

Contents

- 환경차 개요
- 환경차 파워트레인(Powertrain)
- 환경차 제어시스템

환경차(Eco-Vehicle) 배경

• 환경차 종류

- Hybrid Electric Vehicle(HEV), Plug-in HEV(PHEV), Electric Vehicle(EV), Fuel Cell Electric Vehicle(FCEV)

• 배출가스/연비 규제

- 전 세계적으로 배출가스 및 연비 규제 강화 추세
- 고성능/고효율의 차량 개발 요구 : 기존 내연기관 차량으로는 한계, 환경차 개발 필요



주요국 내연기관 차량 규제 및 전기차 지원정책

한국	- 문재인 대통령 공약으로 2030년 디젤차 운행중지 제시 - 전기차 구매 시 보조금 지원, 세제 혜택
미국	- 9개 주 전기차 생산 의무제 도입 - 전기차 구매 시 세제 혜택
영국	- 2040년 내연차 판매 금지 - 전기차 구매 시 보조금 지원, 7억7,000만 달러 저공해차 지원 계획
프랑스	- 2040년 내연차 판매 금지 - 전기차 구매 시 보조금 지원, 노후 디젤차 반납시 보조금 지원
독일	- 2030년 전기차만 판매하는 방안 추진 - 전기차 구매 시 보조금 지원, 세제 혜택
노르웨이	- 2025년 전기차만 시판 - 전기차 구매 시 세제 혜택
네덜란드	- 2025년 내연차 판매 금지 - 전기차 구매 시 세제 혜택
중국	- 저효율 렉서리카에 과세 강화 - 전기차 구매 시 세제 혜택, 보조금 지원

The most-efficient hybrids according to the EPA.



Source: www.fueleconomy.gov

AutoGravity

	Vehicle	Comb.	City/Hwy
1.	Hyundai Ioniq Electric Automatic (A1) EV	136	150/122
2.	Tesla Model 3 Long Range Automatic (A1) EV	130	136/123
3.	Tesla Model 3 Mid Range Automatic (A1) EV	123	128/117
4.	Hyundai Kona Electric Automatic (A1) EV	120	132/108
5.	Chevrolet Bolt EV Automatic (A1) EV	119	128/110

EPA 2019년 모델 전기차 전비 순위

EPA United States Environmental Protection Agency

환경차 동향 (1)

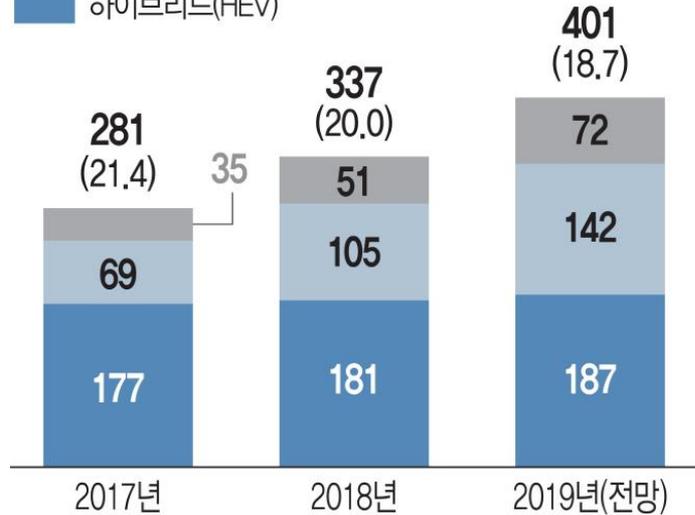
• 환경차 시장 전망

- 과거 HEV가 대부분 점유했으나, PHEV/EV/FCEV 확대 가속화

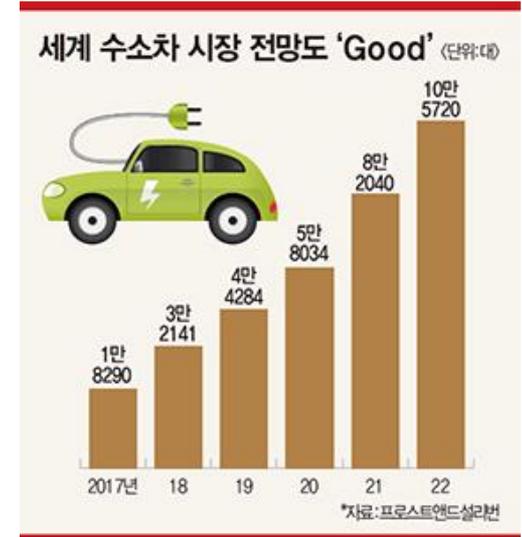
전세계 친환경차(전동차) 판매 전망

단위:만대, ()안은 전년대비 증가율 %

■ 플러그인하이브리드(PHEV) ■ 배터리전기차(BEV)
■ 하이브리드(HEV)



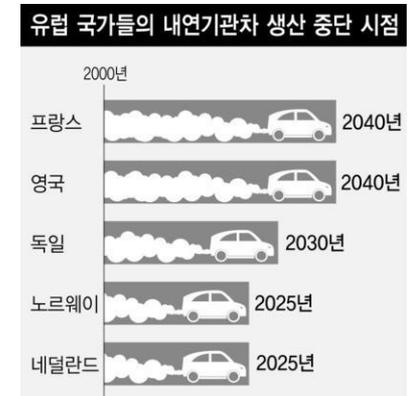
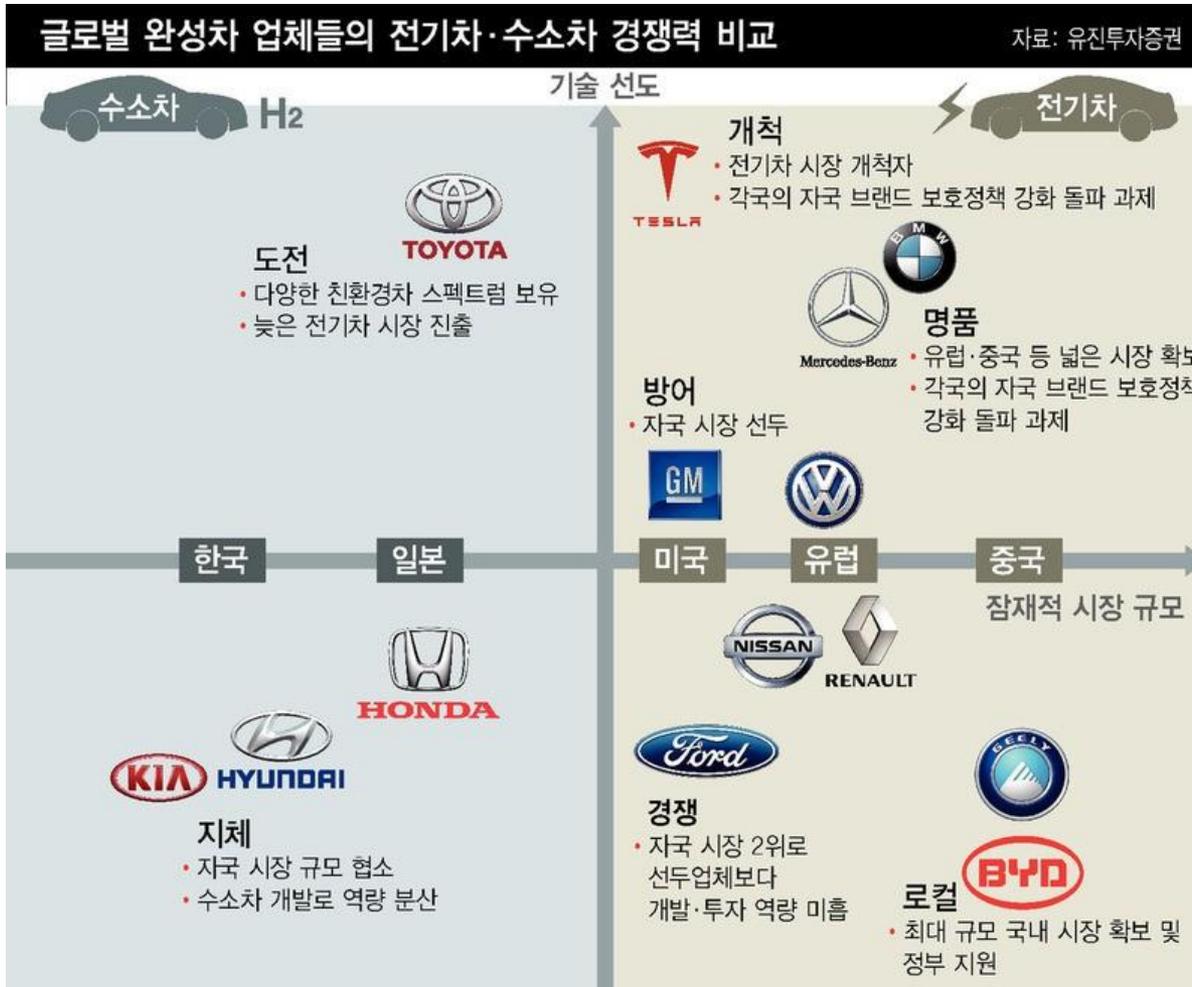
자료: 현대차 글로벌경영연구소



환경차 동향 (2)

• 전세계 자동차 OEM 별 전기차 개발 동향

※ '전기차 시대' 한발 늦은 현대차, 한발 빠른 LG-삼성 [한겨레, 2017.08.20]

