0025] 이때, 상기 1세대 테이퍼 베어링(11)이라 함은 두개의 단품 베어링의 외륜을 연결해 일체화시킨 구조로서, 원통형 복열 구조로 억지 끼워 맞춤으로 외륜을 허브에 조립하여 구동축이 끼워 맞춰 축간 어긋남 방지 및 윤활을 위해 그리스를 주입하고 양쪽에 실을 끼워 밀봉한 형태의 베어링을 의미한다.
- [0026] 이에 반해, 종래의 0세대 테이퍼 베어링의 경우 단품 베어링을 허브 양 내측에 결합하여 구동축이 끼워 맞춰진 것으로 베어링과 베어링 사이에 유격을 갖는 형태로 이루어진다.
- [0027] 이와 같은 구조적인 차이로 인해 따라 작업성, 예압관리 및 베어링 수명에 영향을 끼치는 성능의 차이가 발생하

게 된다.

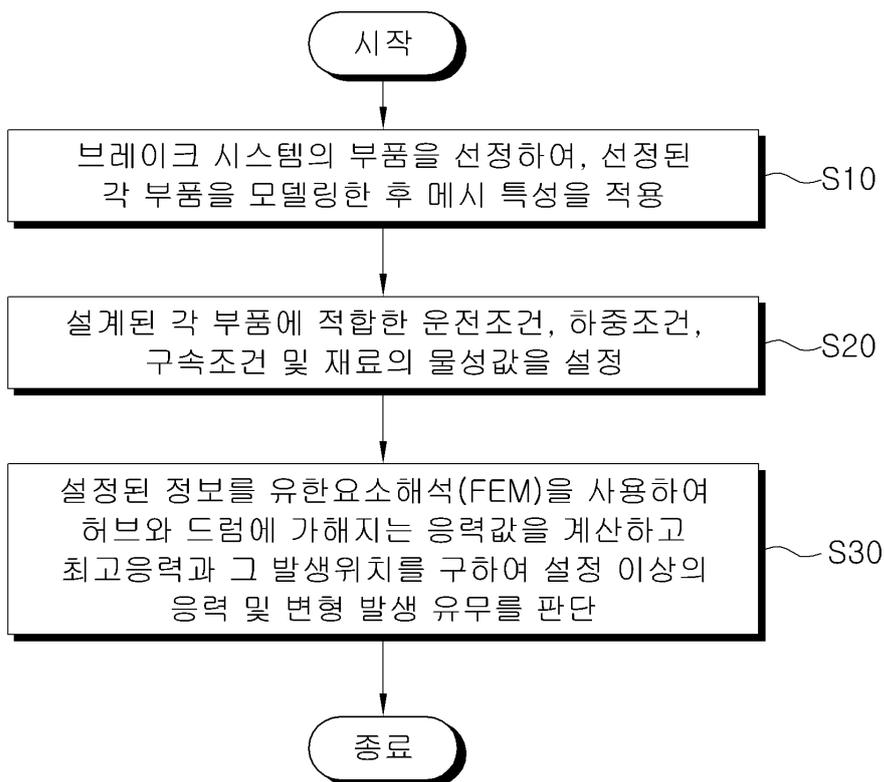
- [0028] 또한, 언급된 허브 파이롯트 방식은 복합형 제작 방식의 하나로, 허브를 드럼 내측에 조립하는 방식으로 드럼만 탈거 후 정비가 가능하며, 볼트 파이롯트 방식은 허브를 드럼 외측에 조립하는 것으로 드럼을 완전히 탈거한 후 정비를 할 수 있는 장점이 있다.
- [0029] 이에 대해 본 발명은 1세대 테이퍼 베어링(11)이 채용된 허브(10)의 외측에 드럼이 조립되는 허브 파이롯트 방식의 자동차용 브레이크 시스템에 적용함으로써 최적설계가 이루어질 수 있도록 하는데 주안점을 두고 있다.
- [0030] 먼저, 상기 설계단계(S10)에서는 브레이크 시스템(100)의 주요부품을 선정하여 각 부품을 모델링하여 메시특성을 적용하게 된다.
- [0031] 이때 브레이크 시스템(100)의 주요부품으로 드럼(20), 허브(10), 타이로드(30), 스피들 암(40), 및 아이빔(50)을 선정하여 실제 적용되는 브레이크 시스템(100)에 맞춰 각각의 3D 모델링으로 설계를 한다.
- [0032] 이후 설계된 3D 모델링을 조립한 후 유한요소해석(Finite element analysis, FEA)을 이용하여 상기 허브(10)와 상기 드럼(20)의 메시특성을 설정하게 되며, 이때 메시특성은 유한요소해석에 사용 가능하도록 구성된다.
- [0033] 상기 설정단계(S20)에서는 상기 설계단계(S10)에서 설계된 각 부품에 적합한 운전조건, 하중조건, 구속조건 및 재료의 물성값을 설정한다.
- [0034] 이때 재료의 물성값은 브레이크 시스템(100)의 재원에 맞춰 정해진 수치를 입력하는 방식으로 설정된다.
- [0035] 또한, 상기 구속조건은 메시특성이 설정된 상기 허브(10)와 상기 드럼(20)에 각각 설정하며, 상기 드럼(20)은 나사결합 위치에서 내부면 회전중심축(RA)을 구속하고, 상기 허브(10)는 베어링을 구속하고 하단에 로드포인트(LP)의 위치를 설정하여 구속이 이루어지도록 한다.
