

1.5 系统控制

1). 概述

丰田混合动力系统-II (THS-II) 使用以下控制。

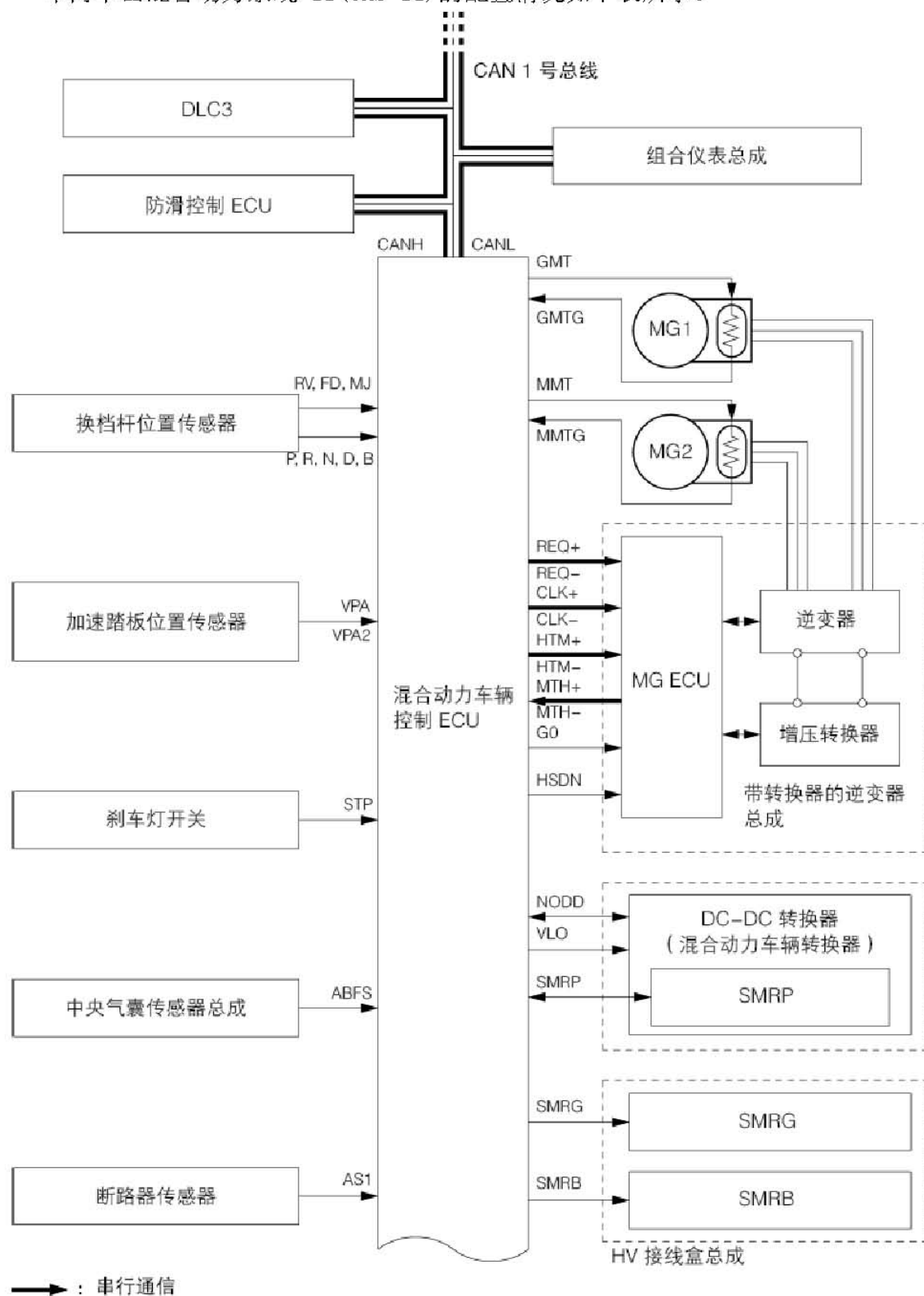
项目	概要	
混合动力车辆控制ECU控制	- 混合动力车辆控制ECU根据换档杆位置传感器、加速踏板踩下的角度和车速计算目标原动力。通过执行控制，优化组合 MG1、MG2 和发动机的动力，以产生目标原动力。 - 混合动力车辆控制ECU根据目标原动力计算发动机原动力，而目标原动力是根据驾驶员需要和车辆状况计算的。为产生该原动力混合动力车辆控制ECU适当控制智能电子节气门控制系统（ETCS-i）燃油喷射量、喷油正时和智能可变气门正时（VVT-i）系统。 - 混合动力车辆控制ECU执行监视控制，以监视HV蓄电池和冷却风扇控制的状态，使HV蓄电池和DC-DC转换器（混合动力车辆转换器）维持在预定温度。从而优化控制这些零部件。	
	系统监视控制	混合动力车辆控制ECU监视HV蓄电池的SOC以及HV蓄电池、MG1和MG2的温度，以对这些项目进行优化控制。
	切断控制	换档杆置于N位置时，混合动力车辆控制ECU执行切断控制，以电动停止MG1和MG2。
	系统主继电器（SMR）控制	为保护电路不受高压影响并确保电路切断的可靠性，混合动力车辆控制ECU通过使用3个继电器连接和切断高压电路来执行SMR控制。
	充电状态（SOC）控制	混合动力车辆控制ECU通过估算HV蓄电池的充电和放电安培数计算SOC，以执行协同控制。
	冷却风扇控制	混合动力车辆控制ECU使用安装在HV蓄电池总成上的温度传感器，监视HV蓄电池总成的温度。使用专用冷却风扇来优化控制蓄电池温度。
	辅助蓄电池充电控制	混合动力车辆控制ECU根据辅助蓄电池的温度控制DC-DC转换器（混合动力车辆转换器），以控制辅助蓄电池充电。

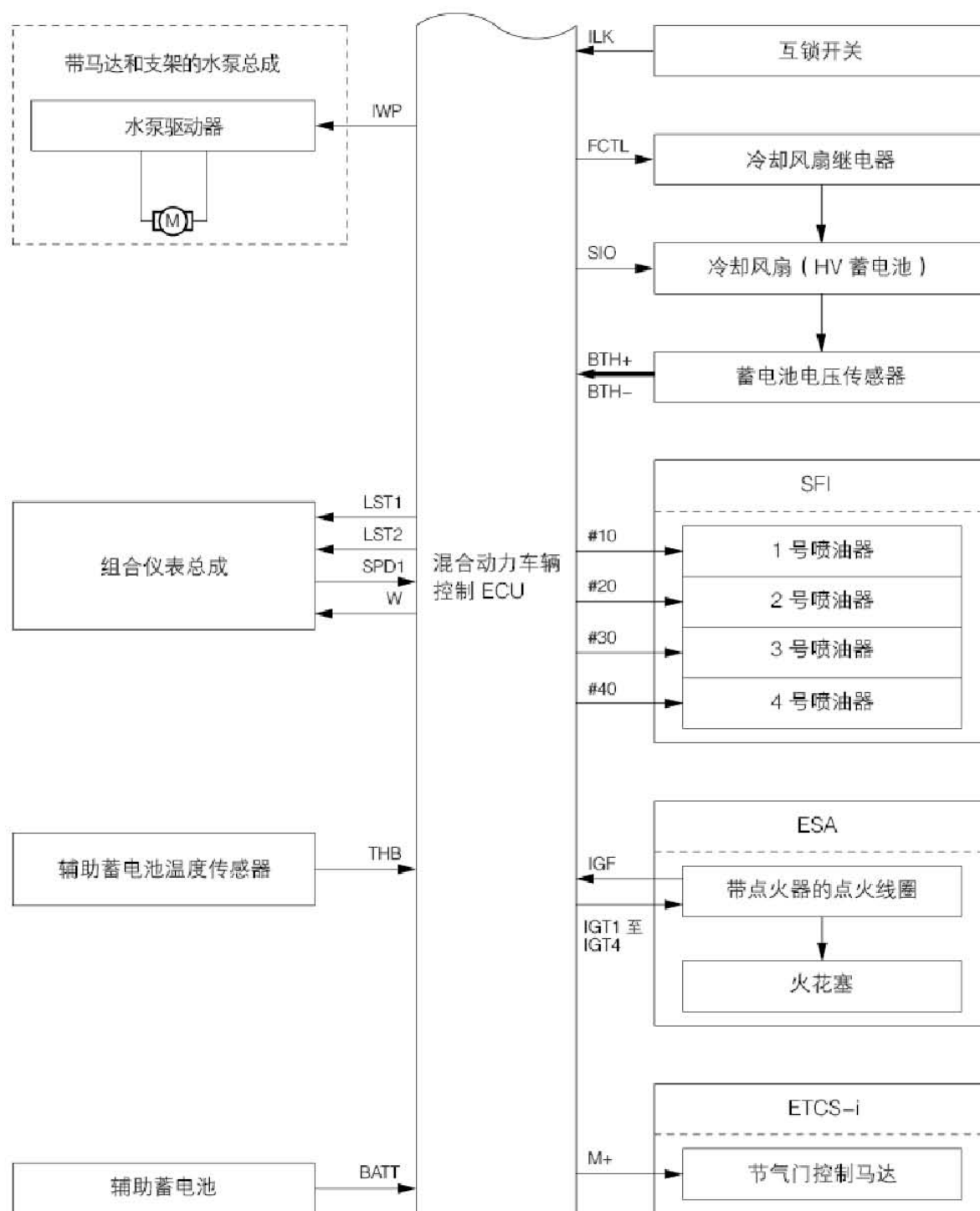
项目	概要
MG1和MG2主控制	- MG1由发动机驱动产生高压（交流），以运行MG2并对HV蓄电池充电。它还可作为起动机来起动发动机。 - MG2由MG1或HV蓄电池的电力驱动，产生前轮原动力。 - 制动期间，以及未踩下加速踏板时，MG2发电以对HV蓄电池充电（再生制动控制）。 - 转速传感器（解析器）检测MG1和MG2的转速和转子位置，并通过马达发电机ECU (MG ECU) 将其输出至混合动力车辆控制ECU。 - 安装在MG1和MG2上的温度传感器检测温度，并将其传输至混合动力车辆控制ECU。