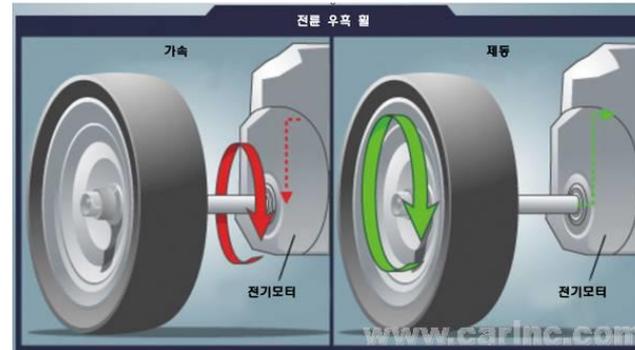
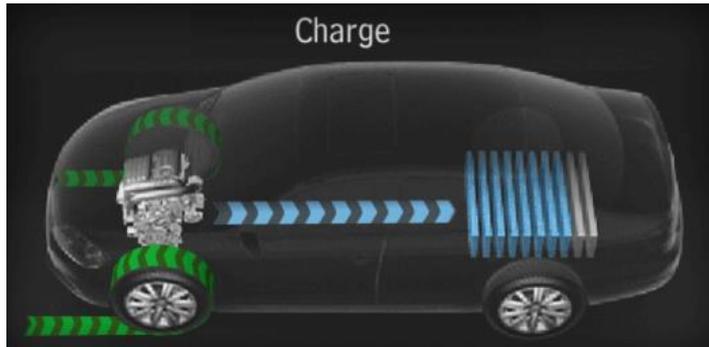


자료: SNE 리서치

환경차 기술

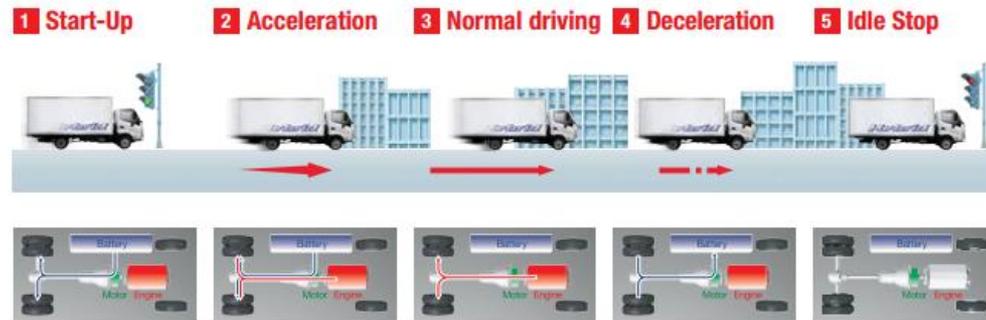
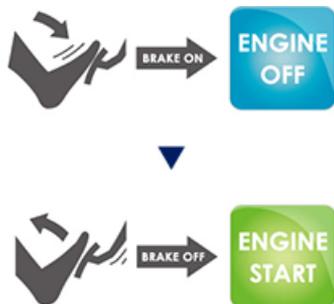
- 회생제동 (Regenerative Braking)

- 제동 시 발생하는 기계에너지를 통해 발전기를 구동, 배터리를 충전

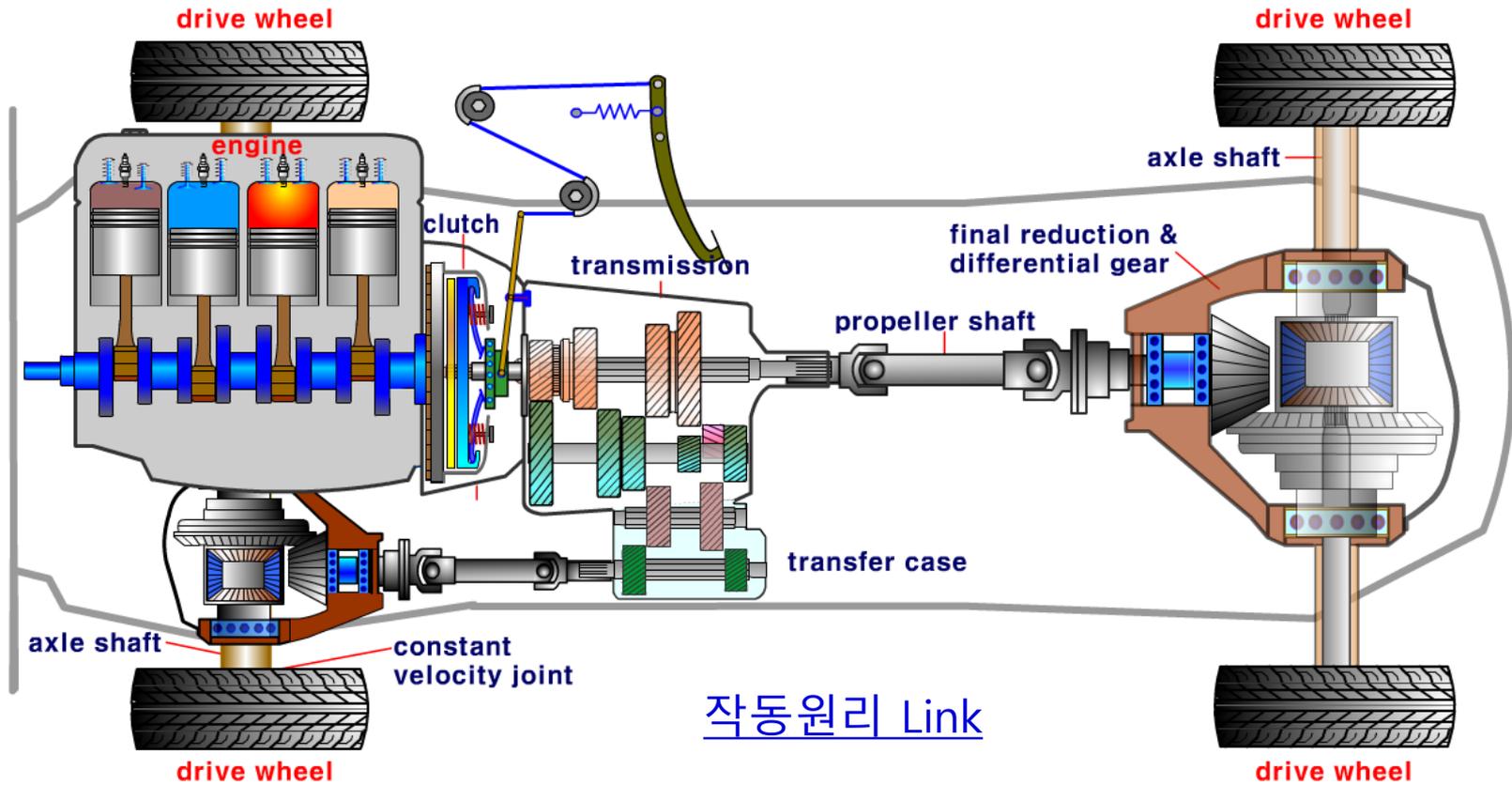


- ISG (Idle Stop & Go)

- 차량의 주행 상태에 따라 엔진을 자동으로 On/Off 하여 공회전을 최소화, 차량 효율 향상(교통 정체 시)
- 내연기관 차량(ICEV)의 경우 갑작스런 엔진 On/Off에 의해 운전자에게 불쾌감 발생 및 발진 지연 발생
- HEV의 경우 모터로 초기 구동 후 엔진을 구동, 부드럽고 즉각적인 발진감 구현 가능



동력전달시스템(Powertrain) 기초

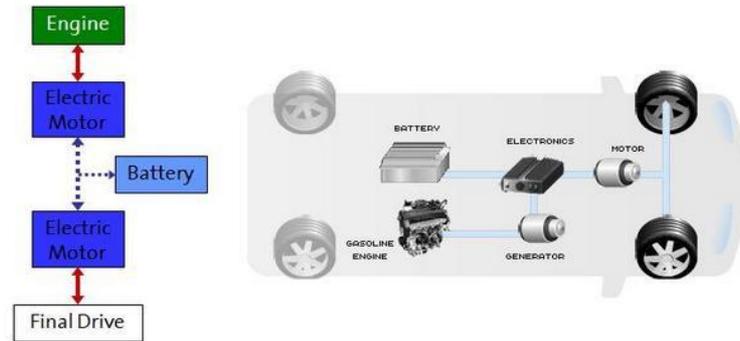


※ 강주원 자동차 홈

HEV 파워트레인 (1)

• Hybrid Electric Vehicle (HEV)

- 엔진과 모터의 두 가지 동력원을 주행 조건에 따라 적절히 사용
- 일반적으로 직렬형, 병렬형, 복합형의 3가지 종류로 나눔



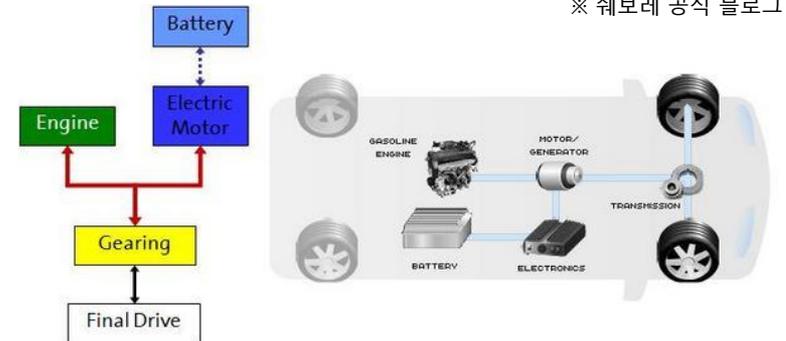
Series Hybrid

주행 상황 / 엔진 및 모터 제어



시동	저속 주행	가속 주행	가속 / 등판	정속 주행	감속 / 충전	정지
엔진시동 없이 차량 구동에 필요한 히어 브리드 시스템을 준비합니다.	저속 주행 시 엔진 구동없이 모터만으로 구동하여 연료 소모가 없으며 경속합니다.	운전자의 가속 요구를 파악하여 엔진을 자동으로 시동하고 엔진과 모터 사용을 적절히 분배하여 우수한 연비를 제공합니다.	엔진과 모터를 동시에 구동하여 가속 및 등판 시 강력한 파워를 제공합니다.	엔진 또는 모터로 구동되며 배터리 전량이 적정 수준 이하일 경우 충전합니다.	엔진을 정지하고 회생 제동 시스템을 통해 제동 시 발생하는 에너지를 회수하여 배터리를 충전합니다.	정차 혹은 신호대기 시 엔진 및 모터를 정지시켜 배출가스 및 연료소모가 없습니다.

