R.C.C

BLDC IN-WHEEL MOTOR

ElectricVehicle

01 개발동기및 목적

Motivation & Object

향후 가까운 미래는 화석연료의 고갈에 따른 고유가, 지구온난화 등 환경 문제로 고효율, 클린 자동차 보급이 활성화 될 것이다. 세계 자동차선진국에서는 전기자동차를 상용화하여 판매하거나, 판매
준비 중에 있다. 따라서 우리나라도 전기자동차에 관심을 가지고 클린 자동차산업이 발전해야 한다고 생각하였기에 전기자동차에 대해 지식을 쌓고 전기자동차의 이점과 문제점을 파악하고자 직접 제작하게 되었다.

인휠모터는 많은 면에서 뛰어나기에 주목받고있는 전기자동차의 모터이다. 그러나 이 모터에는 몇가지 단점이 있다. 그것은 단기간 폭발적 힘을 내지만 2개의 모터를 사용하기 때문에 장거리주행에는 취약하는 점이라서 이는 장거리 주행시에만 캐패시터를 부착하여 해결하였으며, 두바퀴 자체에서 모터를 실행하기에 프레임에 흔들림이 심하여 안정성을 중요하게 보았다.

안정성 stability

자동차를 설계하면서 가장 중요하게 생각한 부분은 안정성이다. 인휠 모터 시스템은 조향 시 차량의 안정성이 떨어지기 때문에 이를 보완하기 위해 2015년도까지는 소형화에 신경을 쓴 반면 2016년도에는 Wheelbase(휠베이스)를 키우게 되었다. 그리고 너클암과 현가장치 Geometry에서 롤 안정성을 위해 무게중심을 롤 센터를 맞춰 낮추었다. 또한 조향에는 Ackermann 방식을 채택하였다. 또한 리어 암의 모터 고정을 Trailing arm(트레일링 암)에 핀 볼트를 이용하는 것에서 암 자체를 U-type swing arm로 변경하여 보다 견고하게 고정하였다.

경량화 weight

탑승자의 안정서을 위하여 프레임의 재료를 철근으로 제작하는 것은 불가피하다고 생각하여 설계하였다. 하지만 본래 경량화를 통한 가속성, 연비를 극대화하기위한 차량을 설계, 제작하였기에 필수적인 프레임만을 남기고 불필요한 프레임을 제거하였고, 하중이 덜 걸리는 부분의 프레임은 보다 얇은 파이프를 이용하여 설계/제작하였다.

02 IBLDC 인휠모터

BLDC IN-WHEEL MOTOR

▶ BLDC모터의 일종인 인휠(In Wheel)모터 선정이유

배터리의 전류는 직류전원이다. 본 팀은 DC와 BLDC모터 중 선정을 하기로 했다. DC모터의 경우 가격이 저렴하고 모터의 출력이 충분히 나오지만 발열문제와 브러쉬의 마모로 모터의 출력이 감소하는 문제가 생긴다. 그리고 고출력 대비 모터의 중량이 많이 나가는 단점도 생기게 된다.
BLDC 모터는 이런 단점을 보완하는 특성을 가지고 있다. BLDC모터는 DC모터에 비해서 마찰손실과 전압강하가 없기 때문에 효율이 더 높다. 또한 브러쉬가 없기 때문에 전기적, 기계적 노이즈가 작고, 유지관리에도 장점을 갖고 있다. 그리고 DC모터에 비해서 BLDC모터는 고정자에서만 열이 발생하므로 방열이 더 용이하다. 가장 중요한 장점은 BLDC모터는 DC모터에 비해서 정류한계가 없으므로 순간허용 최대 토크를 더 크게 잡을 수 있는 점이다.

인휠모터는 모터가 바퀴 안쪽에 있어서 자력으로 바퀴를 직접 회전시키는 모터로, 축-회전자인 일반 모터와는 반대로 모터의 바퀴가 회전자가 되는 모터이다. 인휠 모터를 사용하게 되면 일반 차량과는 달리 동력발생장치로부터 바퀴까지 전달되는 동력전달을 위한 일련의 모든 장치가 생략된다. 즉, 변속장치(transmission)나 스프로켓 기어(sprocket gear) 혹은 체인(chain) 및 차동기어(differential gear) 등의 장치가 모두 없으므로 간단한 구조로 차량 제작이 가능하며 이에 따른 공간 활용도가 높아진다. 또한 해당 장치들에서 발생할 수 있는 모든 형태의 동력전달 손실 또한 발생하지 않는다.