带转换器的逆变器总成控制	- 根据混合动力车辆控制ECU通过马达发电机ECU(MG ECU)提供的信号, 逆变器将来自HV蓄电池的直流电转换为交流电提供给MG1和MG2, 反之亦然。此外, 逆变器将来自MG1的交流电提供给MG2。 - 混合动力车辆控制ECU通过马达发电机ECU(MG ECU)将信号发送至逆变器内的IPM, 并使用绝缘栅双极晶体管(IGBT)在MG1和MG2的U、V和W相之间进行切换, 从而驱动MG1和MG2。 - 如果混合动力车辆控制ECU接收到来自逆变器的过热、过电流或电压异常信号, 则其将会切断逆变器。	
	增压转换器控制	- 根据混合动力车辆控制ECU通过马达发电机ECU(MG ECU)提供的信号, 增压转换器将HV蓄电池的公称电压(直流244.8V)升至最高电压(直流650V)。 - 逆变器将MG1或MG2产生的交流电转换为直流电。根据混合动力车辆控制ECU通过马达发电机ECU(MG ECU)提供的信号, 增压转换器将电压从直流650V降至直流244.8V(HV蓄电池)。
DC-DC转换器控制	DC-DC转换器(混合动力车辆转换器)将公称电压从直流244.8V降至直流12V, 以向车身电气零部件供电, 并对辅助蓄电池再充电(直流12V)。	
防滑控制ECU控制	制动期间, 防滑控制ECU计算所需的再生制动力并将其传输至混合动力车辆控制ECU。混合动力车辆控制ECU接收到该信号后, 将实际再生制动控制值传输至防滑控制ECU。防滑控制ECU根据该结果计算并执行所需的液压制动力。	
蓄电池控制	蓄电池电压传感器监视HV蓄电池模块的电压、电流和温度以及冷却风扇的电压, 并将其传输至混合动力车辆控制ECU。	
换档控制	混合动力车辆控制ECU根据换档杆位置传感器提供的信号检测换档杆位置(P、R、N、D或B), 并控制MG1、MG2和发动机, 以创造适合所选换档杆位置的驾驶条件。	
碰撞时的控制	碰撞时, 如果混合动力车辆控制ECU接收到来自气囊传感器总成的气囊展开信号, 或来自逆变器内断路器传感器的执行信号, 则断开系统主继电器(SMR)以切断整个电源。	
巡航控制系统运行控制	混合动力车辆控制ECU内的巡航控制ECU接收到巡航控制开关信号时, 将优化调节发动机、MG1和MG2, 并通过组合其原动力以达到驾驶员决定的目标车速。	
指示灯和警告灯	混合动力车辆控制ECU通过点亮或闪烁位于组合仪表总成内的指示灯和	
照明控制	警告灯, 和使用多信息显示屏或导航接收器总成的警告指示, 以通知驾驶员车辆状况和任何系统故障。	
失效保护	混合动力车辆控制ECU检测到故障时, 会根据已经存储在存储器中的数据停止或控制执行器和其他ECU。	
诊断	混合动力车辆控制ECU检测到故障时, 将执行诊断并存储与故障相关的值。	

2). 结构

车内丰田混合动力系统-II (THS-II) 的配置情况如下表所示。





3). 混合动力车辆控制ECU控制

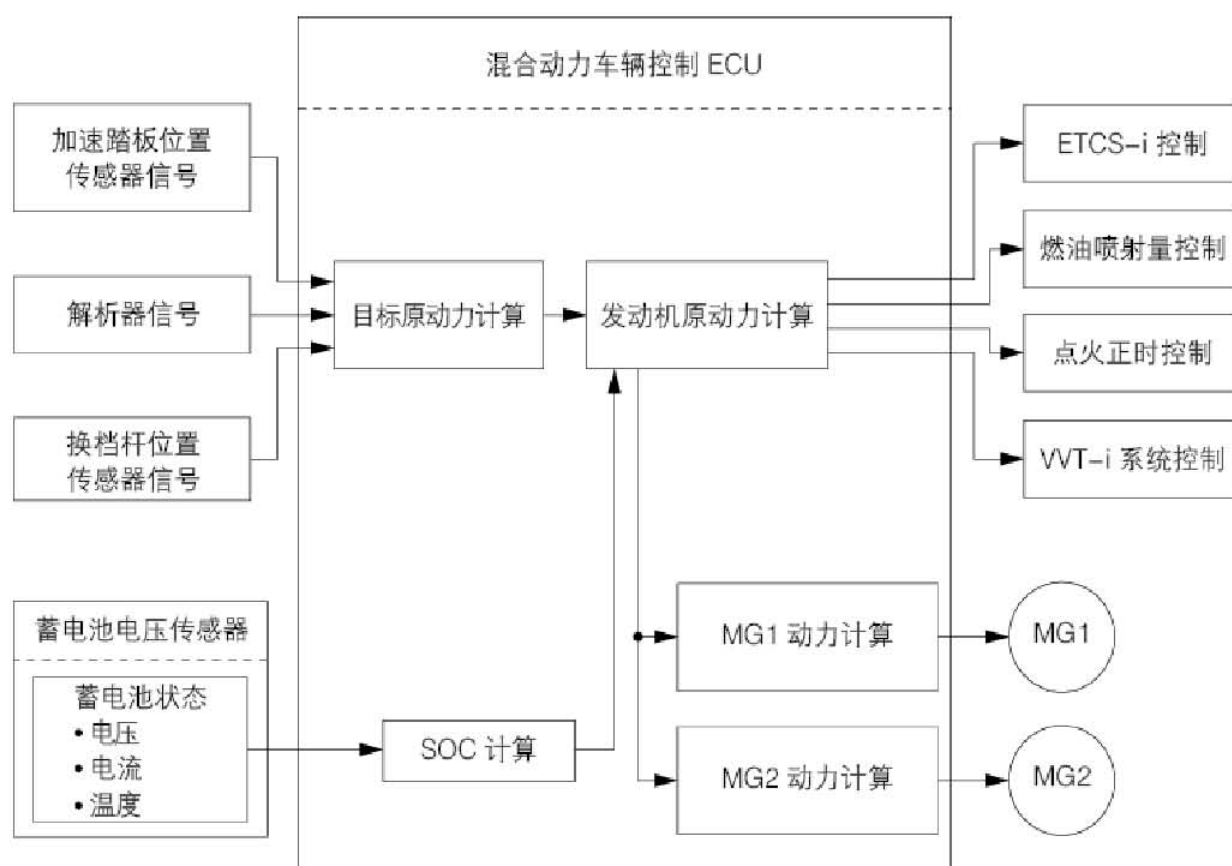
概述

A). 混合动力车辆控制ECU使用来自加速踏板位置传感器的信号检测踩下加速踏板的量。混合动力车辆控制ECU接收来自MG2解析器的车速信号，并检测来自换挡杆位置传感器的换挡杆位置信号。混合动力车辆控制ECU根据该信息判断车辆的工作情况，并对MG1、MG2和发动机的原动力进行优化控制。此外，混合动力车辆控制ECU对MG1、MG2和发动机的输出功率和扭矩进行优化控制，从而实现更低的燃油消耗和更清洁的废气排放。

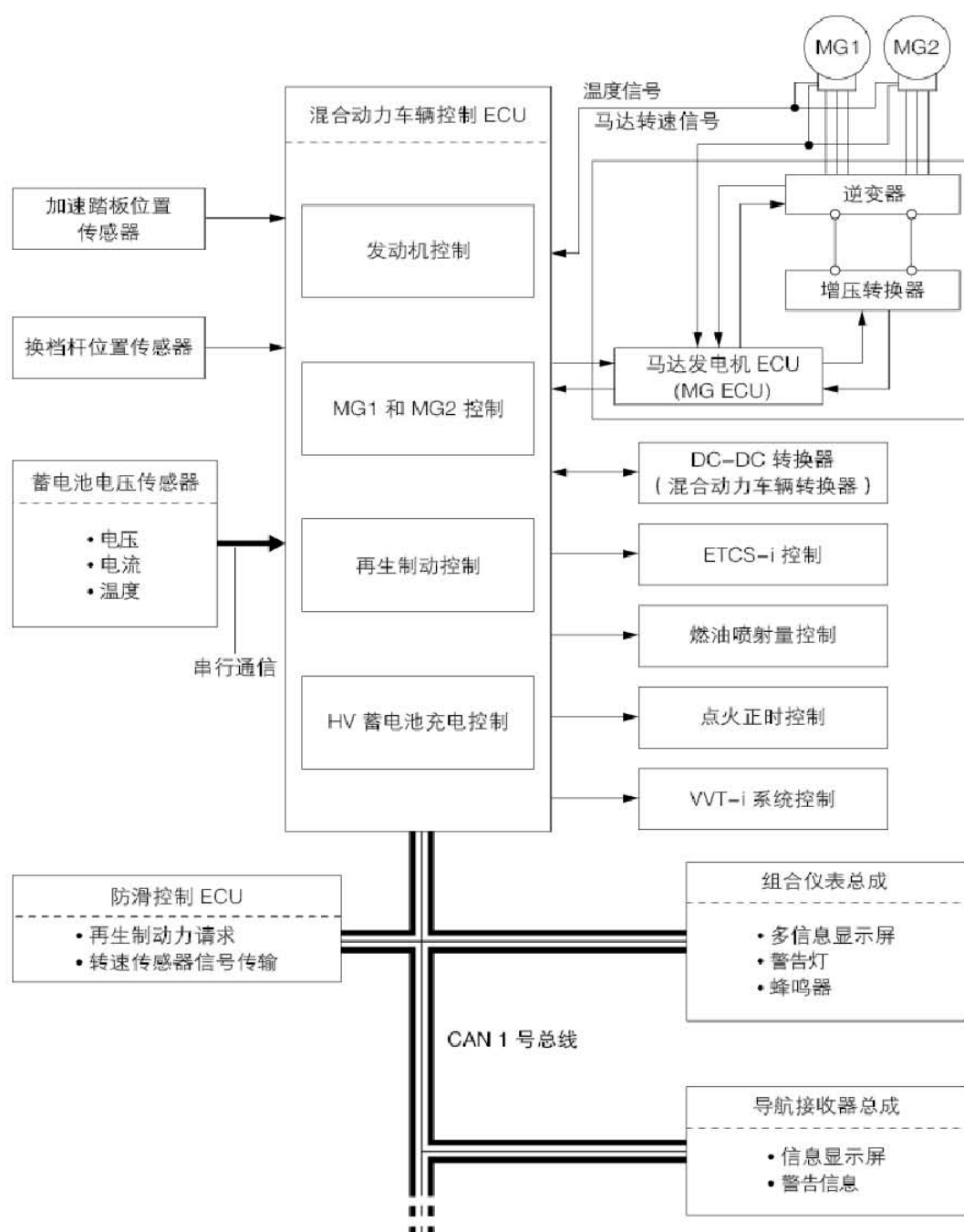
- B). 混合动力车辆控制ECU根据计算出的目标原动力以及HV蓄电池的SOC和温度计算发动机原动力。目标原动力减去发动机原动力所得的值即为 MG2 原动力。
- C). 混合动力车辆控制ECU通过执行ETCS-i控制、燃油喷射量控制、喷油正时控制和VVT-i系统控制，达到所需发动机原动力。

