



자동차의 미래와 영구자석

전기기기표준과 공업연구원 김석태
02)509-7297

1. 서론

자동차의 경량화, 전자화, 쾌적성, 안전성의 향상, 환경문제 등에 의해 각종전장부품도 소형 경량, 고기능화가 이루어지고 있다. 그 중에서 영구자석과 연자성재료가 큰 역할을 하고 있다

영구자석은 각종 모터(전동기)와 회전수센서에 사용되고 동시에 자석을 삽입하는 요크 즉 자기회로에는 연자성재료를 사용하여 자석 본래의 기능을 낼 수 있도록 한다. 특히, 전장품의 고기능화, 고성능화에는 최근의 고성능 Nd-Fe-B 소결자석이 많이 사용된다.

자동차부품은 여러 가지 사용조건, 기상조건에 있어도 기능을 충분히 발휘하여야 한다. 자동차 각부분의 최고온도는 일반적인 경우 차실 내에서는 353K(80℃) 엔진 내에서는 398K(125℃) 정도이다. 따라서 각종 전장부품도 도달최고온도이상에서 내열성, 신뢰성을 가져야 한다.

표1은 자석이 들어가는 자동차부품의 예이다 고급차에는 모터와 센서 등 100개 이상의 자석이 사용된다. 그 대부분은 페라이트 소결자석이고, 차1대당 사용량은 약 2kg이다 또한 고성능 Nd-Fe-B계 소결자석은 약 10%가 자동차 부품으로 사용되고 있다고 추정된다. 앞으로 하이브리드차가 양산될 것으로 보이며 구동용 모터, 발전기, 전동식 컴프레서 등에 고내열성등 강력 Nd-Fe-B계 소결자석의 사용이 가속

화 될 것으로 보인다. 연료전지차의 구동용 모터에서도 사용될 것으로 보인다.

현재 자동차의 내열성을 요구하는 부품에 SMC계 자석이 사용되는 경우도 있다. 그러나 내열성만을 고려할 경우 저가격이고 250℃ 에도 견디는 Nd-Fe-B계 소결자석도 개발되어 순차적으로 바뀌어 갈 것으로 사료된다

자동차는 목적지까지의 이동수단이고 궁극적으로는 자동차운전이 필요하다. 그러기 위해서는“ 주행, 회전, 정지”의 3요소의 각 기구에 영구자석을 사용한 부품이 다수 탑재되어 있다.

여기에서는 앞으로도 자동차에 사용될 주목되는 응용 예를 중심으로 기술한다

2.“주행, 회전, 정지”에서의 자석의 응용

가솔린 엔진을 회전시키기 위해서는 스타터키를 이용하여야 한다. 자석을 사용하는 스타터모터가 기동하여 점화코일에서 방전이 일어나 엔진이 회전한다. 이때 점화 플러그에 고전압을 발생시키기 위해서는 이그니션코일에 영구자석이 사용되는 경우도 있다.

엔진을 최적인 상태로 제어하기 위해서는 캠각과 크랭크각을 검출하여야 하며 Nd-Fe-B계 소결자석을 조합한 전자픽업타입이 많이 사용되고 있다. 같은 형태의 센서는 구동축의 회전수검출을 위해서 트랜스미



선. 또는 자동차속도를 검출하기 위해서는 타이어가 부착된 차륜에 넣는다. 이러한 정보는 엔진 제어 컴퓨터의 ECU(Electronic Control Unit)로 처리되고, 연료 분사제어, 점화시기제어, 아이들 회전수제어 등을 컨트롤 하여 최적인 상태로 주행시키도록 하고 있다. 또한 이것의 회전수센서도 설치 위치에 의해, 자

석의 내열성이 요구된다.

“회전”에 사용되는 자석은 기능부품으로써 전동 파워스티어링(EPS Electric Power Steering)이 있다. EPS의 세계시장규모는 현재 약 700만대이고 2010년에는 2,500만대가 될 것으로 예측된다.