※ 현대자동차 홈페이지



Parallel Hybrid

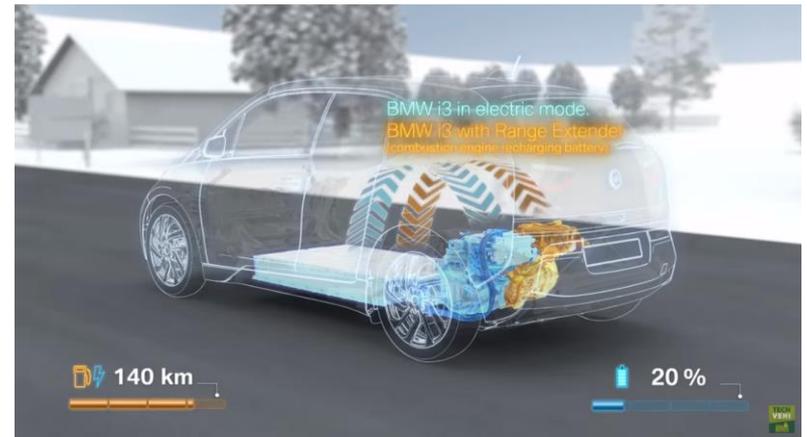
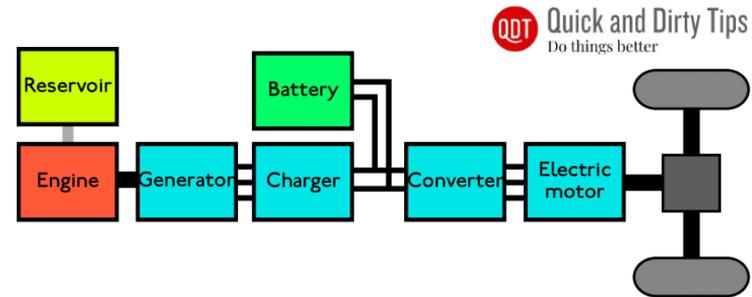
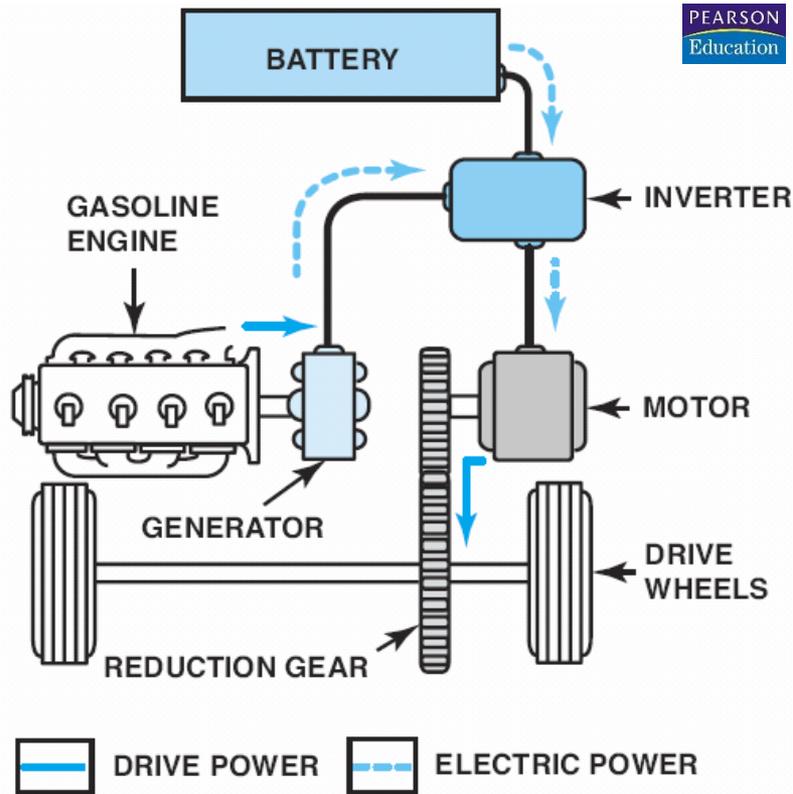
※ 웨보레 공식 블로그

구분	장점	단점
직렬형 (Series)	구조 간단 제어 용이 엔진 최적 구동	동력 성능 ↓ 고속영역 효율 ↓
병렬형 (Parallel)	다운사이징 가능 동력 성능 ↑ 고속영역 효율 ↑	구조/제어 복잡 운전성 ↓

HEV 파워트레인 (2)

• Series Hybrid

- 엔진 : 순수하게 발전기만 구동
- 발전기 : 엔진 구동력을 통해 배터리 충전
- 모터 : 배터리 전기에너지를 통해 차량 구동

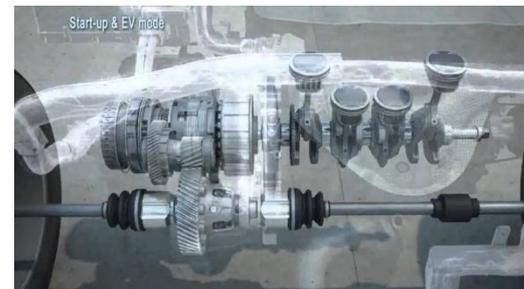
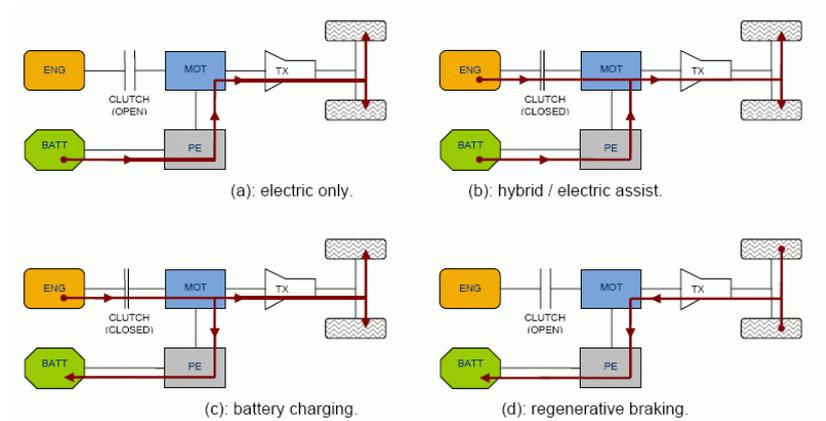
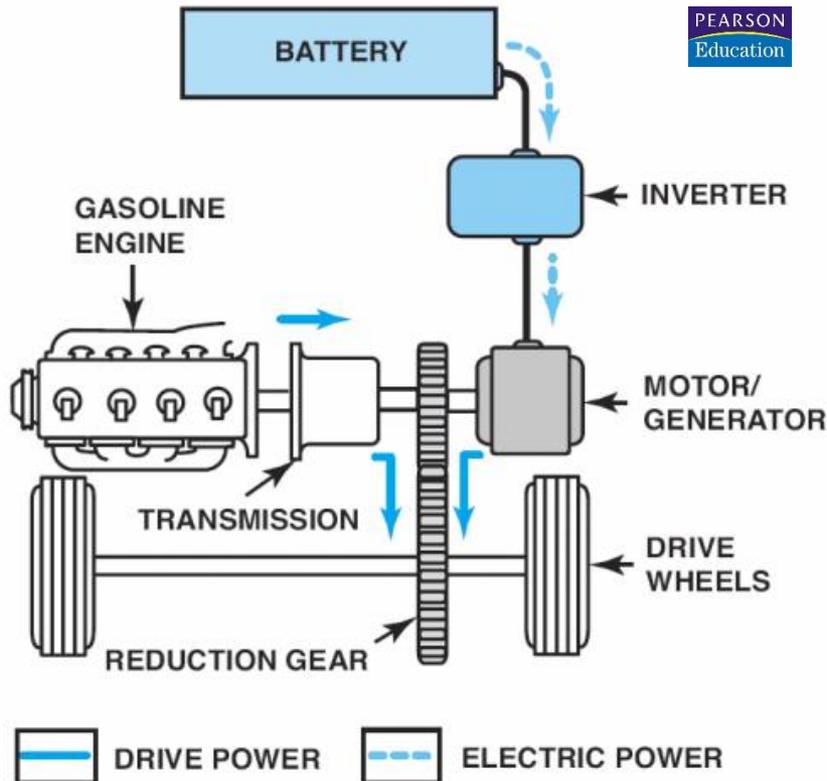


YouTube BMW i3 Range Extender technology REX

HEV 파워트레인 (3)

• Parallel Hybrid

- 엔진 : 주행 상태에 따라 발전기 구동 or 차량 구동
- 모터/발전기 : 주행 상태에 따라 차량 구동(모터) 또는 엔진 구동력을 통해 배터리 충전(발전기)
- 변속기 : 엔진/모터 작동 상태에 따라 변속을 통해 적절한 구동력 전달

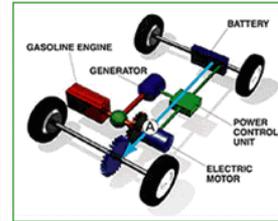
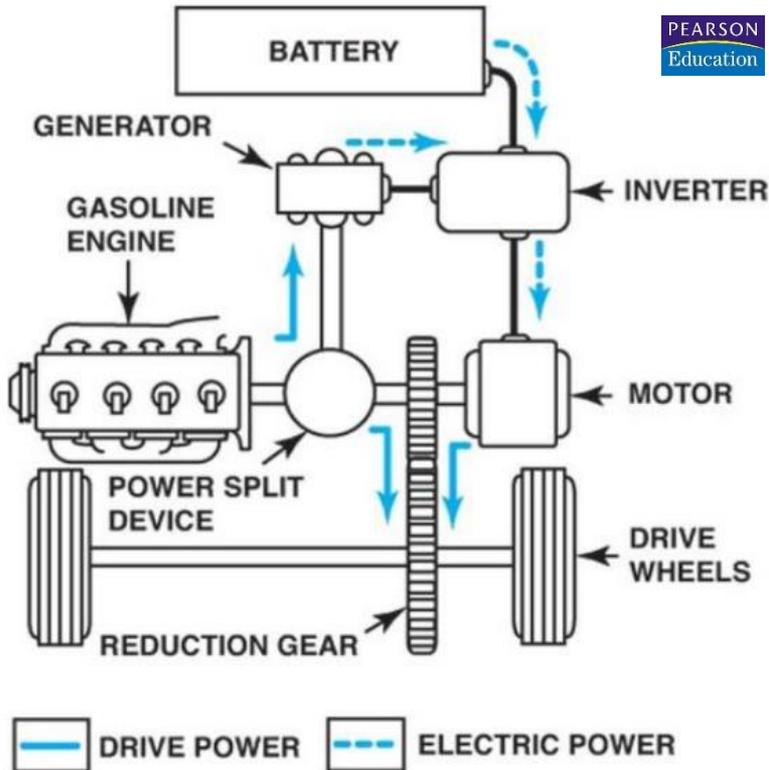