原动力计算流程

$$(\text{目标原动力}) - (\text{发动机原动力}) = (\text{MG2 原动力})$$



系统图



系统监视控制

- A). 混合动力车辆控制ECU持续监视HV蓄电池的充电状态(SOC)。SOC过低时，混合动力车辆控制ECU提高发动机的输出功率，使MG1运行以对HV蓄电池充电。发动机停止时，MG1运行以起动发动机；然后，发动机使MG1运行以对HV蓄电池充电。
- B). 如果SOC低或HV蓄电池模块MG1或MG2的温度高于规定值，则混合动力车辆控制ECU限制施加到驱动轮的原动力大小，直至温度或SOC恢复到正常值。

切断控制

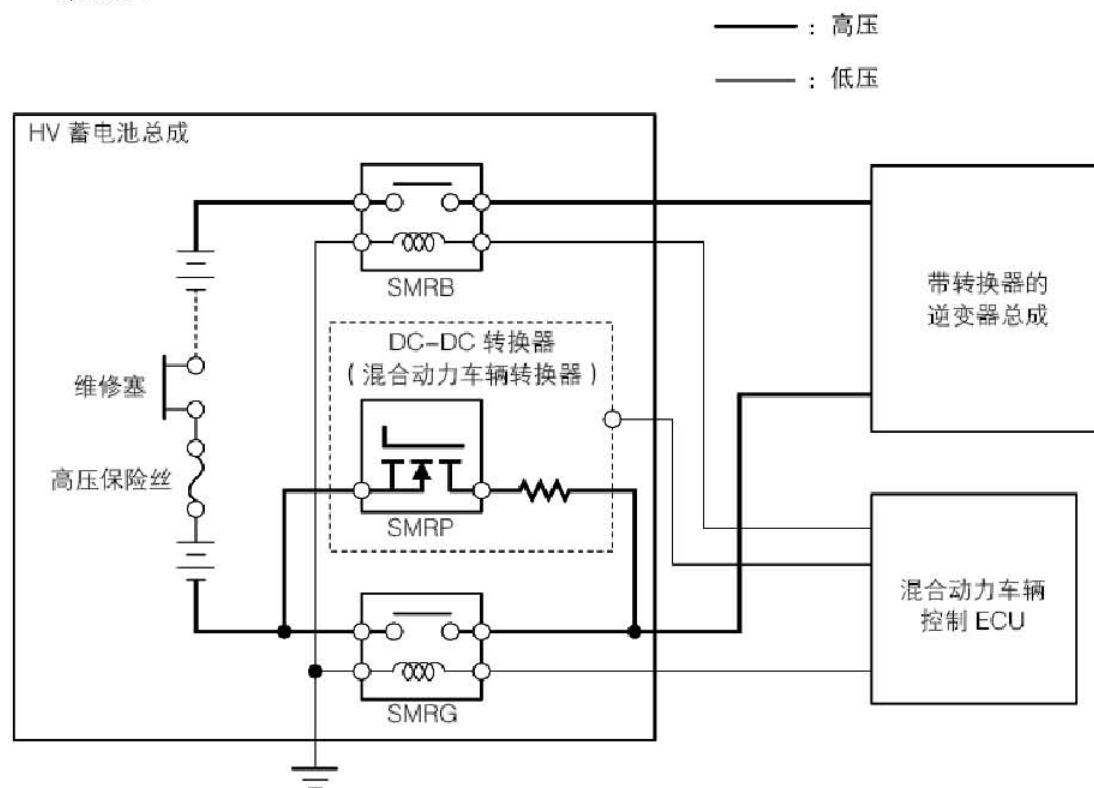
换档杆置于N位置时，切断MG1和MG2。这是由于MG2与前轮机械相连，因此必须电动停止MG1和MG2来切断原动力。

1.5.1 系统主继电器(SMR)控制

1). 概述

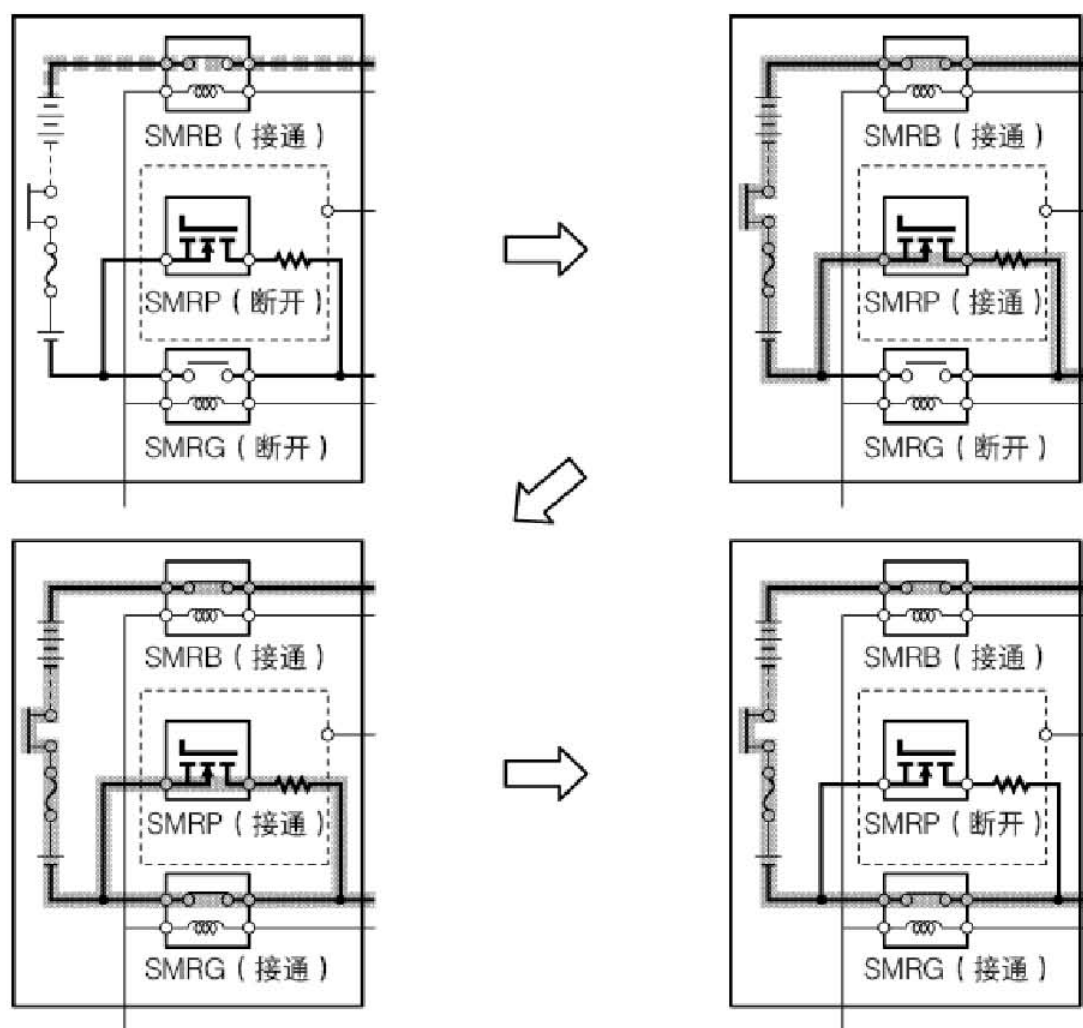
接收到来自动力混合动力车辆控制ECU的指令后，SMR继电器连接并断开高压电路电源。共使用3个继电器：1个(SMRB)用于正极侧，2个(SMRP和SMRG)用于负极侧。负极侧的1个继电器(SMRP)是集成于DC-DC转换器(混合动力车辆转换器)内的半导体继电器。其他2个是安装在HV蓄电池总成内HV接线盒总成上的触点型继电器。

系统图



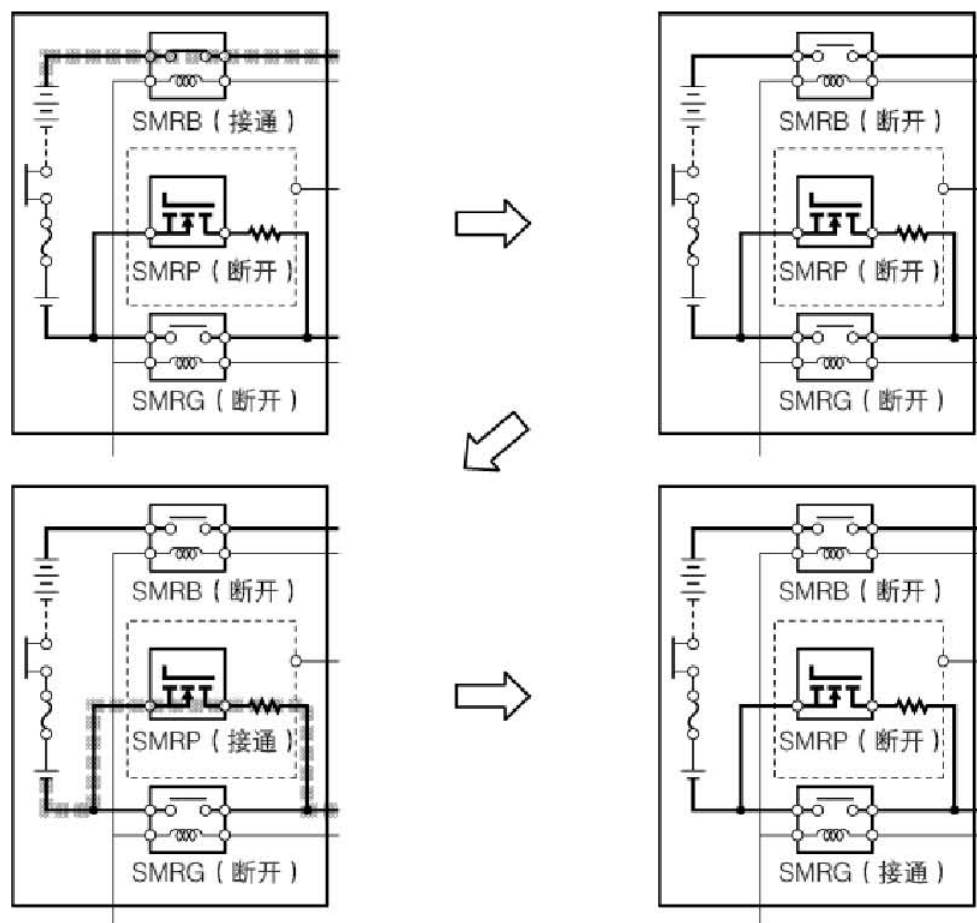
2). 电源接通

首先，混合动力车辆控制ECU接通SMRB。然后，接通 SMRP。混合动力车辆控制ECU在接通 SMRG 后，断开 SMRP。电流首先经过电阻器，以这种方式对其进行控制，从而保护了电路中的触点，避免其因浪涌电流而受损。