03 자동차 설계

Frame

프레임(Frame)

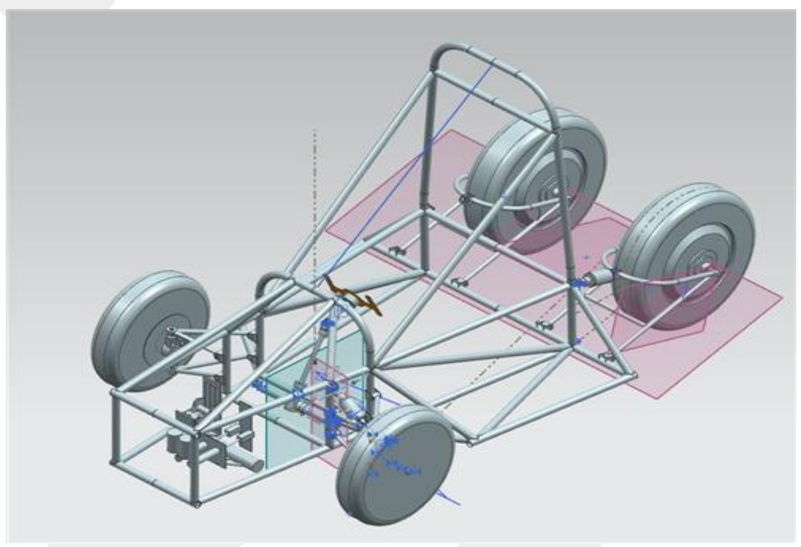
전기자동차는 내연기관을 동력으로 하는 자동차에 비해 출력이 제한된다. 따라서 차량의 연비를 높이기 위해 필요한 구조만을 남겼다.

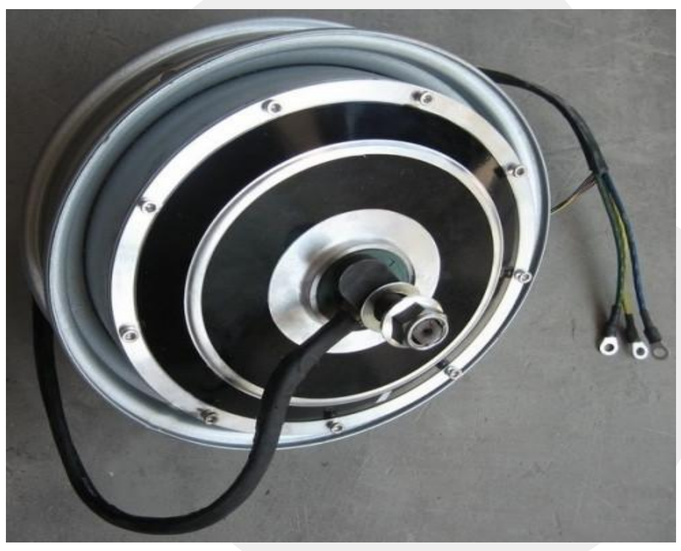
▷ WheelBase 변경

휠베이스를 최소화하였는데 회전 시 슬립이 과도하게 일어나서 짐카나부문(Gymkhana)에서 경로이탈을 하였다. 이 부분을 개선하기 위해 다양한 의견이 오갔는데 그 중에서 휠베이스를 늘려보자는 의견이 있어서 변경하였다.

▷ 차체의 경량화

차량의 경량화를 위해 프레임의 불필요한 부분을 최소로 줄였다. 공간의 활용도를 높여서 들어가는 프레임을 최소화 하였다. 결과적으로 재질이 스테인리스에서 흑관으로 바뀌고 직경도 증가하였지만 작년에 비해 25kg 증가하여 만족스러운 차량 중량을 얻었다.





04 조향및 현가장치

Steering & Suspension

조향장치

조향장치는 자동차의 진행방향을 결정하는 장치며, 일반적으로 랙 & 피니언 기어를 사용한 구조로 조향을 한다. 일반 차량에 사용되는 랙 & 피니언 기어는 기어비가 높아 슬라럼 구간에서의 조향테스트를 진행하기에 부적합할 것으로 보고 기어비가 낮은 랙 & 피니언 기어를 찾아보았다. ATV나 카트에 이용되는 랙 & 피니언을 사용하기로 결정하였다. 유니버셜 조인트를 이용하여 조향축을 만들어 운전자에게 유리한 위치와 각도로 고정하였다.