YouTube Hyundai Sonata hybrid explained

HEV 파워트레인 (4)

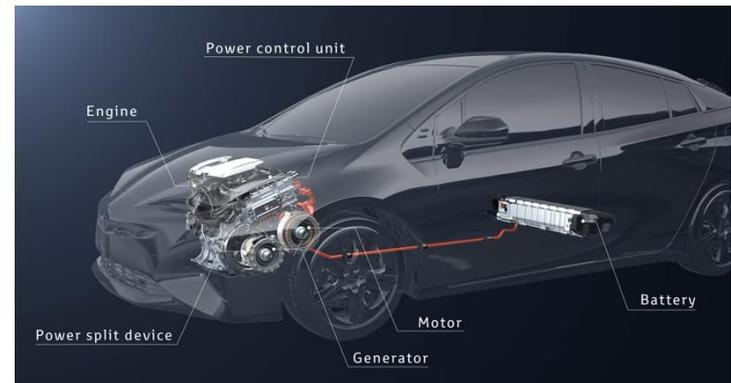
- Power-Split(동력분기) Hybrid

- 엔진 : 주행 상태에 따라 발전기 구동 or 차량 구동(별도의 변속기 없음)
- 모터/발전기 : 주행 상태에 따라 차량 구동(모터) 또는 엔진 구동력을 통해 배터리 충전(발전기)
- 동력분기장치 : 구동조건에 따라 엔진/모터 동력전달 제어



1 Start and low to mid-range speeds

The engine stops when in an inefficient range, such as at start-up and in low to mid-range speeds. The vehicle runs on the motor alone. (A)

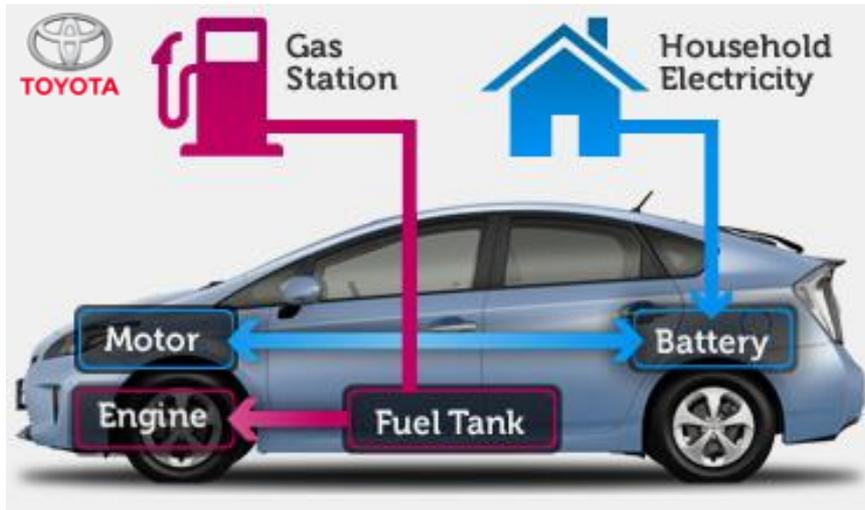


YouTube Toyota Hybrid System

HEV 파워트레인 (5)

- Plug-in Hybrid Electric Vehicle(PHEV)

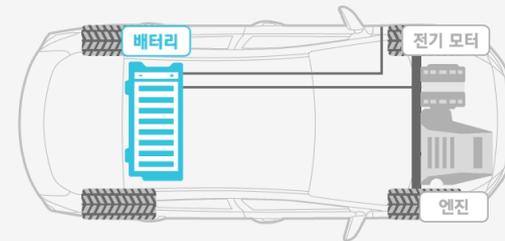
- 파워트레인 구성은 HEV와 동일, 외부 전원으로부터 배터리 충전 기능 추가
- HEV 대비 전기모터 사용 영역 확대, 고용량 배터리 탑재



2. 플러그인 하이브리드 자동차 (PHEV)

Point. 배터리 외부 충전 가능

배터리 용량을 늘려 전기차 모드의 주행거리를 연장합니다.
 가전제품처럼 플러그를 꽂아 배터리를 충전하고,
 배터리가 일정량 이하로 소모되면 전기차 모드에서 하이브리드 모드로 전환합니다.



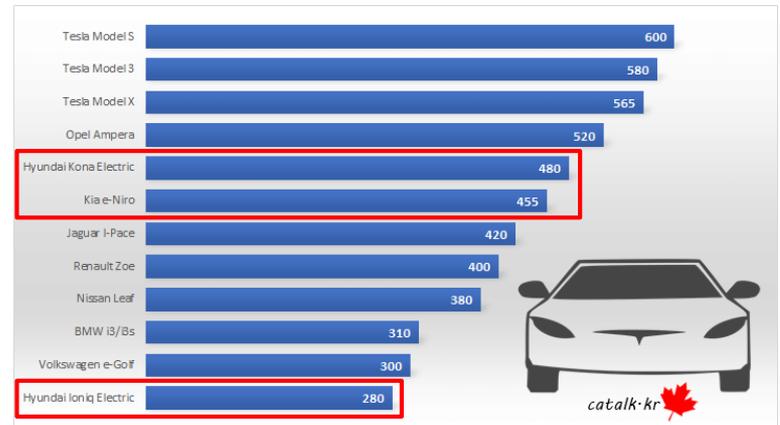
플러그인 충전

※ 자료 : HMG 저널

EV 파워트레인 (1)

• Electric Vehicle(EV)

- 순수 전기모터를 이용하여 동력 발생, HEV 대비 구조/제어 간단
- 최근 배터리 기술 등의 발전으로 과거 대비 주행거리가 크게 향상, 충전시간 및 인프라 문제



※ 아이오닉(IONIQ)/코나(KONA) 사양 비교

구분	IONIQ			KONA
	HEV	PHEV	EV	
배터리 용량 (kWh)	1.7	8.9	38.3	64
모터 출력(kW)	32	44.5	100	150
모터 주행거리 (km)	-	46	271	406

전기동력차 종류와 특징

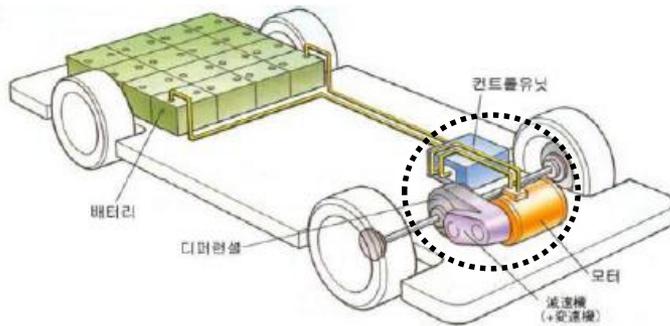
	하이브리드 전기차(HEV)	플러그인 하이브리드 전기차(PHEV)	전기차(EV)
동력 발생 장치	엔진 > 모터 (보조동력)	모터 > 엔진 (방전시)	모터
배터리 용량	0.98~1.8 kWh	4~16 kWh	10~30 kWh (테슬라는 60 이상)
특징	주행조건별 엔진과 모터를 조합한 최적 운행으로 연비 향상	단거리는 전기로 주행, 장거리 주행 시 엔진 사용	충전된 전기 에너지만으로 주행
주요 차량 (제조사)	프리우스(도요타), 시빅(혼다) 쏘나타·아이오닉(현대차) K5·니로(기아차)	볼트(지엠), 프리우스(도요타) i8(베엠베), 쏘나타(현대차) F3DM(바이디)	리프(닛산), 모델S(테슬라) ZOE(르노), i3(베엠베) 쏘울EV(기아차)

※ 친환경차 각축전, 패권은 누구 손에? [한겨레, 2016. 5. 1]

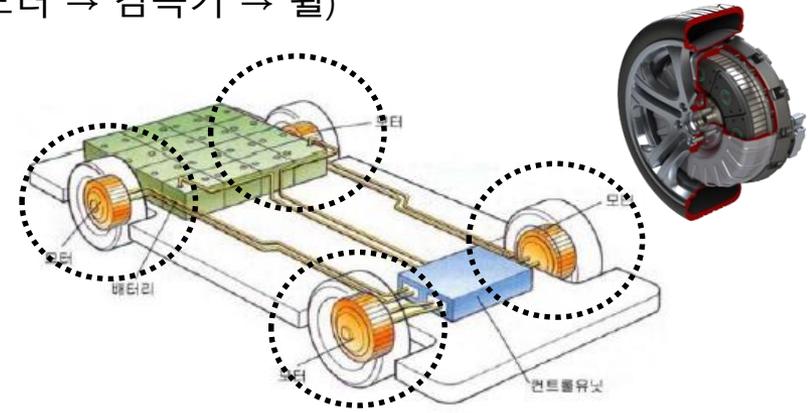
EV 파워트레인 (2)

• EV 구동방식

- 직렬형 HEV에서 엔진/발전기를 제외한 구조와 유사 (모터 → 감속기 → 휠)
- 별도의 배터리 충전장치 필요



< 엔진 치환형 >



< 인휠 모터형 >

전기차 모터 구동방식	장점	단점
엔진 치환형	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 차량 개발 용이 (기존 내연기관 시스템 활용) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 에너지 효율 측면 불리 ▪ 추가적인 모터 제어기능 요구
인휠(In-Wheel) 모터형	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 동력전달요소(구동축 등) 불필요 ▪ 동력 손실 적음 (주행 효율 향상) ▪ 구동시스템 단순화 (공간 확보 용이) ▪ 기동성능 우수 (각 휠 독립제어) ▪ 샤시 및 차량 제어기능 단순화 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 고도의 인휠 모터 제어 기술 요구