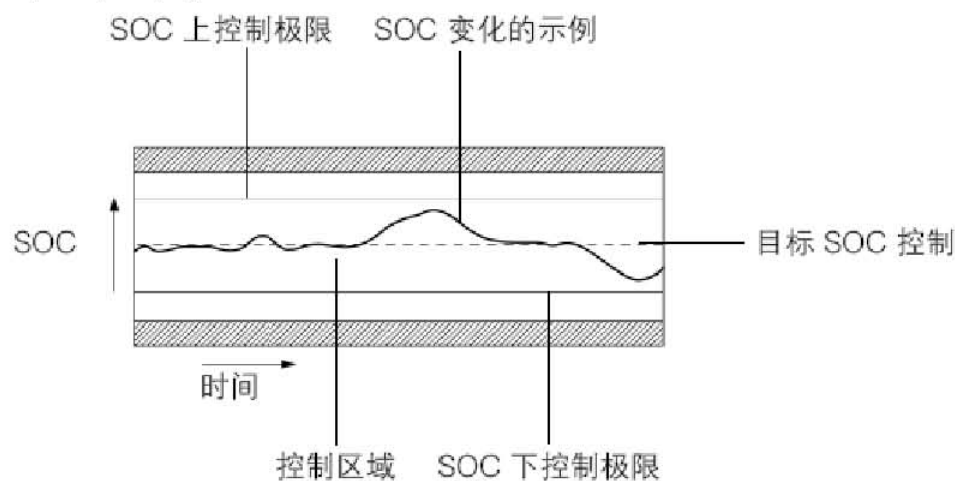
3). 电源切断

- 首先,混合动力车辆控制 ECU 断开 SMRG。判定 SMRG 的触点是否烧结后,断开 SMRB。
- 然后,混合动力车辆控制ECU接通 SMRP 以判定SMRB的触点是否烧结。接着断开SMRP。
- 如果混合动力车辆控制ECU检测到触点烧结,则点亮主警告灯,并在多信息显示屏上显示警告信息,然后将诊断故障码(DTC)存储在存储器中。



充电状态 (SOC) 控制

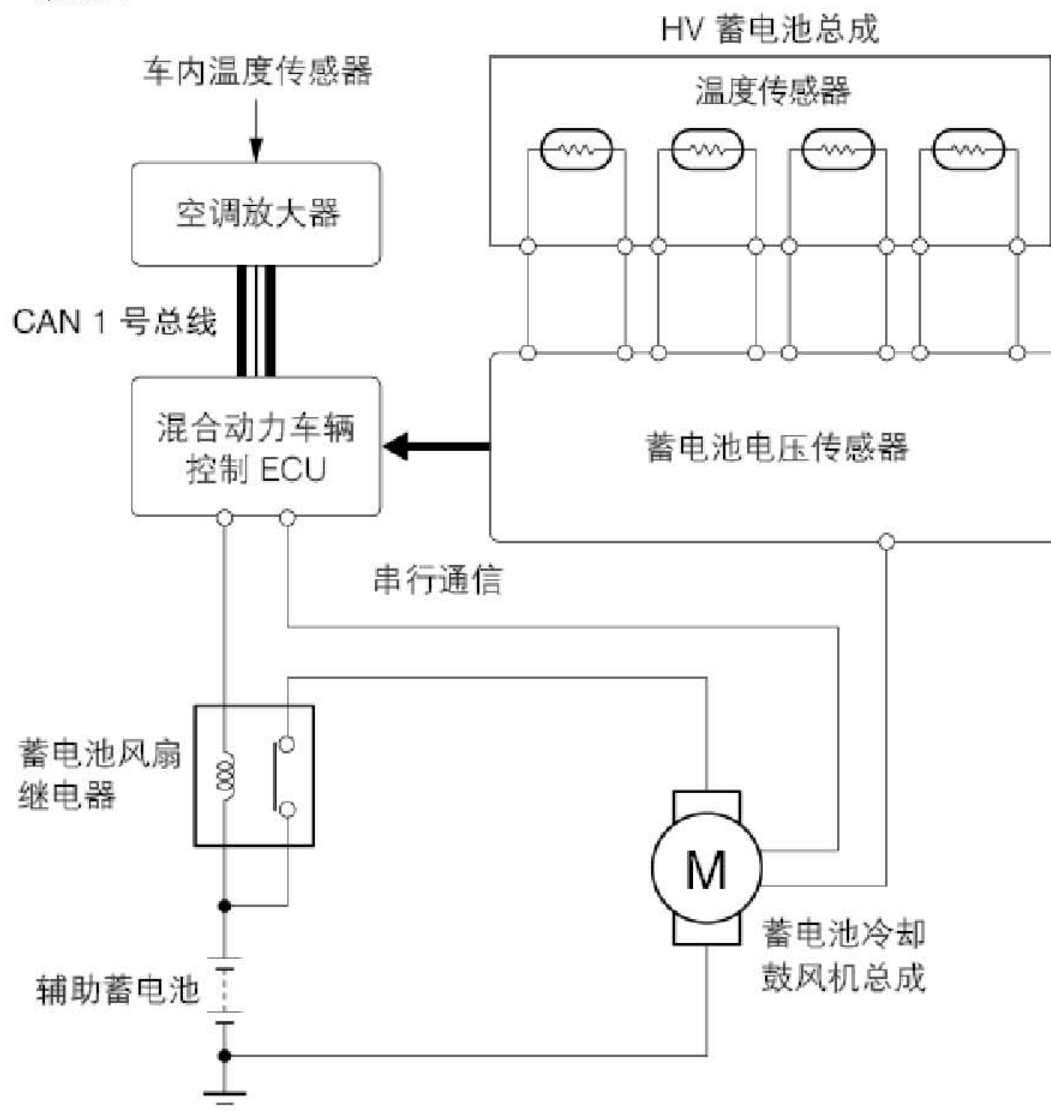
- A). 混合动力车辆控制ECU通过估算HV蓄电池的充电和放电安培数计算其充电状态 (SOC)，以控制SOC。这使混合动力系统根据蓄电池内存储的电力作出控制决定。
- B). 车辆行驶过程中，HV 蓄电池重复进行充电/ 放电循环，因为加速过程中对 MG2 供电，减速过程中再生制动对其充电。混合动力车辆控制 ECU 根据电流传感器检测的 HV 蓄电池充电量/ 放电电量计算 SOC。混合动力车辆控制 ECU 根据计算出的 SOC 值持续执行充电/ 放电控制，以使SOC 保持在目标范围内。



HV蓄电池的冷却风扇控制

- A). 混合动力车辆控制ECU通过HV蓄电池总成内的4个温度传感器来监视蓄电池温度的升高。然后，混合动力车辆控制ECU使用占空比控制对冷却风扇进行无级驱动，从而使HV蓄电池总成的温度保持在规定范围内。
- B). 空调系统运行以降低车厢温度时，如果HV蓄电池温度在正常范围内，则混合动力车辆控制ECU 将关闭蓄电池冷却风扇或将风扇转切换为低速。该控制的目的是优先降低车厢温度，同时也通过位于后窗台板后装饰板中央的进气管冷却蓄电池模块。

系统图

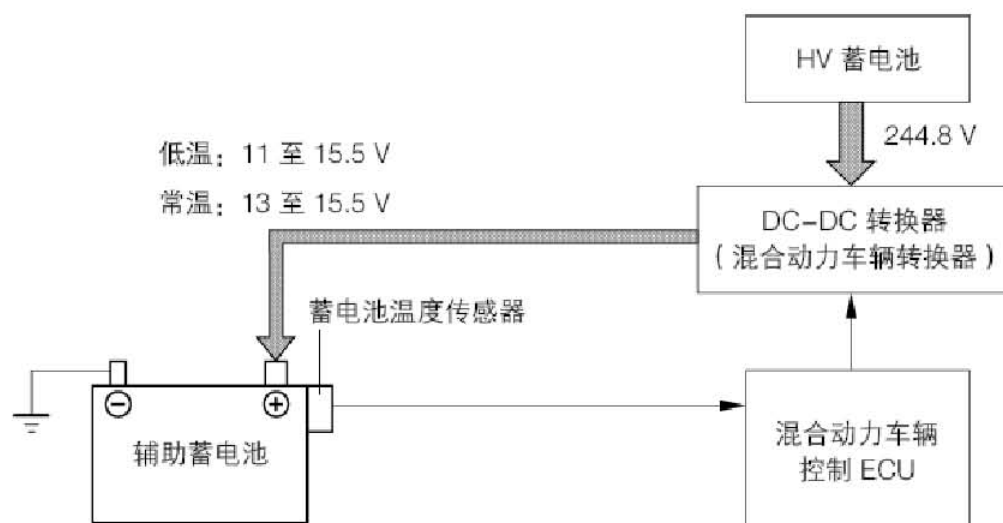


1.5.2 辅助蓄电池充电控制

1). 概述

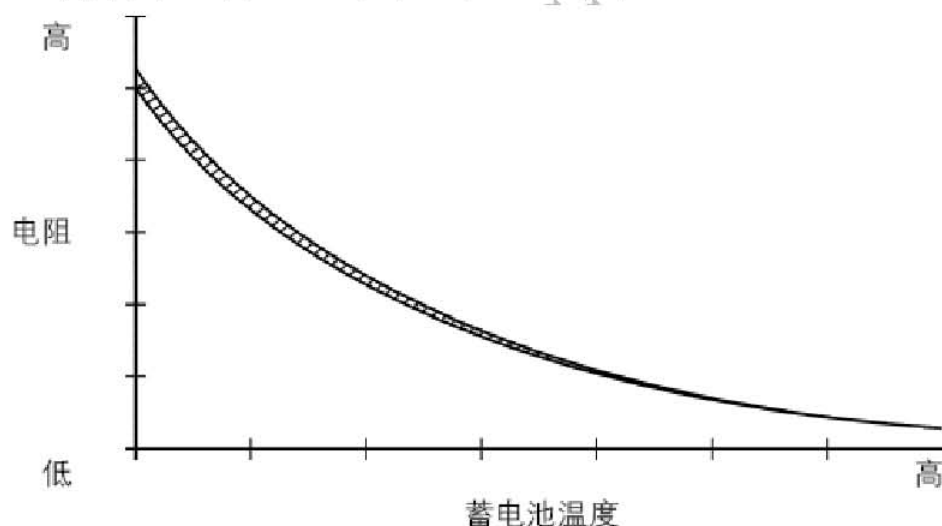
混合动力车辆控制 ECU 根据来自辅助蓄电池的蓄电池温度传感器信号控制 DC-DC 转换器（混合动力车辆转换器），以控制辅助蓄电池的充电电压。