캠버

먼저 캠버는 영(zero)캠버에 가까운 정(+)캠버가 발생하도록 차량을 설계 및 제작하였으며 전륜의 정캠버는 언더스티어에 기여하므로 직진성 향상을 기대할 수 있다. 라이드 캠버(ride camber)가 정캠버가 발생하도록 프론트 서스펜션 암의 로어암의 길이를 어퍼암보다 약간 더 짧게 설계하였다.

토우

토우 같은 경우에는 후륜, 전륜이 모두 영 값이 되도록 차량을 설계하였다.
여기서 전륜의 토우는 타이-로드(tie-rod)를 턴버클(trun buckle)기구로 설계하여 조절가능케 하였다.

캐스터 킹핀

캐스터와 로어암이 어퍼암보다 좀 더 앞 쪽으로 프레임과 체결되게 하여 약 3~5도 정도로 설계하였다. 또한 킹핀각은 너클과 암의 체결위치를 이용하여 마찬가지로 3~5도 정도가 되도록 하였다. 캐스터와 킹핀각은 향 복원력을 발생시키며 스티어링 휠을 무겁게 한다. 조향 복원력은 차량이 직진주행을 하도록 도와주며 스티어링 휠에 무게를 더함으로써 주행 성능에 도움을 줄 수 있다.

애커먼 지오메트리

차량 선회 시 회전 중심으로부터의 내측륜과 외측륜의 회전수에 차이가 있을 수 밖에 없다. 따라서 전륜의 경우 애커먼 지오메트리를 적용하여 두 바퀴 조향각에 차이가 있도록 하여 회전수 차이를 완화시킬 수 있다.

Team

HAM 태경 LEE 화진

JO 효진 SONG 유근

KIM 영진 JEON 형표

차량 무게 배분

후륜에 두 개의 인휠모터(in-wheel)가 부착되어 구동되는 차량의 특성에 따라 효율적인 토크 전달을 위하여 뒤 쪽에 무게가 실리도록 무게가 큰 부품인 휠, 배터리, 인휠모터의 배치와 운전자의 탑승위치를 조절하였다. 무게 배분은 운전자 탑승 시, 전후 약 4:6 정도가 되도록 하였다.
차량 소형화를 위하여 구조가 작고 강성이 센 쇽업쇼버를 사용하였다. 쇽업쇼버 고정부위가 휘는 것을 방지하기 위해 암에 철판을 덧대었다.
리어 암(Rear arm)의 형태와 모터를 고정하는 방법에 있어서 각각 U-type swing arm과 suzuki-gw250-chain-adjusters을 보고 착안하여 만들었다. 기존의 볼트를 용접하여 핀처럼 만든 형태보다 보다 견고하다고 판단하였다.

05 기대효과

expectation

현대 모비스에서 개발 중인 EV Ray에 인휠 모터를 사용하여 구동하고 4WD까지 실현하려는 노력하고 있지만 아직까진 상용화되진 않았다. 인휠 모터 방식으로 전기자
동차를 제작한다면 구동륜의 가장 가까운 곳에 각각 모터를 설치하여 아주 짧은 드라이버 샤프트를 통해 타이어를 움직일 수 있다. 드라이버 샤프트가 아주 짧기 때문에 비틀림에 의한 전달시간 손실이
거의 없고 모터의 파워는 아주 짧은 시간에 타이어에 전달되기 때문에 정밀한 제어가 가능하게 된다. 지금은 두개의 컨트롤러로 2개의 모터를 같은 코드의 프로그래밍으로 각각의 모터를 제어하기에 두 휠이 같은 움직임을 보지이만 2개의 컨트롤러를 각각 프로그래밍을 하여 제작한다면 각각의 바퀴마다 개별적인 움직임을 선보일 수 있다.
그렇게 된다면 회전반경이나 좌우운동 또한 가능해지며 이로 인해 자동차내부의 공간 확보와 도로면적 또한 효율적이게 될 것으로 기대 된다.