FCEV 파워트레인 (1)

• Fuel Cell Electric Vehicle(FCEV)

- 파워트레인 구성은 일반 EV와 동일, 수소연료전지를 통한 전원 공급
- EV와 달리 1회 충전 시 주행거리가 내연기관 차량 수준, 가격/인프라/안정성 문제로 현재 대중화 미흡

수소전기차의 성능

최대 항속 거리 | 미국 인증 · 복합연비

모델명	최대 항속 거리	최고 속도	가속 성능 (0-100km/h)	모터 최대토크 (N·m)
현대 넥쏘	611km	177km/h	9.2초	395
토요타 미라이	502km	175km/h	10.4초	335
혼다 클래리티	579km	164km/h	11.8초	300

※ 가속성능은 현대차(연구소) 자체 평가 결과
 ※ 최대 항속거리는 도로상황, 운전방법, 차량크기, 차량상태, 외기온도 등에 따라 달라질 수 있음

※ 현대차 홈페이지 참조

ZERO Emission

5 minutes

609 km

H₂ + O₂ > H₂O

0%

Modern(모던)
 세제혜택 적용 전 판매가격
 72,034,950
 세제혜택 후 판매가격
 68,900,000

3250만원 지원

수소차 살 때
 보조금 받으세요

※ 차종: 현대자동차 넥쏘
 ※ 기간: 2019.9.21(월) 09시~ 예산 소진 시
 ※ 보조금: 정부 2,250만원(6.5%) + 용인시 1,000만원
 ※ 신청방법: 수소차 판매점 방문 후 지원신청
 ※ 문의: 용인시 기후에너지과 ☎031-324-3155

수소차 충전소

전국 22곳

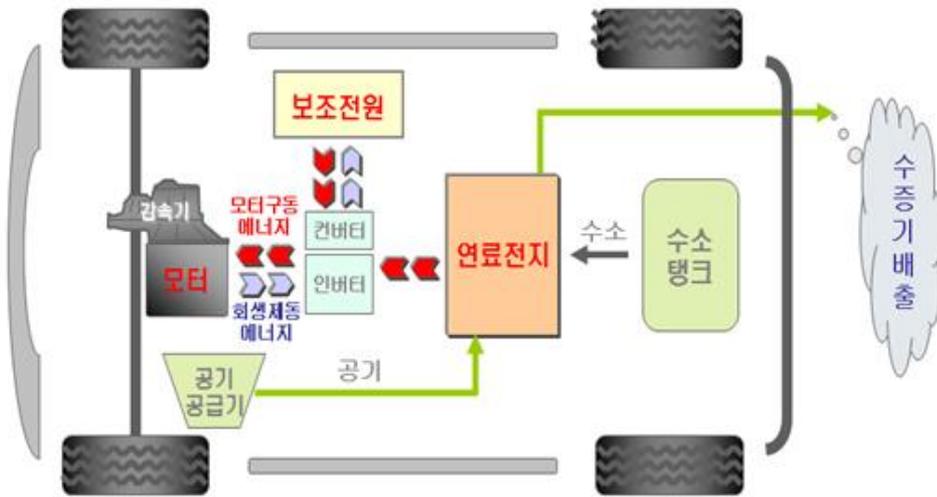
jtbc

자료: 현대자동차 (2019년 8월 기준)

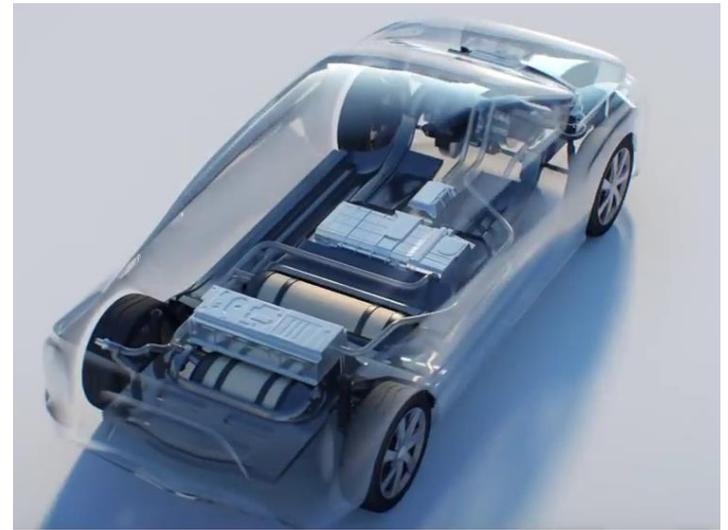
FCEV 파워트레인 (2)

• FCEV 구동원리

- 수소탱크 : 연료전지에 수소 공급
- 연료전지 : 외부로부터 공기, 수소탱크로부터 수소를 공급받아 화학 반응을 통해 물과 전기로 변환
- 배터리 : 회생제동 등으로 인한 여유 전기에너지를 저장, 주행상황에 따라 사용



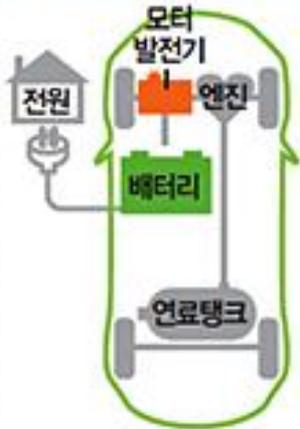
※ 자료제공=국토부



YouTube TOYOTA Fuel cell – How does it work?

환경차 파워트레인 요약

친환경차 분류

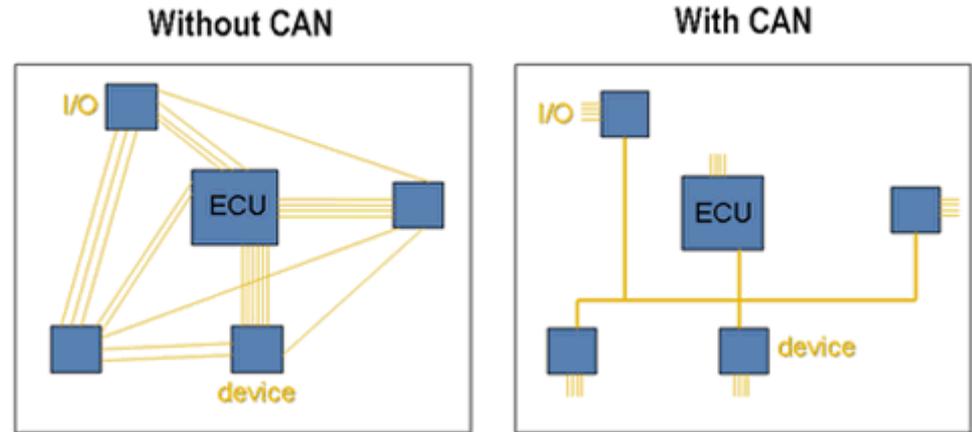
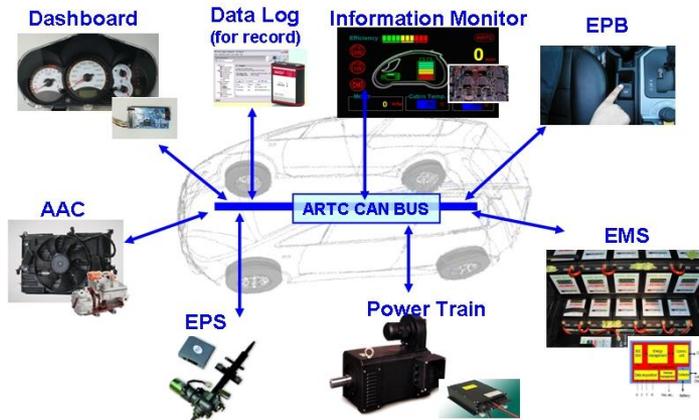
	하이브리드 (HEV)	플러그인 하이브리드 (Plug-in HEV)	전기차 (EV)	수소연료 전지차 (FCEV)
구조 · 특징	엔진+모터(보조동력) 	엔진+모터(모터로 주행가능) 	모터만으로 주행 	수소/산소로 전기발생 
	배터리 0.9~1.8kwh	배터리 4~16kwh	배터리 10~30kwh	배터리 0.9~8kwh
개발 과제	· 일반차 대비 가격상승분 최소화	· 전기 충전 인프라 구축 및 급속 충전 기술개발 · 배터리 성능 향상(에너지밀도 증대, 가격저감)		· 수소충전 인프라 구축 · 고가의 부품가격 인하

※ 글로벌 자동차 지각변동 [매일경제, 2015. 11. 19]

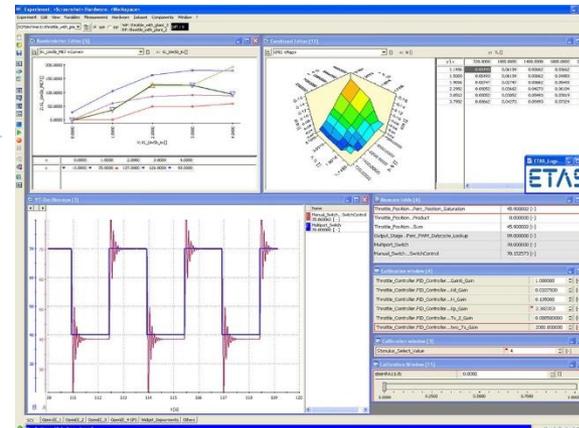
환경차 제어시스템 (1)

• CAN (Controller Area Network)

- 차량 제어기 및 협조제어 사양 증가로 제어기 간 결선 및 I/O 복잡 문제
- CAN을 통해 단일화 된 통신 환경 구축, 제어기 간 효율적인 통신 가능



※ Kuo. L. and Chen. M., *Technology and Application for Cooperation between EV Network Design and Remote Diagnostic Service*, EVS25, 2010



환경차 제어시스템 (2)

- 환경차 파워트레인 제어기(IONIQ 기준)