系统图



2). 蓄电池温度传感器

蓄电池吸收充电电流的特性（蓄电池内部电阻）随蓄电池电解液温度的变化而变化。如果蓄电池电解液温度过低或过高，则蓄电池将衰退得更快，导致其过早失效。为避免这种情况，蓄电池温度传感器电阻按如下所示变化，使混合动力车辆控制ECU可以检测辅助蓄电池温度。



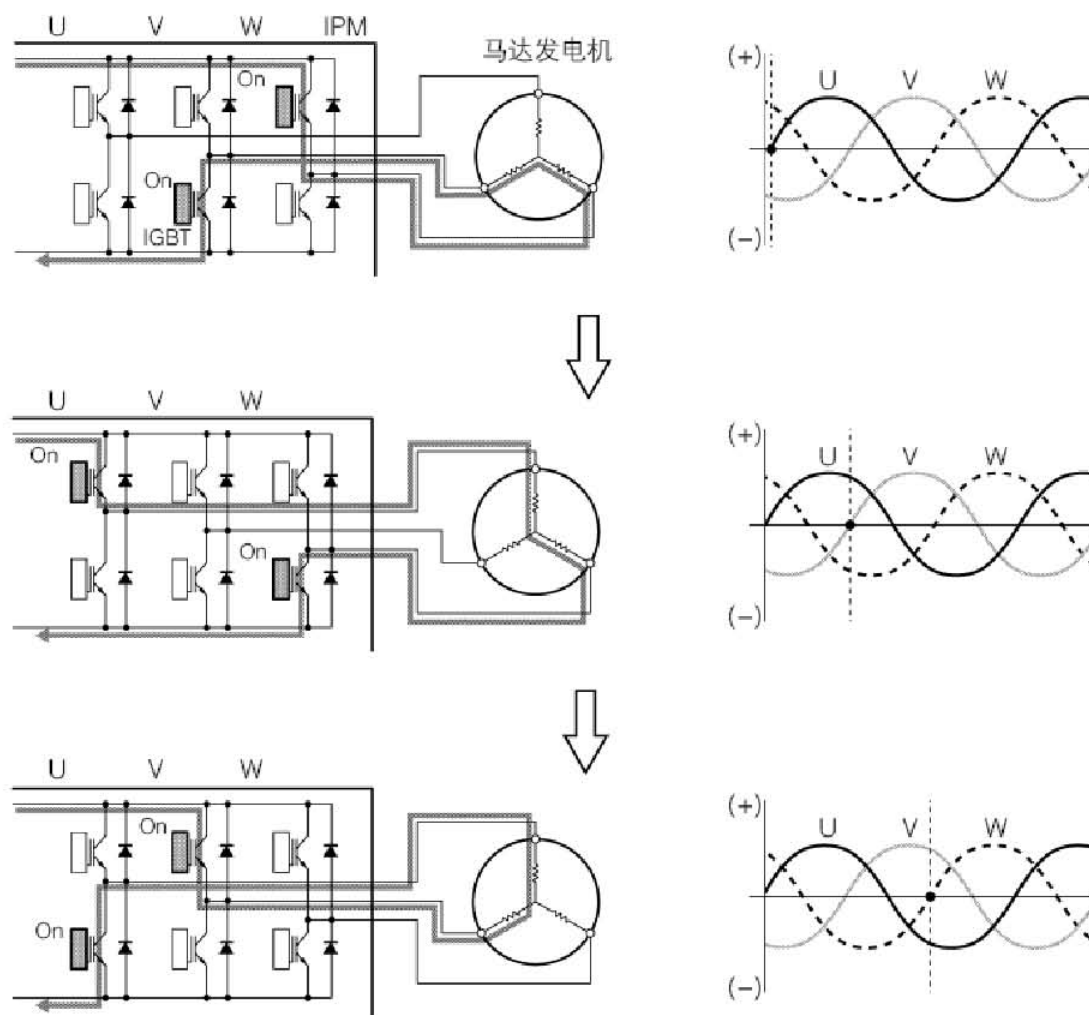
3). MG1和MG2主控制

概述

- A). MG1 由发动机驱动产生高压（交流），为 MG2 提供动力并对 HV 蓄电池充电。同时，还可作为起动机来起动发动机。
- B). MG2 由来自 MG1 或 HV 蓄电池的电力驱动，产生前轮动力。
- C). 制动期间，或未踩下加速踏板时，MG2 发电以对 HV 蓄电池充电（再生制动控制）。
- D). 马达发电机ECU(MG ECU)按照混合动力车辆控制ECU的指令，通过智能电源模块 (IPM) 控制MG1和MG2以驱动车辆。6个绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 在ON和OFF之间切换，并根据驱动操作或发电操作控制各马达。

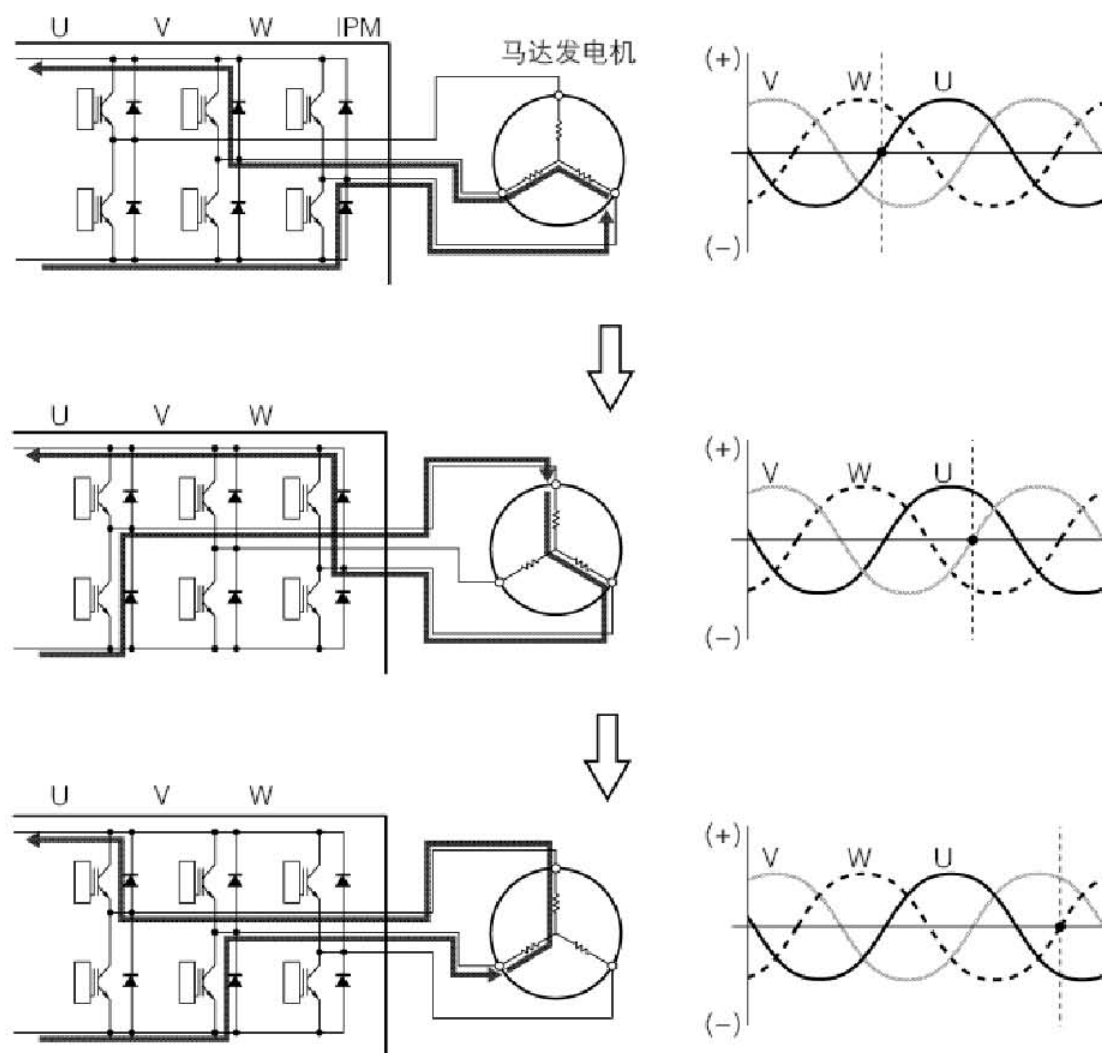
1.5.3 马达驱动操作

- 1). 下图描述了驱动马达的基本控制。IPM 内的绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 在 ON 和 OFF 之间切换, 为马达提供三相交流电。
- 2). 为了产生由混合动力车辆控制 ECU 计算的马达发电机所需的原动力, MG ECU 使 IGBT 在 ON 和 OFF 之间切换并控制速度, 以控制马达发电机的转速。