- [0036] 또한, 상기 드럼(20)을 고정하는 나사가 결합되는 각각의 나사홈과 회전중심축(RA)이 회전하는 중심선상을 통해 구속하게 되며, 상기 허브(10)는 내부에 결합된 1세대 테이퍼 베어링(11)을 구속한 후 상기 허브의 하단 방향을 향하도록 외부에 위치한 로드포인트(LP)와 구속한다.
- [0037] 상기, 운전조건은 브레이크 시스템(100) 전체에 적용하는 제1운전상황과 허브 및 드럼에 적용하는 제2운전상황으로 이루어진다.
- [0038] 상기 제1운전상황은 자동차의 이동 및 타이어의 조향방향에 따라 다양한 방향에서 브레이크 시스템에 가해지는 힘 및 충격 등을 분석하여 5가지 조건으로 산출되며, 구체적으로 동일 축상의 타이어가 모두 웅덩이에 빠지는 제1상황, 동일 축상의 타이어 중 하나의 타이어가 웅덩이에 빠지는 제2상황, 타이어가 차도와 인도를 구분하는 연석을 정면으로 접촉하는 제3상황, 타이어가 상기 연석을 측면에서 접촉하는 제4상황 및 차량이 요철구간을 통과하는 제5상황으로 구성된다.
- [0039] 또한, 상기 제2운전상황은 단순낙하, 선회, 특수 횡 하중의 3가지 상황으로 구성된다.
- [0040] 상기 제2운전상황은 상기 허브(10) 및 상기 드럼(20)에 다양한 방향에서 가해지는 힘 및 충격등을 분석하여 3가지 조건으로 산출되며, 구체적으로 단순낙하, 선회, 특수 횡 하중의 3가지 조건으로 구성된다.
- [0041] 여기서 단순낙하는 자동차의 이동시 단턱, 방지턱 등에 의해 상하 방향으로 하중이 발생하는 상황, 선회는 자동차의 이동시 타이어의 회전에 의해 하중이 발생하는 상황, 특수 횡 하중은 사용차의 옆면에서 하중이 가해지는 상황을 각각 가정하여 이루어진다.
- [0042] 따라서 단순낙하는 고축(WL)에서 가해지는 하중을 분석하며, 선회 및 특수 횡 하중은 고축(WL) 및 횡축(BL)에서 가해지는 복합적인 하중을 분석하게 된다.
- [0043] 이때, 상기 고축(WL)은 차량의 타이어 중심점에서 차량의 위쪽으로 향하는 축에 해당하며, 횡축(BL)은 차량의 중심에서 차량의 좌우 방향을 향하는 축에 해당한다.
- [0044] 이를 통해 자동차의 운전 및 이동시 브레이크 시스템(100), 상기 허브(10) 및 상기 드럼(20)에 각각 가해지는 힘 및 충격을 예상 가능한 범위 내에서 상황을 고려할 수 있다.
- [0045] 또한, 상기 하중조건은 상기 드럼(20)에 가해지는 중력가속도를 0.6g, 0.8g 1.0g의 3가지 조건을 설정하게 된다.
- [0046] 상기 해석단계(S30)에서는 상기 설정단계(S20)에서 설정된 정보를 유한요소해석(FEM)을 사용하여 상기 허브(1