HCU(Hybrid Control Unit) : HEV용 상위 제어기

VCU(Vehicle Control Unit) : EV용 상위 제어기

EMS(Engine Management System) : 엔진 토크, 속도제어

TCU(Transmission Control Unit) : 변속단 제어

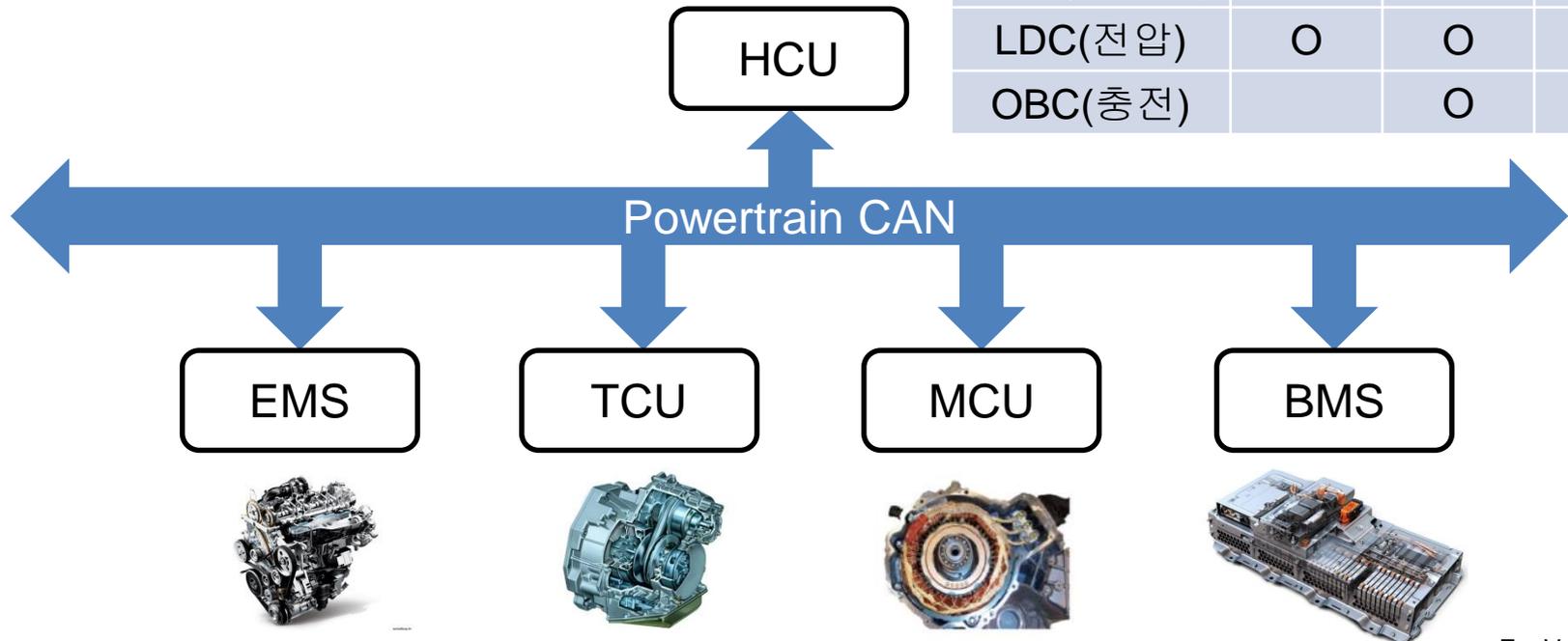
MCU(Motor Control Unit) : 모터 토크, 속도제어

BMS(Battery Management System) : 배터리 충/방전 제어

LDC(Low-voltage DC-DC Converter) : 저전압 변환 제어

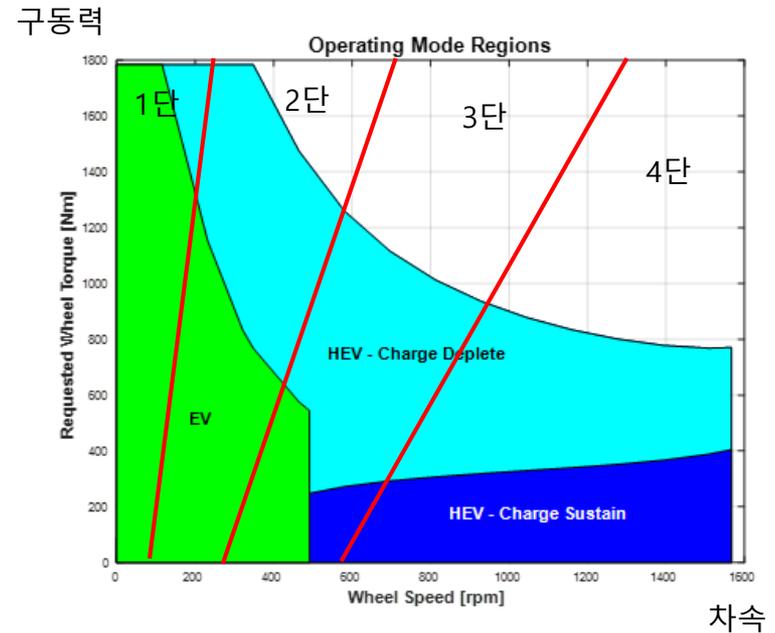
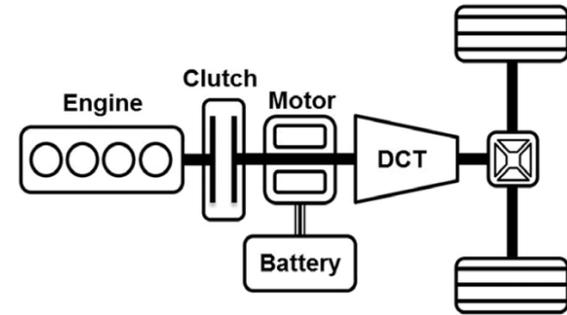
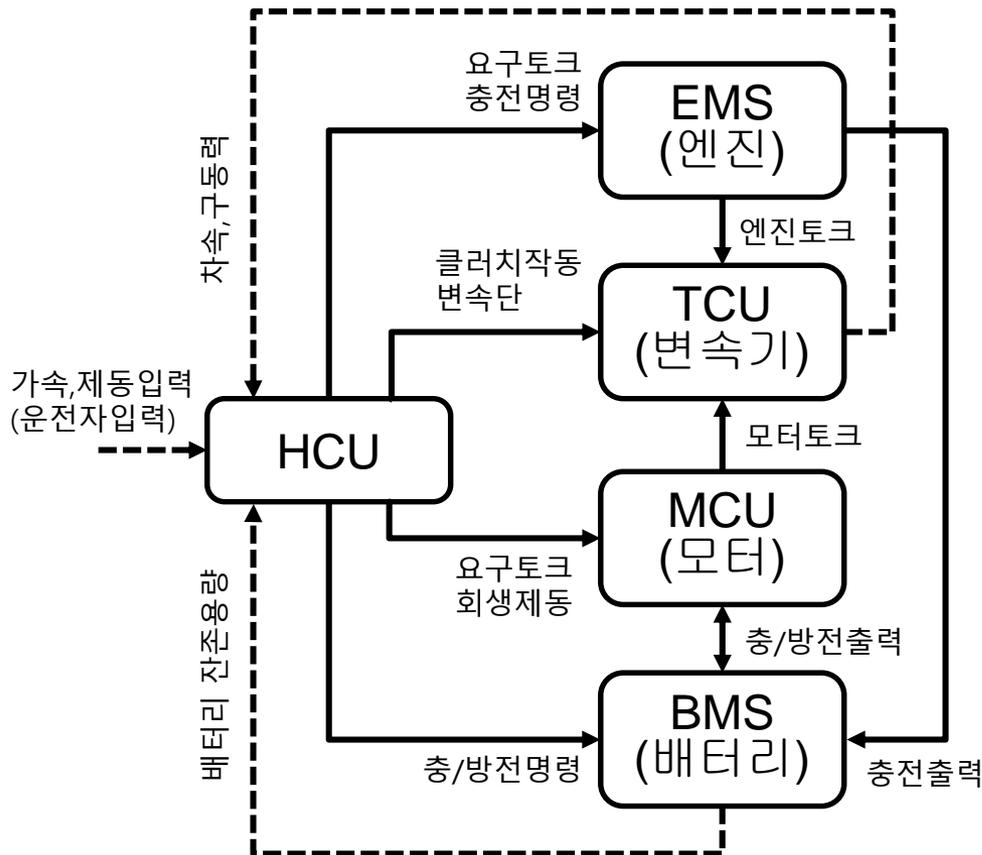
OBC(On Board Charger) : 외부 전원 충전 제어

구분	HEV	PHEV	EV
HCU(상위)	○	○	
VCU(상위)			○
EMS(엔진)	○	○	
TCU(변속기)	○	○	
MCU(모터)	○	○	○
BMS(배터리)	○	○	○
LDC(전압)	○	○	○
OBC(충전)		○	○



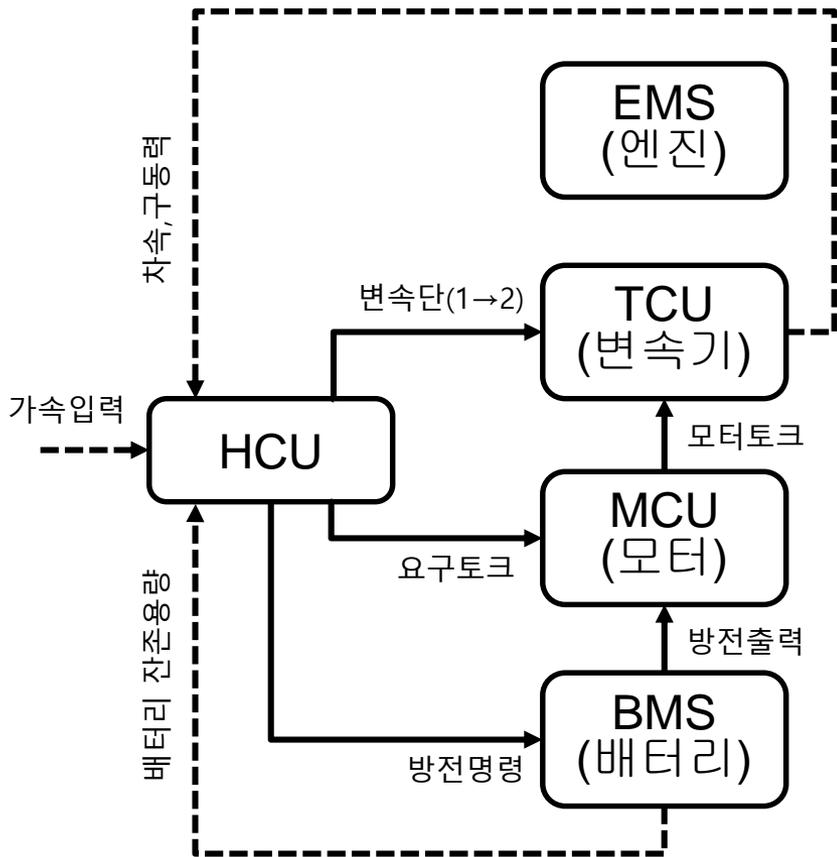
환경차 제어시스템 (3)