3). 马达发电操作

- A). 下图描述了马达发电的基本控制。马达由车轮驱动, 其三相相继产生的电流用于对 HV 蓄电池充电或驱动另一台马达发电机。

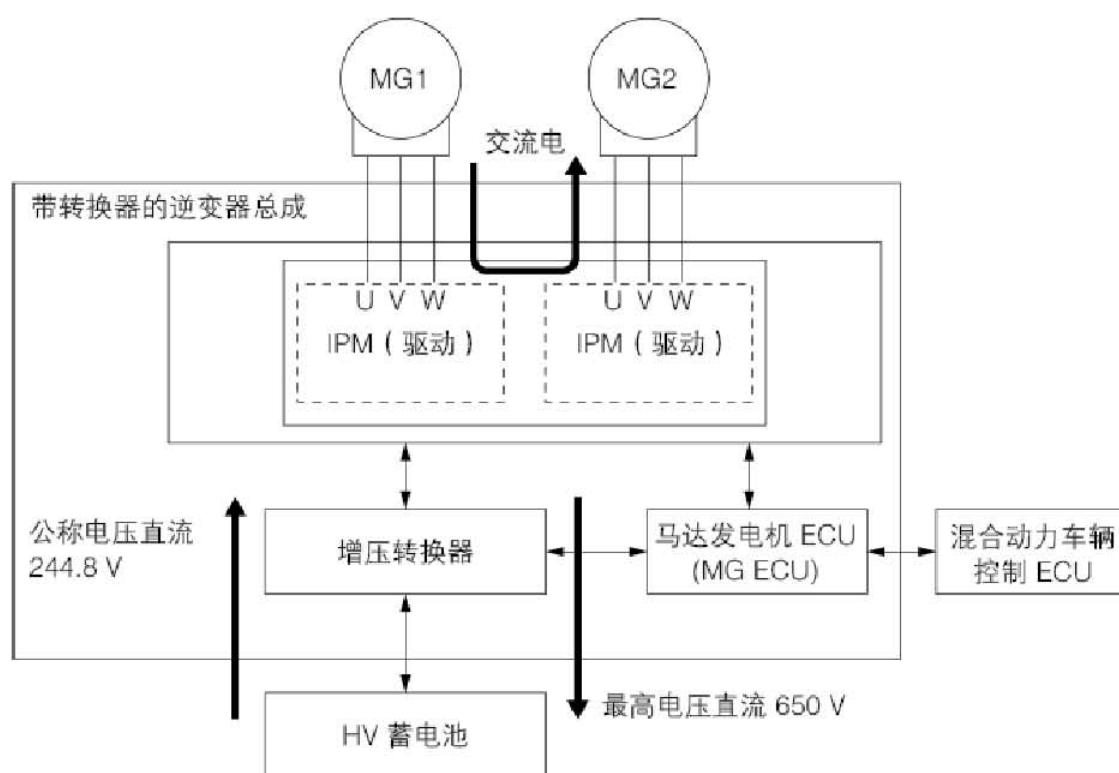


1. 6带转换器的逆变器总成控制

1). 概述

- A). 根据混合动力车辆控制 ECU 通过马达发电机 ECU (MG ECU) 提供的信号, 逆变器将来自 HV 蓄电池的直流电转换为交流电提供给 MG1 和 MG2, 反之亦然。此外, 逆变器将来自 MG1 的交流电提供给 MG2。但是, MG1 产生的电流在逆变器内转换为直流电后, 再提供给 MG2。
- B). 混合动力车辆控制 ECU 根据 MG1 和 MG2 发送的转子位置信息以及蓄电池电压传感器发送的 HV 蓄电池的 SOC, 通过 MG ECU 将信号传输至逆变器内的 IGBT, 以使 MG1 和 MG2 定子线圈在 U、V 和 W 相之间切换。
- C). 换挡杆置于 N 位置或混合动力车辆控制 ECU 接收到来自逆变器的过热、过电流或电压异常信号时, 混合动力车辆控制 ECU 将切断控制信号传输至逆变器, 以断开 MG1 和 MG2 的电气连接。

系统图

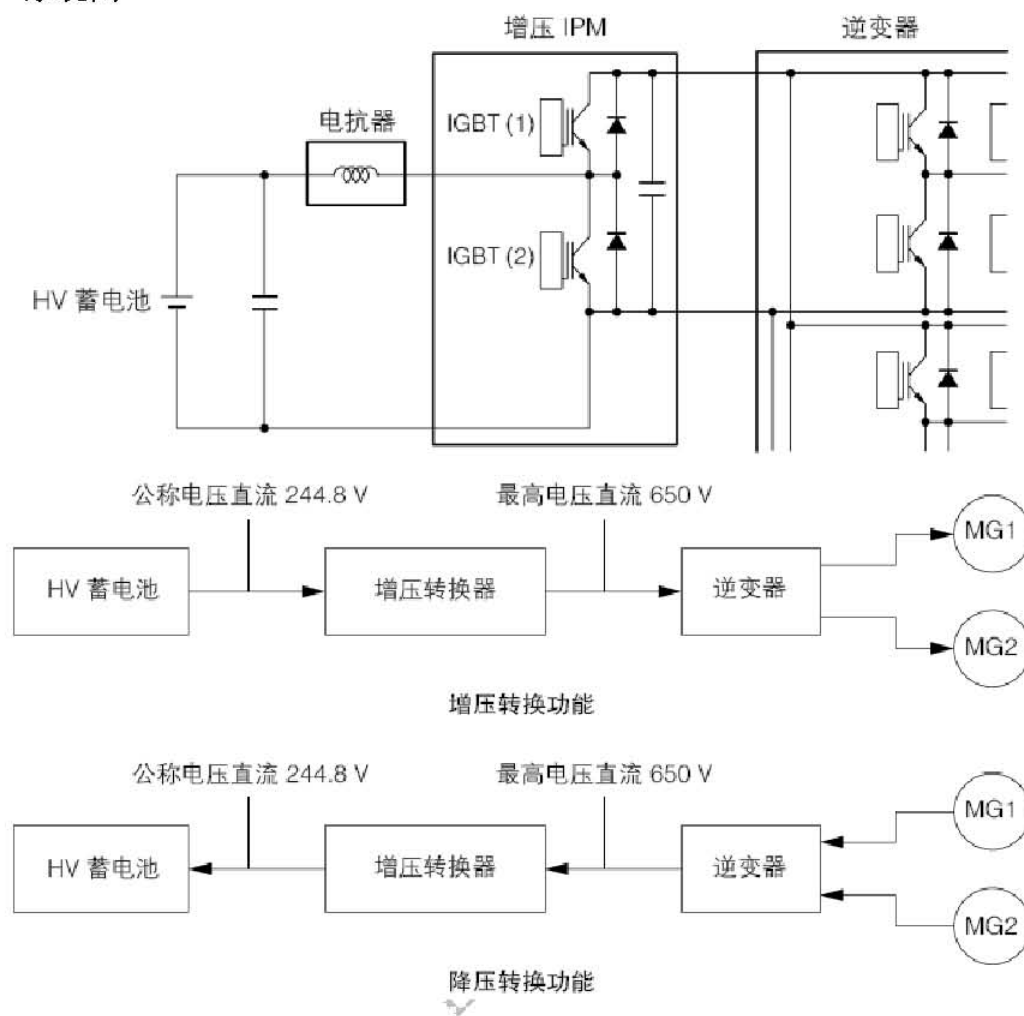


1.6.1 增压转换器控制

1). 概述

- 根据混合动力车辆控制 ECU 通过 MG ECU 提供的信号，增压转换器将 HV 蓄电池电压直流 244.8 V（公称）升至最高电压直流 650 V。
- 逆变器将 MG1 或 MG2 产生的交流电转换为直流电。根据混合动力车辆控制 ECU 通过 MG ECU 提供的信号，增压转换器将 HV 蓄电池电压从直流 650 V（最高）降至直流 244.8 V（公称）。
- 增压转换器由带内置绝缘栅双极晶体管（IGBT）（可执行切换控制）的增压智能电源模块（IPM）和电抗器组成。
- 电抗器为具有阻止电流改变特性的电子部件。如果将包含电抗器的电路接通，然后断开，则电路断开后电抗器将试图保持电流。电压降低时，这些特性也有助于使降压 IGBT（1）的输出平稳。通过将增压 IGBT（2）置于 ON 可快速为电抗器充电。

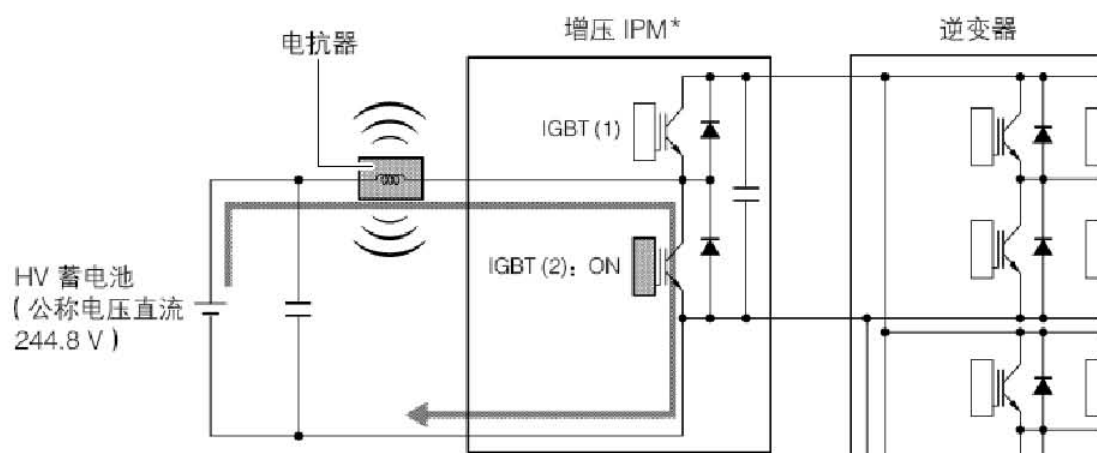
系统图



2). 电压增压功能

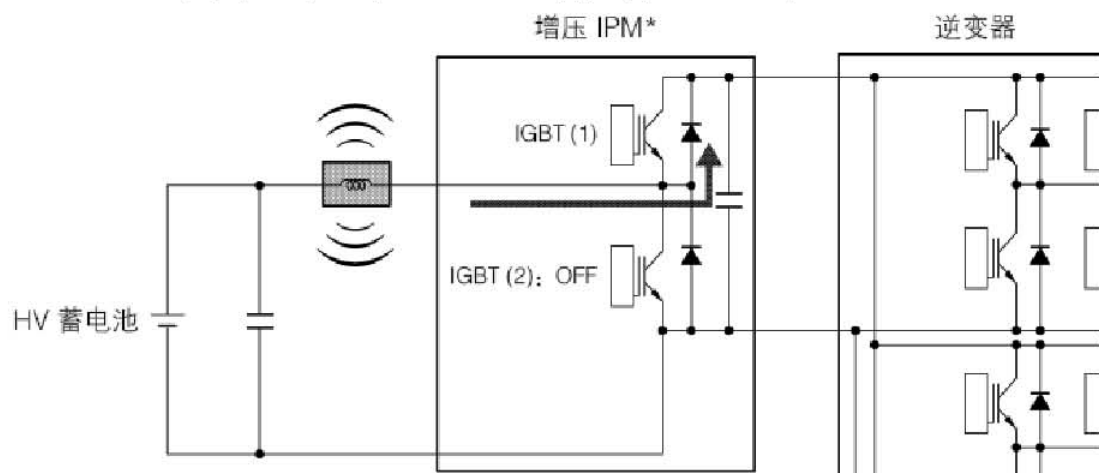
A). 如下列三个步骤所述，增压转换器将HV蓄电池电压从直流244.8 V（公称）升至高达直流650V的电压。