표 1. 영구자석의 (조)사시 자동차부품의 예

엔진 주행 기기		사시 관련		내·외장 기기, 기타	
부품명	자석	부품명	자석	부품명	자석
HEV/EV용 MG	R	EPS 전동기	F·R	도어락 모터	F
스타터 모터	F·R	스티어링 센서	BR	파워윈도우 모터	F
발전기	F·R	ABS 모터	F	막힘방지 센서	BR
교류기	F·R	ABS 센서	R	스피드미터	BR
크랭크 각센서	R	스피드 센서	R	타코미터	BR
캠각 센서	R	서스펜션 제어	R	연료계	BF
EGR 밸브	BR	데프록크 모터	F	온도지시계	BF
전자 슬롯 컨트롤	F	파워브레이크용 모터	F	카나비에이손	R·BR
ISCV용 모터	R	자석식 리타더	R	파워 안테나	F
라지에이터 전동팬	F	인히비터 스위치	BR	스피커	F·R·BR
연료펌프 모터	F	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>자석의 종류</p> <p>F……패라이트계소결자석</p> <p>R …… NdFeB계소결자석</p> <p>BF …… 패라이트계보드자석</p> <p>BR …… NdFeB계보드자석</p> </div>	파워시트 모터	F	
연료레벨 센서	F		광축조정 모터	BR	
CVT용 모터	F		와이퍼 모터	F	
워터펌프 모터	F		워셔펌프 모터	F	
연료정지 모터	F		전동 밀러	F	
오일레벨 센서	F		에어컨용 냉각팬	F	
이그니션 코일	R		브로워 모터	F	
distribut sensor	F		에어컨레버 모터	F·BR	
			센루프 모터	F	
			전동리니어 커튼	F	
		공기청정기용 모터	F		
		전동컨프레서 모터	F·R		
		컨프레서용 센서	R·BR		
		공기펌프 모터	F		
		전동 도어	F		
		에어백 센서	F		



HEV : Hybrid Electric Vehicle
 EV : Electric Vehicle
 MG : Motor Generator
 EGR : EXhaust Gas Recirculation
 ISCV : Idle Speed Control Valve
 CVT : Continuously Variable Transmission

EPS : Electric Power Steering
 ABS : Anti-lock brake System
 4WD : Four Wheel Drive

종래의 유압식 파워스티어링은 운전 중 상시 유압 펌프가 구동되지만, EPS는 핸들 조작 시단 모터를 구동시킨다. 유압의 파워스티어링보다 EPS가 경량이고, EPS사용하면 연비는 3-5% 향상된다. 일반 핸들로 부터의 해방, 진동 및 소음의 저감에 의해 EPS의 보급이 앞으로 비약적으로 증대될 것이다.

EPS에는 그림1에 보이는 바와 같이 칼럼 어시스턴트 타입, 피니언 어시스턴트 타입, 랙 어시스턴트 타입의 3종류가 있다. 사용되는 모터의 요구 성능은 표2에 보인바와 같이 상기의 순으로 큰 출력의 모터를 필요로 한다. 모터출력의 증대와 함께 브러시형모터로부터 브러시리스모터로 사용되는 자석도 페라이트로부터 Nd-Fe-B계 소결자석으로 변천되고 초기의 경자동차뿐만 아니라 보통차로 보급이 확대되고 있다

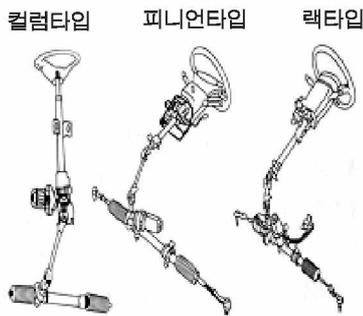


그림1. 운동파워스티어링의 종류

예를 들면 칼럼어시스턴트 타입의 EPS가 탑재된 신형 프리우스에서는 백가이드모터기술과의 협조에 의해 핸들을 건들지 않고 차고에의 주차 및 종렬주차 가능한 인터랙티브 주차 어시스턴트타입의 EPS가 탑재되어 있다 이와 같은 EPS와 네비이션 센서 등의 시스템과의 조합에 의해 고속도로에서 차선내

시스템	칼럼	피니언	랙
조티감			
움·진동	대	중	소
토크리플	중	중	중
코킹토크	소	소	소
로스토크	중	중	중
관성모멘트	중	중	중
사용 환경			
온도(내연성)	소	대	대
방수성	소	대	대
대응출력			
출력의 크기	소	중	대

표 2. EPS시스템과 모터의 요구과제

자동주행도 가능하게 되었다. 또한 돌연 나타나는 장애물을 드라이버의 운전기술에 관계없이 안전하게 피할 수 있는 액티브 세이프티를 위한 스티어링 제어 기술도 검토되고 있고, 가까운 장래에 채용될 것으로 보인다 이때도 EPS는 필수적으로 사용될 것이다