- HEV 예제: Operating mode control



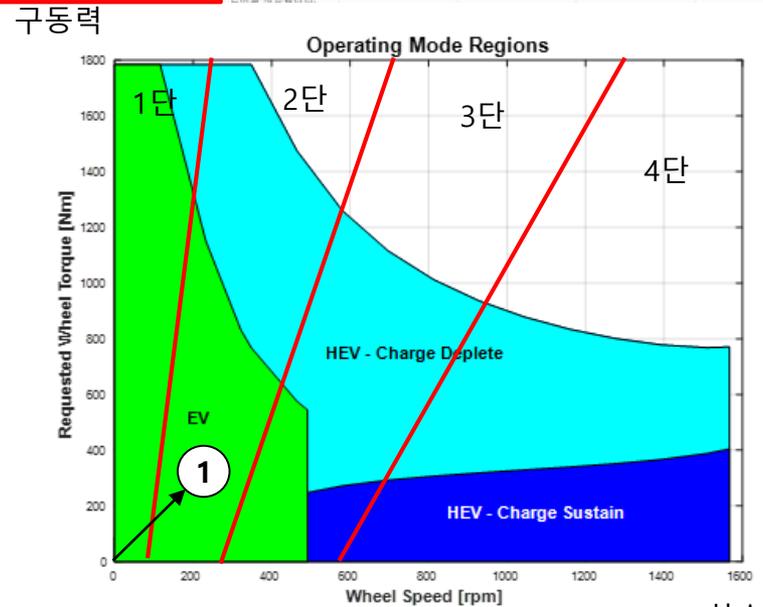
환경차 제어시스템 (3)

- HEV 예제: Operating mode control



주행 상황 / 엔진 및 모터 제어
 포니타 하이브리드에는 엔진의 보조 역할은 물론, 출발 및 저속 가속 주행 시 독자적인 전기차(EV) 모드로 주행이 가능하도록 신기술 전기 모터를 탑재하였습니다.

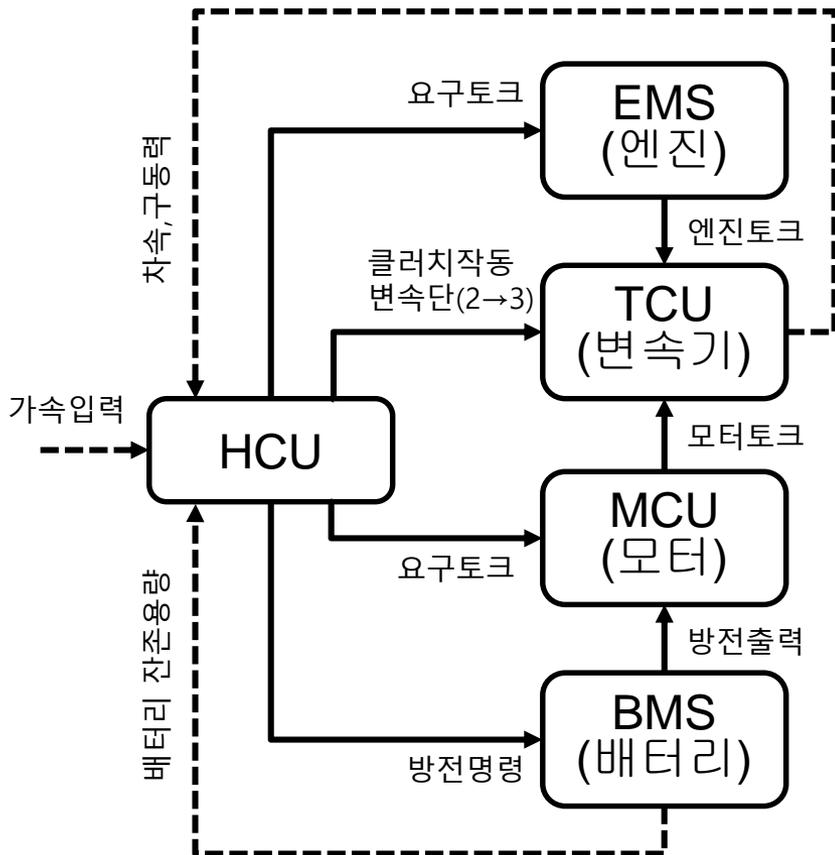
시동	저속 주행	가속 주행	가속/등판	정속 주행	감속	정지
모터 (전기차(EV) 모드) 엔진시동 없이 차량 구동에 필요한 한미 브레이크 시스템을 준비합니다.	모터 (전기차(EV) 모드) 저속 주행 시 엔진 구동없이 모터만으로 구동하여 연료 소모가 없으며 정속합니다.	엔진 + 모터 운전자의 가속 요구를 파악하여 엔진을 자동으로 시동하고 엔진과 모터 시동을 조절하여 분배하여 우수한 연비를 제공합니다.	엔진 + 모터 엔진과 모터를 동시에 구동하여 가속 및 등판 시 강력한 파워를 제공합니다.	엔진 + 모터 엔진 또는 모터로 구동하며 배터리의 잔량에 적정 수준 이하일 경우 충전합니다.	충전 엔진을 정지하고 회생 제동 시스템을 통해 에너지를 회수하여 배터리를 충전합니다.	엔진정지 정지 혹은 신호대기 시 엔진 및 모터를 정지시켜 최장가속 및 연료소모가 없습니다.



차속

환경차 제어시스템 (3)

- HEV 예제: Operating mode control



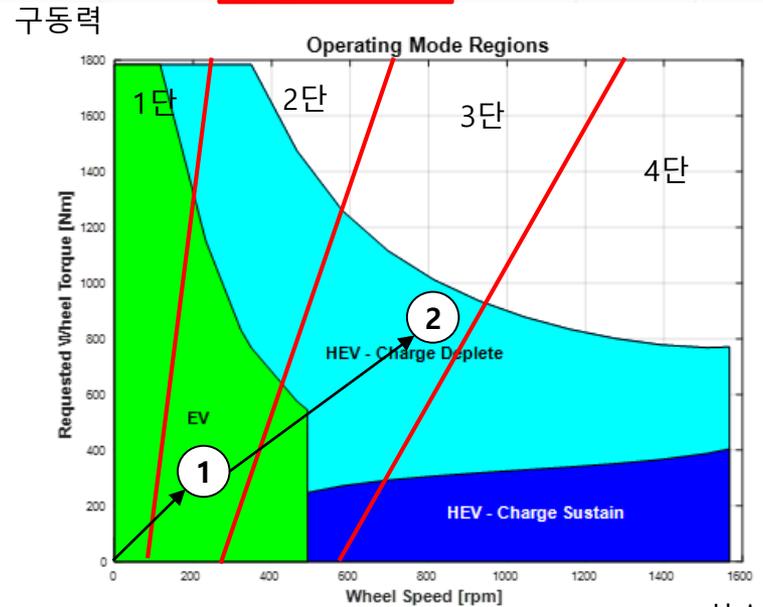
주행 상황 / 엔진 및 모터 제어

포니타 하이브리드는 엔진의 보조 역할은 물론, 출발 및 저속 가속 주행 시 독자적인 전기차(EV) 모드 주행을 가능하도록 신기술 전기 모터를 탑재하였습니다.