도면

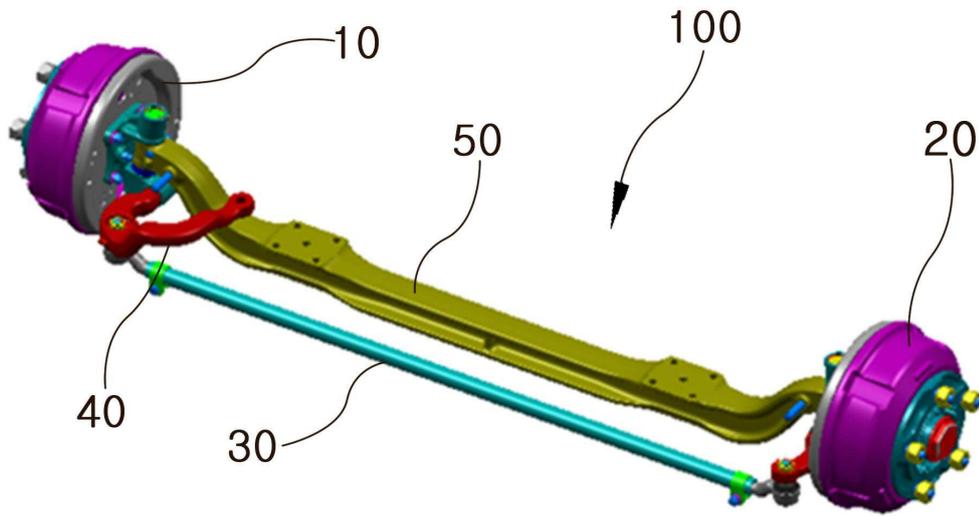
도면1



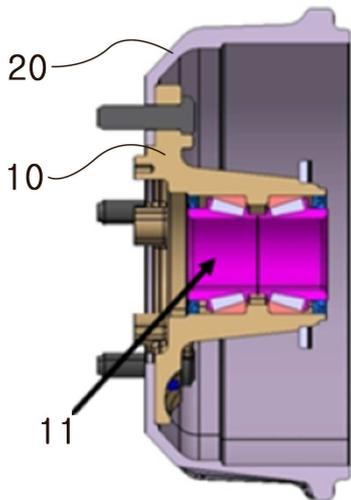
도면2



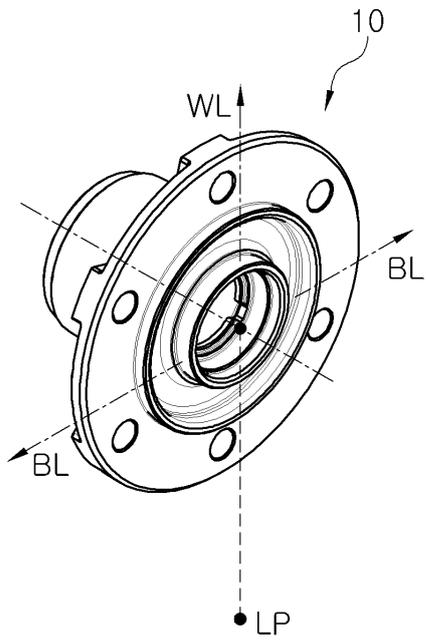
도면3



도면4



도면5



도면6