(a). 将增压IGBT(2)置于ON，使HV蓄电池的电力（公称电压直流244.8V）为电抗器充电。从而使电抗器存储了电力。



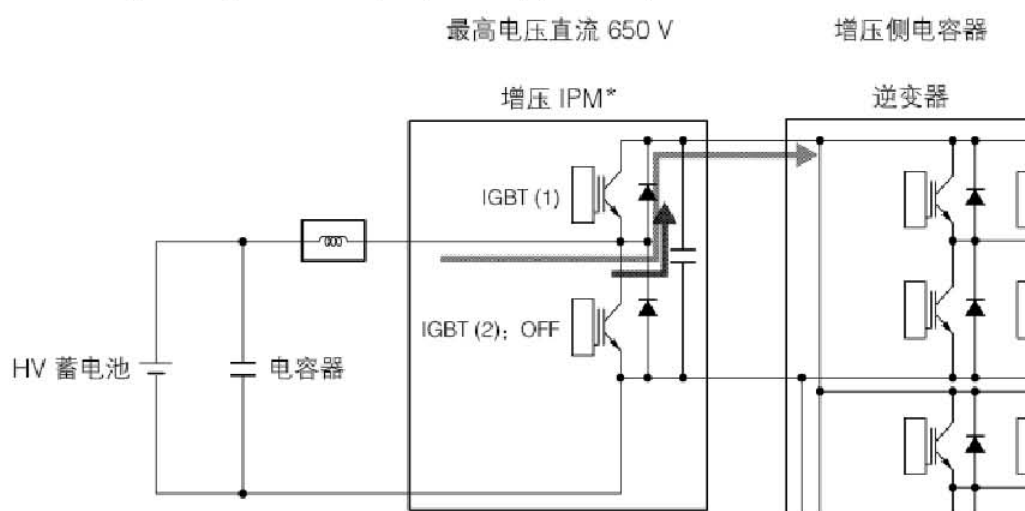
* (1)是降压IGBT，(2)是增压 IGBT。

- (b). 下一步中, 将增压 IGBT (2) 置于 OFF, 使电抗器产生电动势 (电流持续从电抗器中流出)。电动势使电压升至最高电压直流650V。



* (1) 是降压 IGBT, (2) 是增压 IGBT。

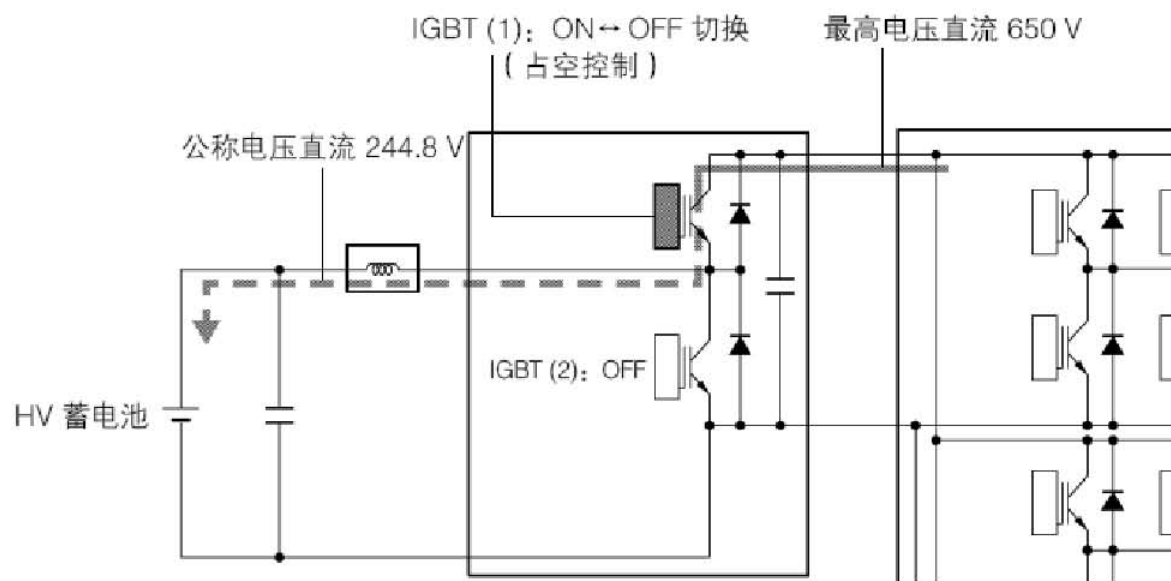
- (c). 电抗器产生的电动势感生的电流从电抗器中流出, 通过二极管流入逆变器, 并以增压存储在增压侧电容器内。



* (1) 是降压 IGBT, (2) 是增压 IGBT。

3). 降压功能

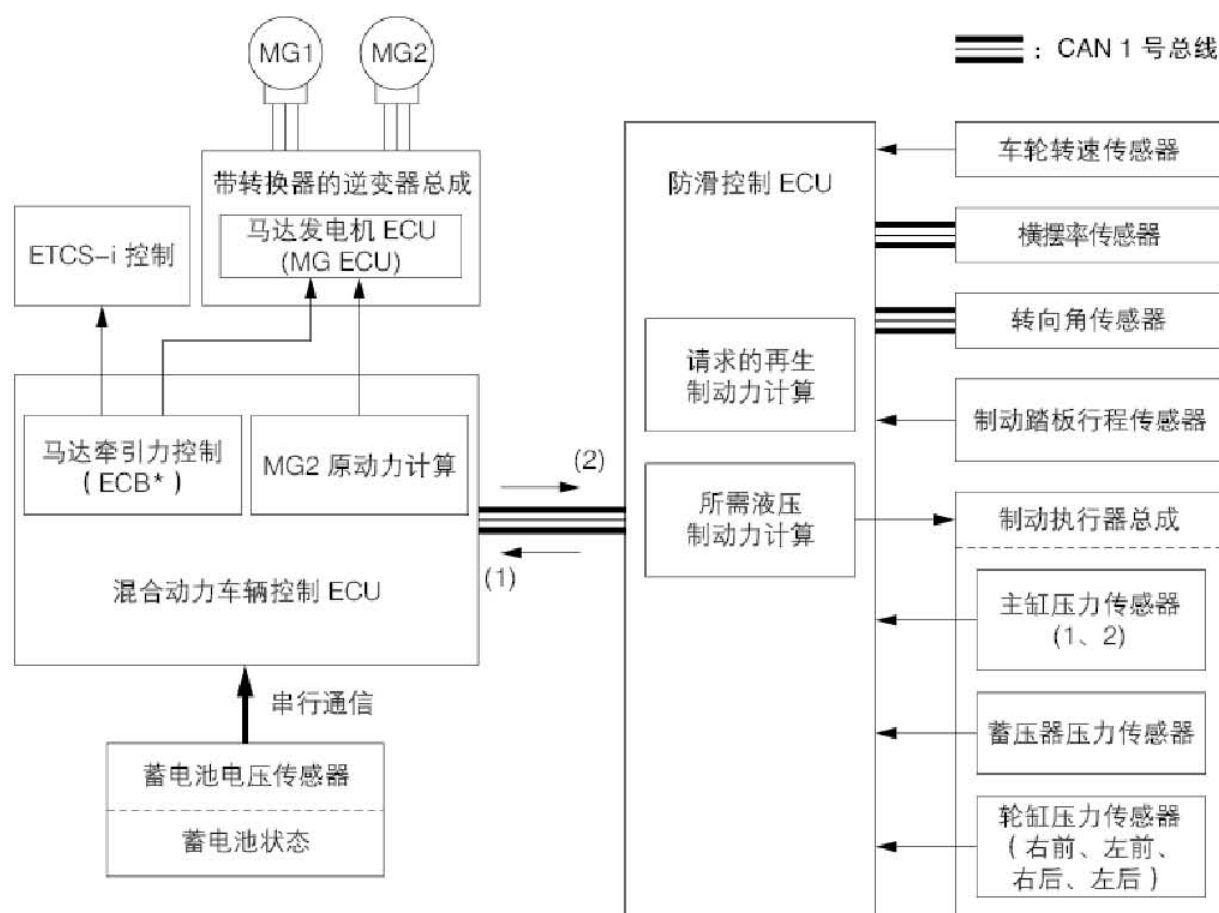
逆变器将由 MG1 或 MG2 产生的用于对 HV 蓄电池充电的交流电转换为直流电 (最高电压约为 650 V)。然后, 用增压转换器将电压降至约为直流 244.8 V。该功能通过使用占空比控制将降压 IGBT (1) 在 ON 和 OFF 之间切换从而间歇性地中断由逆变器提供给电抗器的电力来完成。



4). 防滑控制ECU控制

- A). 防滑控制 ECU 根据制动执行器内的主缸压力和驾驶员踩下制动踏板时产生的制动踏板行程传感器信号计算所需总制动力。
- B). 防滑控制 ECU 从总制动力中算出部分所需的再生制动力，并将结果发送至混合动力车辆控制ECU。
- C). 混合动力车辆控制 ECU 用 MG2 执行负扭矩，并执行再生制动功能。防滑控制 ECU 控制制动执行器电磁阀并产生轮缸压力，该压力是总制动力减去实际再生制动控制值后的剩余量。
- D). 防滑控制 ECU 将请求输出至混合动力车辆控制 ECU，使车辆在 TRC 或 VSC 功能控制下行驶时执行马达牵引力控制。混合动力车辆控制 ECU 根据当前驾驶条件控制发动机、MG1 和 MG2以控制原动力。

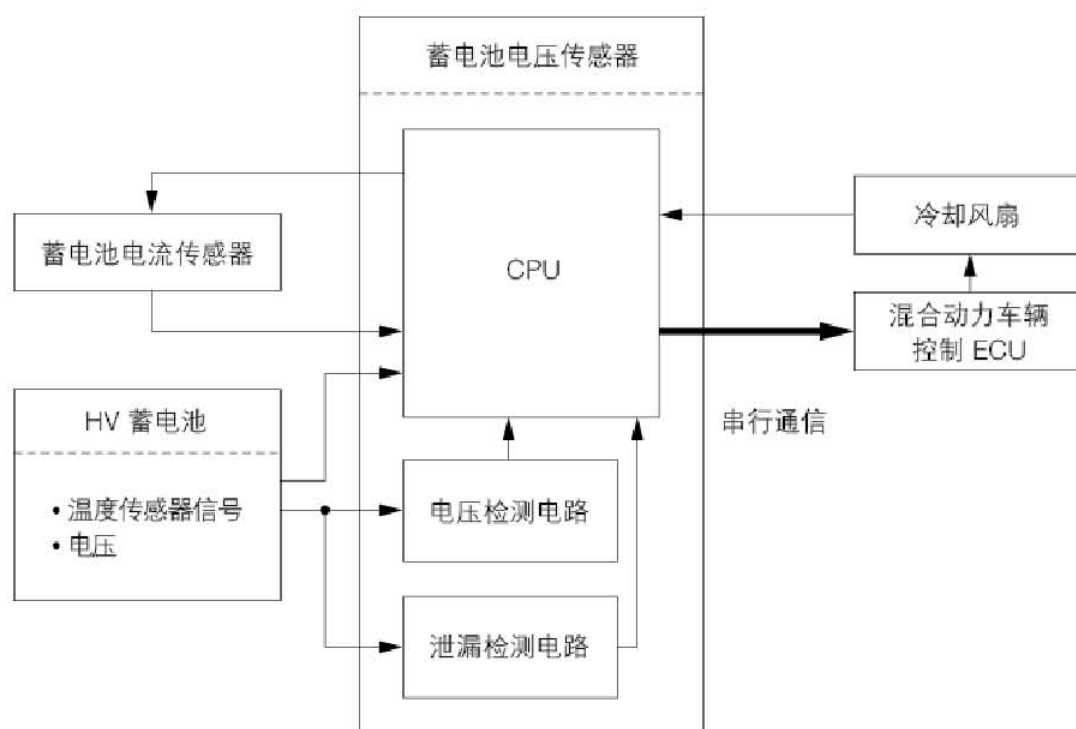
系统图



5). 蓄电池控制

- 蓄电池电压传感器检测用来判定充电或放电值的 HV 蓄电池状态信号 (电压、电流和温度)，并将其传输至混合动力车辆控制 ECU。
- 蓄电池电压传感器也检测执行冷却风扇控制操作所需的冷却风扇电压信号，并将其传输至混合动力车辆控制 ECU。
- 蓄电池电压传感器配备泄漏检测电路，以检测 HV 蓄电池是否有过大电流泄漏。