1	2
시동	가속 주행
지속 주행	가속/동판
정속 주행	감속
정지	

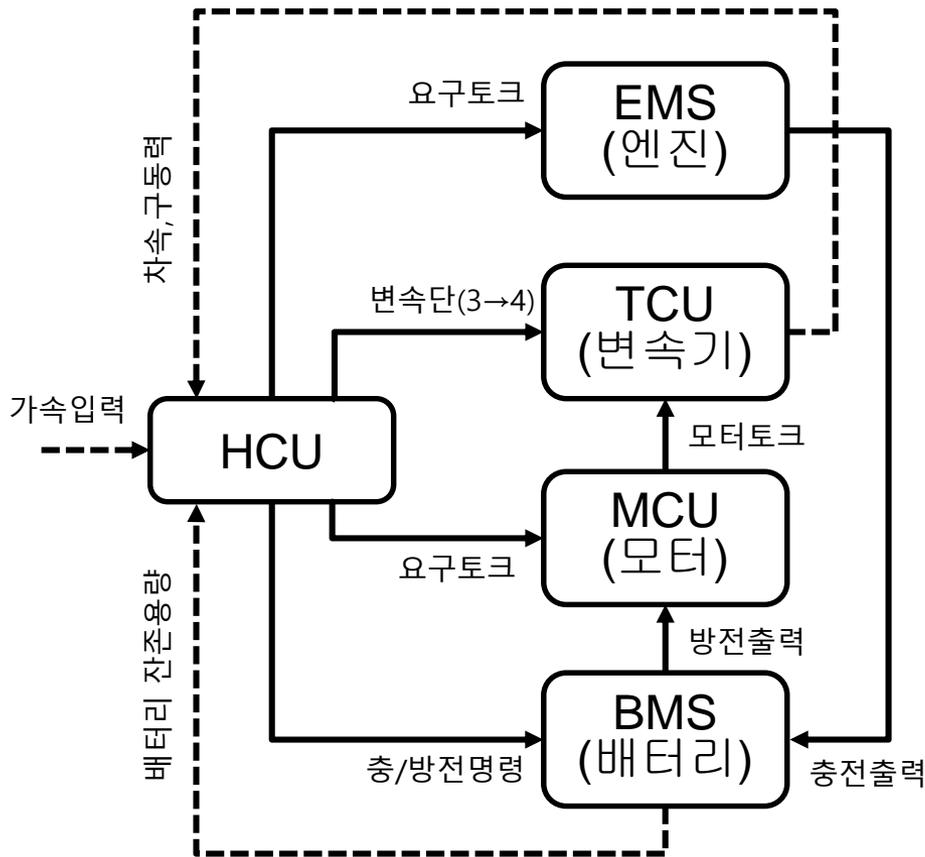
모터 (전기차(EV) 모드)	모터 (하이브리드(EV) 모드)	엔진 + 모터	엔진 + 모터	엔진 + 모터	출력	엔진정지
엔진시동 없이 차량 구동에 필요한 힘이 브레이크 시스템을 준비합니다.	자도크 주행 시 엔진 구동없이 모터만으로 구동하여 연료 소모가 없으며 정속합니다.	운전자의 가속 요구를 감지하여 엔진을 자동 으로 시동하고 엔진과 모터 시동을 정렬하여 운행합니다.	엔진과 모터를 동시에 구동하여 가속 및 동판 시 강력한 파워를 제공합니다.	엔진 또는 모터로 구동되며 배터리의 잔량 에 적정 수준 이하일 경우 충전합니다.	충전 엔진을 정지하고, 차량 작동 시스템을 통해 작동 시 발생하는 에너지를 회수하여 배터리를 충전합니다.	엔진정지 정지 혹은 신호대기 시 엔진 및 모터를 정지시켜 배출가스를 발생시키지 않습니다.



차속

환경차 제어시스템 (3)

- HEV 예제: Operating mode control



주행 상황 / 엔진 및 모터 제어

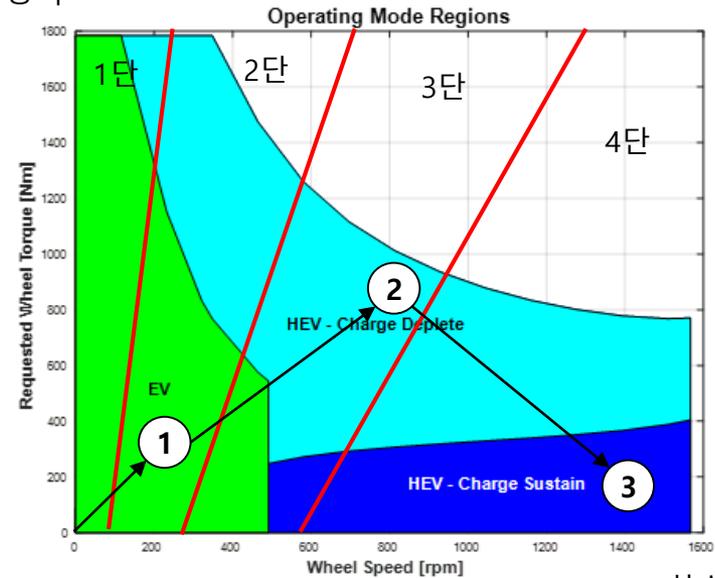
포니타 하이브리드는 엔진의 보조 역할은 물론, 출발 및 저속 가속 주행 시 독자적인 전기차(EV) 모드 주행을 가능하도록 신개념 전기 모터를 탑재하였습니다.



1	2	3
시동	저속 주행	가속 주행
가속/동판	정속 주행	감속
정지		

모터 (전기차(EV) 모드)	모터 (전기차(EV) 모드)	엔진 + 모터	엔진 + 모터	엔진 + 모터	엔진 + 모터	엔진 + 모터
엔진시동 없이 차량 구동에 필요한 한미 브레이크 시스템을 준비합니다.	모터: 전기차(EV) 모드 자율주행 시 엔진 구동없이 모터만으로 구동하여 연료 소모가 없으며 정속합니다.	엔진 + 모터 운전자의 가속 요구를 파악하여 엔진을 자동 으로 시동하고 엔진과 모터 사용을 적절히 분배하여 우수한 연비를 제공합니다.	엔진 + 모터 엔진과 모터를 동시에 구동하여 가속 및 동판 시 강력한 파워를 제공합니다.	엔진 + 모터 엔진 또는 모터로 구동되며 배터리 잔량 에 적정 수준 이하일 경우 충전합니다.	충전 엔진을 정지하고 회생 제동 시스템을 통해 에너지를 회수하여 배터리를 충전합니다.	엔진정지 엔진 또는 모터를 정지시켜 회생가스를 필요소모가 없습니다.

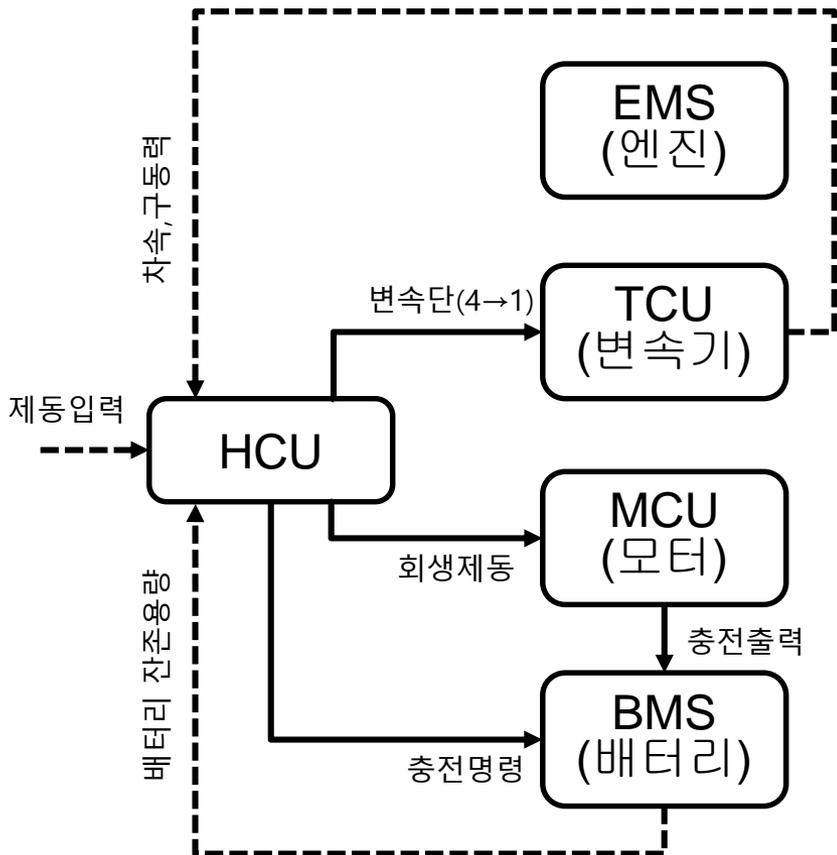
구동력



차속

환경차 제어시스템 (3)

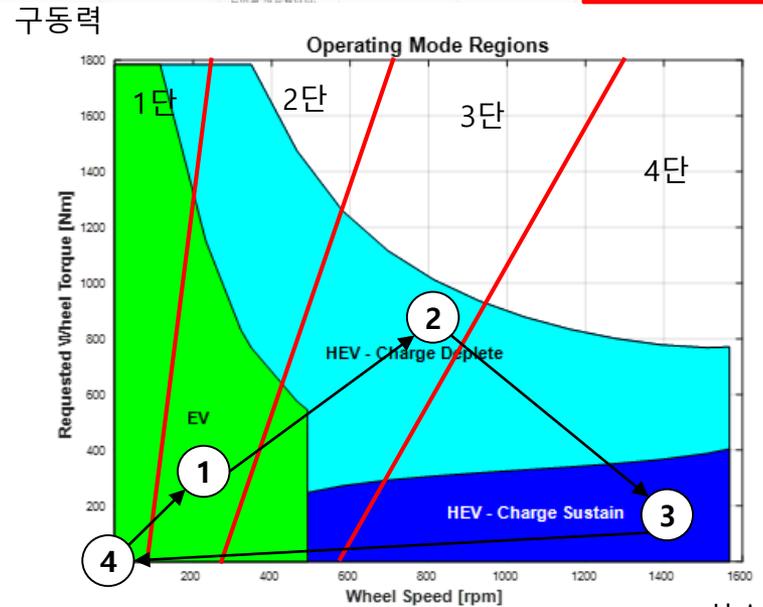
- HEV 예제: Operating mode control



주행 상황 / 엔진 및 모터 제어

포니타 하이브리드는 엔진의 보조 역할은 물론, 출발 및 저속 가속 주행 시 독자적인 전기차(VEV) 모드 주행이 가능하도록 신기술 전기 모터를 탑재하였습니다.

1	2	3	4
시동	저속 주행	가속 주행	정속 주행
모터: 전기차(VEV) 모드 엔진시동 없이 차량 구동에 필요한 힘이 브레이크 시스템을 준비합니다.	모터: 전기차(VEV) 모드 저속 주행 시 엔진 구동없이 모터만으로 구동하여 연료 소모가 없으며 정속합니다.	엔진 + 모터 운전자의 가속 요구를 파악하여 엔진을 자동 으로 시동하고 엔진과 모터 사용을 적절히 분배하여 우수한 연비를 제공합니다.	엔진 + 모터 엔진과 모터를 동시에 구동하여 가속 및 동공 시 강력한 파워를 제공합니다. 엔진 + 모터 엔진 또는 모터로 구동되며 배터리의 잔량 에 적정 수준 이하일 경우 충전합니다.
			감속 충전 엔진을 정지하고 회생 제동 시스템을 통해 정속 시 발생하는 에너지를 회수하여 배터리를 충전합니다.
			정지 엔진정지 정차 혹은 신호대기 시 엔진 및 모터를 정지시켜 회생가스 및 연료소모가 없습니다.



차속