“정지”에 자속을 사용한 기능부품으로써는 ABS모터와 센서가 있다. 타이어의 차축에 사용되는 회전수 센서의 정보를 기초로 한 ABS모터로 유압 컨트롤하여 안정하게 제동력을 각 타이어에 전달하고 안전하게 차를 정지시킨다

대형트럭과 버스 등에서는 Nd-Fe-B계 소결자석이 사용된 브레이크 시스템이 있다. 풋브레이크, 엔진브레이크, 배기브레이크다음으로 제4의 브레이크라고 불리어지는 영구자석 리타더가 있다. 이것은 그림2에 보인바와 같이 수 kg의 Nd-Fe-B계 소결자석을 사용한 스테이터와 드럼구조의 로터로 구성된다. 제동이 필요한 경우에는 자석에 붙은 스테이터를 프러펠러 샤프트에 진결한 로터의 내면에 에어실린더를 넣어



자석과 로터와의 사이에 자기회로를 형성시켜 와전류를 발생시키고 역방향의 힘을 발생시켜 이 힘을 제동력으로 사용한다. 즉 구동축의 회전력이 열로 방출되고, 제동력을 얻는다. 차속도가 빠를수록 큰 와전류가 발생하기 때문에 와전류로 발생하는 역자계와 발열에 견딜 수 있는 충분한 내열성을 갖는 자석이 사용된다. 즉 영구자석식 리타더는 고속주행중과 긴 내리막길에서 확실하게 감쇄능력을 갖고 브레이크 라이닝과 타이어의 장수명화에 효과가 있다

하이브리드차의 많은 경우는 제동 시에 모터를 발전기로 작동시켜 제동에너지를 배터리에 충전하여 활용하는 회생브레이크 시스템이 사용되고 에너지효율의 향상에 기여한다.

3. 42V 전원 화와 자석

자동차 전원은 종래의 표준전압 14V(배터리전압 12V)를 3배의 42V(배터리전압 36V)로 고전압화하여 전기 부하의 증대에 대응하고자 하는 시도가 이루어지고 있다. 앞으로 자동차의 대소비전력을 필요로 하는 기기의 예는 그림 3이다. 전술한 EPS시스템도 500W용량 정도까지는 종래의 전원으로 가능하지만 대형차용으로 확대 전개하기 위해서는 큰 전원출력이 필요하고, 동시에 고특성의 자석을 필요로 한다.

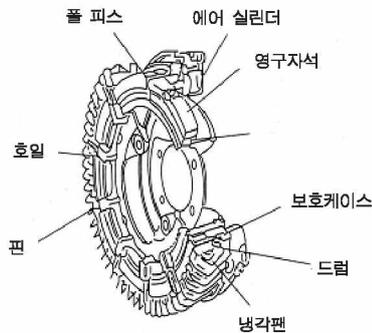


그림2. 영구자석식 리타더의 구조

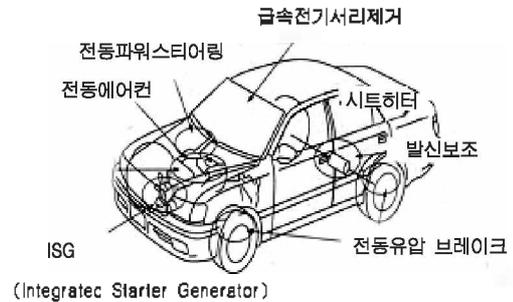


그림3. 대전력을 필요로 하는 기기의 예

또한 고전압의 교류를 발생시키는 교류발전기와 발전기와 스테터모터를 일체화 시킨 ISG(Integrated Starter Generator)가 개발되어 있다. ISG는 엔진정지시에는 카에어컨의 컨프레서를 구동시키고, 발진시에는 차를 구동시켜 엔진을 재시동시키는 아이들스탑차에서는 엔진정지시에는 차내의 공조의 쾌적성을 위해서 필수적이고 Nd-Fe-B계 소결자석을 사용한 고효율 전동컴프레서가 개발되어 있다.