系统图

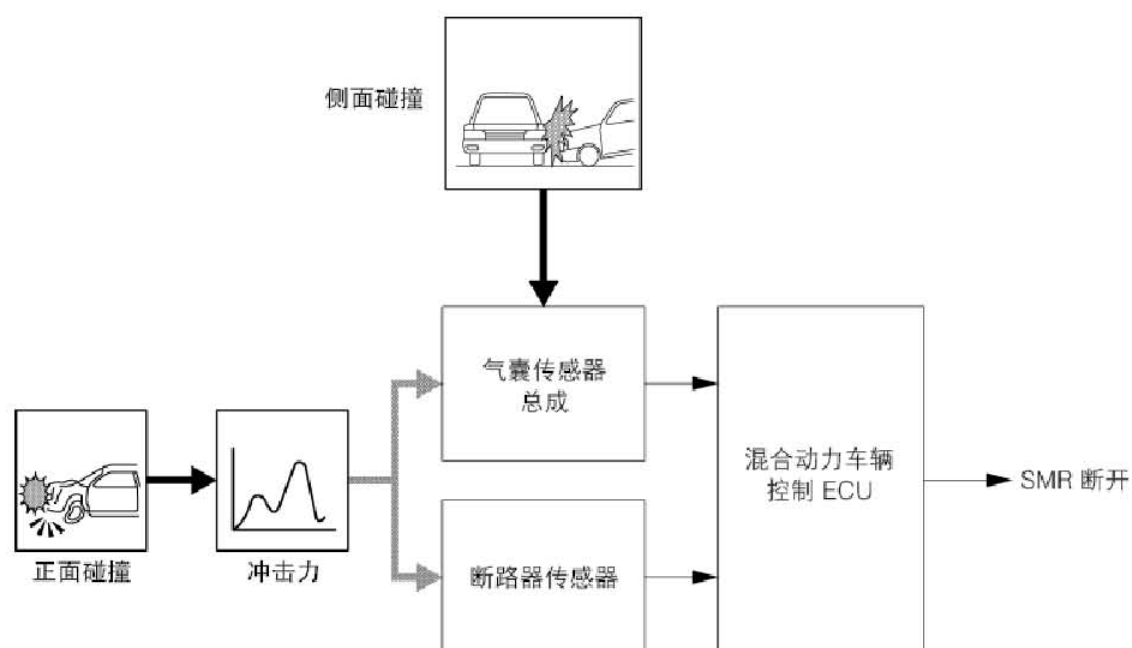


6). 碰撞时的控制

如果车辆遇到以下描述的任一情况，则混合动力车辆控制 ECU 将通过断开系统主继电器 (SMR) 来切断整个电源以确保安全。

- 发生正面碰撞或侧面碰撞时，混合动力车辆控制 ECU 接收到来自气囊传感器总成的气囊展开信号。
- 发生正面碰撞时，混合动力车辆控制 ECU 接收到来自安装在带转换器的逆变器总成上的断路器传感器的执行信号。

系统图

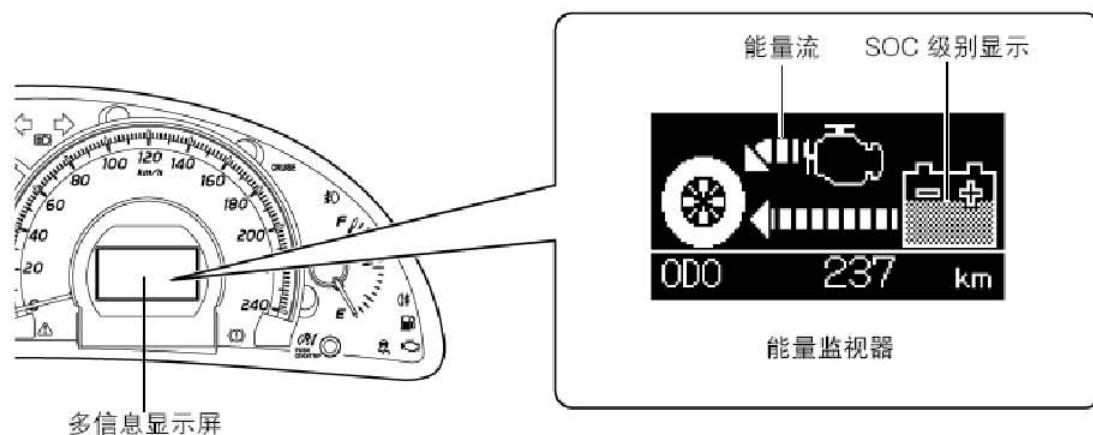


7). 指示灯和警告灯照明控制

能量监视器

多信息显示屏配备能量监视器。能量监视器具有显示能量流的功能，使驾驶员可以监视车辆的行驶状况。

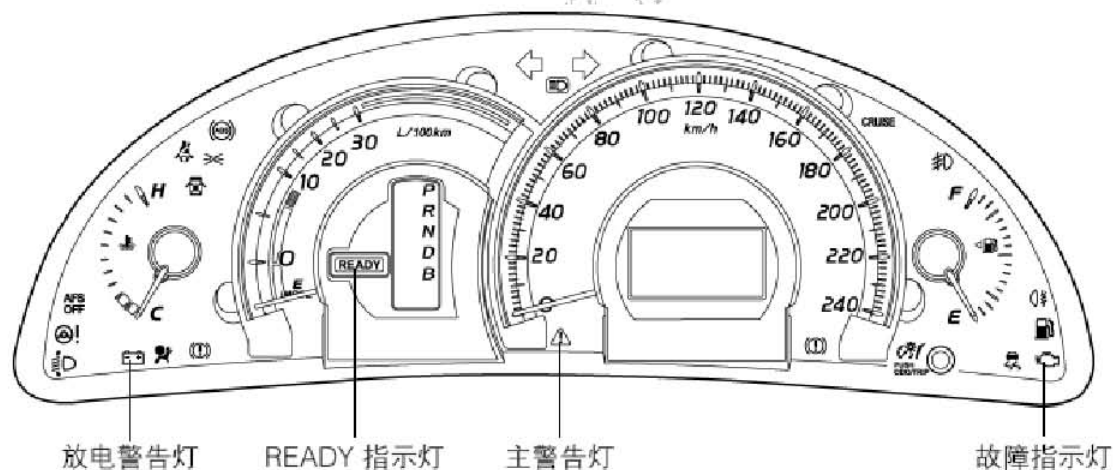
A). 能量监视器以箭头形式显示能量流。也可以 8 个等级显示 HV 蓄电池的充电状态 (SOC)。



指示灯和警告灯

A). 组合仪表总成

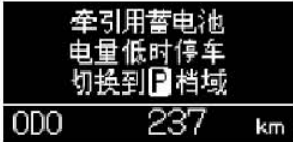
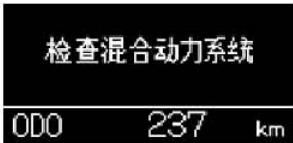
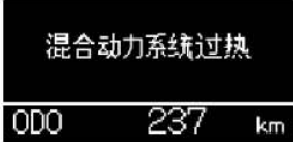
组合仪表总成内的指示灯和警告灯描述如下。



项目	概要
READY指示灯	换档杆置于 P 位置时，如果驾驶员同时踩下制动踏板并接通电源开关，则 READY 指示灯闪烁。之后，在系统启动时灯点亮，以通知驾驶员车辆可驾驶。
主警告灯	警告灯的主要功能是在丰田混合动力系统-II (THS-II) 或其他系统发生故障时，或HV 蓄电池的SOC 低于标准值时，在警告蜂鸣器鸣响的同时点亮，以通知驾驶员。
故障指示灯	发动机控制系统出现故障时点亮。
放电警告灯	直流 12 V 充电系统（混合动力车辆转换器总成）出现故障时点亮。

B). 多信息显示屏

多信息显示屏用来显示以下4种丰田混合动力系统-II (THS-II) 警告信息。

警告信息	概要
	该警告信息向驾驶员指示 SOC 低于最低标准值 (%)。同时, 主警告灯闪烁且蜂鸣器鸣响。
	该警告信息向驾驶员指示丰田混合动力系统-II (THS-II) 出现故障。同时, 主警告灯点亮且蜂鸣器鸣响。但是, 将电源开关置于 ON (IG) 位置后的 5 秒内, 上述警告灯和蜂鸣器将暂时处于非激活状态。
	该警告信息向驾驶员指示与丰田混合动力系统-II (THS-II) 相关的任何零件的温度超过标准值。同时, 主警告灯点亮且蜂鸣器鸣响。
	HV 蓄电池的 SOC 低于标准值且换档杆置于 N 位置时, 该警告信息将指示驾驶员将换档杆置于 P 位置, 以对 HV 蓄电池充电。信息出现的同时, 主警告灯闪烁且蜂鸣器持续鸣响。

8). 失效保护

如果混合动力车辆控制 ECU 检测到丰田混合动力系统-II (THS-II) 存在故障, 则将根据存储在存储器中的数据控制系统。

9). 诊断

- 如果混合动力车辆控制 ECU 检测到丰田混合动力系统-II (THS-II) 存在故障, 则 ECU 将执行诊断并存储与故障相关的信息。此外, ECU 将点亮或闪烁故障指示灯 (MIL) 以及与ECU相关的主警告灯, 以告知驾驶员出现故障。
- 混合动力车辆控制 ECU 将存储相应故障的诊断故障码 (DTC)。
- 常规DTC提供3位信息代码 (INF代码), 作为5位主要代码的子集。这样可使故障排除程序进一步缩小故障范围以确认故障。
- 可通过查看与混合动力系统DTC相关的定格数据读取INF代码。
- 使用汽车故障诊断仪可以读取DTC。