4. 하이브리드 차에서의 자석의 응용

신형프리우스의 THS(TOYOTA Hybrid System)II에서는 전원전압을 구형의 247V로부터 500V로 승압시킴으로써 구동모터에 대전력의 공급이 가능하게 되었다. 모터의 Nd-Fe-B계 소결자석의 배치도 그림 4에 보인바와 같이 최적인 V배치로 함에 따라 구동토크가 향상하여 출력이 커지는 것을 목적으로 하고 있다. 모터 성능은 그림 5에 보인바와 같이 전원의 고전압화와 함께 구시스템과 같은 사이즈로 33Kw로부터 50KW로 출력이 약 1.5배 개선되어 있다.

감속 시와 제동 시에 회생브레이크 시스템에 의해 제동에너지는 전력으로 변환하여 배터리를 충전시킨다. 모터와와 엔진과와의 시너지효과에 의해 10-15모드 주행으로 30 - 35.5km/l의 전연비로 된다.



발전기에서는 구동용 모터와 같은 고내열성의 Nd-Fe-B계 소결자석이 사용된다.

2004년 5월 일본에서의 승용차 판매대수는 신형프티우스는 처음으로 베스트 10에 들어갔고 또한 2004년도 1-6월 전반기에도 15위권에 들어갔다. 이와 같이 하이브리드차는 다른 메이커를 포함하여 환경문제 및 에너지문제등에서 소비자의 주목을 받아 증산이

계획되고 있다

“ 개발, 생산, 사용, 폐기”의 차 라이프 사이클 전체에서 지구환경에의 영향을 평가하는 수법LCA(Life Cycle Assessment)에 있어서도 환경부하 물질의 CO2NOXSOX등의 배출량은 같은 크기의 가솔린차보다도 하이브리드차가 적다. 이런 의미에서도 Nd-Fe-B계 소결자석은 중요한 역할을 한다.

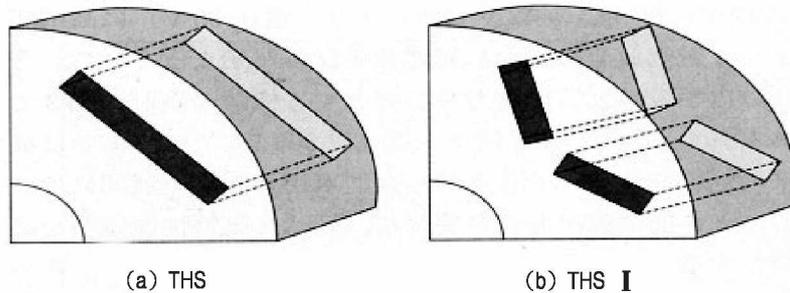


그림4. THS와 THS I의 영구자석 배치

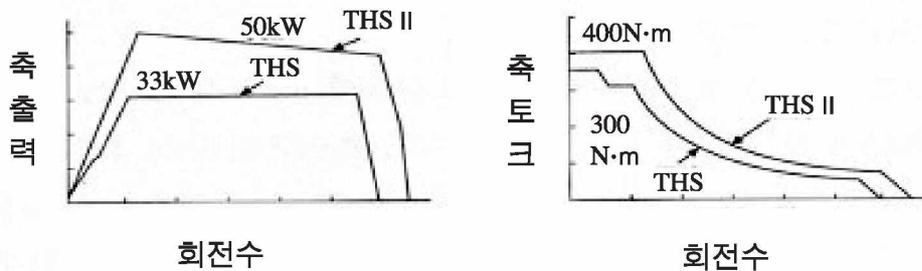


그림5. THS와 THS I의 성능 곡선

5. 결론

자석이 사용되는 부품은 많은 부분 기능부품으로써 중요한 역할을 한다 사용되는 분야도 다양하고 사용 환경도 열악하여 내열성, 내식성, 내진성, 강도 등의 신뢰성이 요구된다. 특히 운전제어에 관계되는 센서와 전장부품에는 교통사고라고 하는 인명과 관련된 위험

을 방지하기 위해서 100%의 신뢰성을 필요로 한다.

일반적으로 자석은 그 양단에 N극과 S극을 가지고 있다 자석을 자르면 다시 N극과 S극이 나타난다 연구개발에 있어서도 Need와 Seed는 자를 수 없는 관계를 갖는 것은 자석과 같다. 자석메이커와 사용자와의 연대에 의해 100%신뢰성이 있는 부분품화가 필요하고 앞으로 영구자석의 발전이 기대된다.