



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112672911 B

(45) 授权公告日 2024. 02. 09

(21) 申请号 202080004988.2

(22) 申请日 2020.05.28

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112672911 A

(43) 申请公布日 2021.04.16

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.03.09

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2020/093008 2020.05.28

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/237603 ZH 2021.12.02

(73) 专利权人 华为数字能源技术有限公司
地址 518043 广东省深圳市福田区香蜜湖
街道香安社区安托山六路33号安托山
总部大厦A座研发39层01号

(72) 发明人 孔雪娟 邹丽霞 刘莹

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202
专利代理师 熊永强 李稷芳

(51) Int.Cl.
B60L 15/20 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 110794343 A, 2020.02.14
CN 104583043 A, 2015.04.29
CN 105222814 A, 2016.01.06
CN 106998162 A, 2017.08.01
CN 110233588 A, 2019.09.13
CN 110943670 A, 2020.03.31
US 2016099665 A1, 2016.04.07

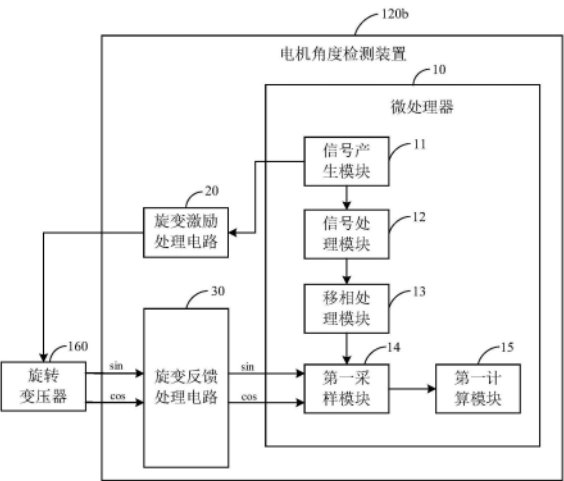
审查员 陈玮
权利要求书3页 说明书11页 附图6页

(54) 发明名称

采样触发方法、微处理器、电机控制器及电动汽车

(57) 摘要

一种应用在电动汽车(1000)上的电机控制器(120)、电机控制器(120)内的微处理器(10)以及应用在该微处理器(10)内的采样触发方法。微处理器(10)通过旋转变压器(160)与驱动电机(130)连接,用于对旋转变压器(160)输出的驱动电机角度的旋变反馈信号进行采样。该采样触发方法包括:信号产生模块(11)产生激励基波信号以驱动旋转变压器(160)工作;信号处理模块(12)根据激励基波信号确定激励符号;其中,激励符号由高电平信号和低电平信号交替组成;信号处理模块(12)还根据激励符号确定激励基波信号的过零点信号;移相处理模块(13)对过零点信号进行移相处理以得到采样触发信号,进而触发微处理器(10)对旋变反馈信号进行采样。该方案减少了芯片外围电路的使用,进而节省了印刷电路板的面积,提高了产品的集成度。



1. 一种采样触发方法,应用于微处理器中,所述微处理器通过旋转变压器与驱动电机连接,用于对所述旋转变压器输出的所述驱动电机角度的旋变反馈信号进行采样;其特征在于,所述采样触发方法包括:

产生激励基波信号以驱动所述旋转变压器工作;

根据所述激励基波信号确定激励符号;其中,所述激励符号由高电平信号和低电平信号交替组成;

根据所述激励符号确定所述激励基波信号的过零点信号;以及

对所述过零点信号进行移相处理以得到采样触发信号,进而触发所述微处理器对所述旋变反馈信号进行采样。

2. 如权利要求1所述的采样触发方法,其特征在于,所述微处理器包括第一采样模块,所述第一采样模块为逐次逼近寄存器型模数转换器SAR-ADC;所述触发所述微处理器对所述旋变反馈信号进行采样包括:触发所述SAR-ADC对所述旋变反馈信号进行采样。

3. 如权利要求1或2所述的采样触发方法,其特征在于,所述高电平信号对应所述激励基波信号的电压大于基准阈值电压的部分,所述低电平信号对应所述激励基波信号的电压小于所述基准阈值电压的部分,所述激励符号的上升沿或者下降沿对应所述激励基波信号的电压等于所述基准阈值电压的部分。

4. 如权利要求3所述的采样触发方法,其特征在于,所述根据所述激励符号确定所述激励基波信号的过零点信号,包括:根据所述激励符号的上升沿和/或下降沿确定所述激励基波信号的过零点信号。

5. 如权利要求1所述的采样触发方法,其特征在于,所述采样触发信号相对于所述过零点信号的相移大于所述激励基波信号从过零点到峰值点的 90° 相移,且所述相移可调节。

6. 如权利要求1所述的采样触发方法,其特征在于,所述过零点信号移相处理的时间与基准参考时间之间的差值的绝对值小于预设阈值;其中,所述基准参考时间为所述激励基波信号的过零点到峰值的移相时间与所述激励基波信号经过旋变采样反馈回路的延时时间。

7. 如权利要求1所述的采样触发方法,其特征在于,所述产生激励基波信号以驱动所述旋转变压器工作,包括:在产生所述激励基波信号的同时还产生载波信号,并将所述激励基波信号和所述载波信号进行比较而产生激励调制信号;所述激励调制信号被滤波、放大后得到激励信号,进而驱动所述旋转变压器工作;

所述对所述过零点信号进行移相处理以得到采样触发信号,包括:对所述过零点信号进行移相处理以得到与所述激励信号经旋变采样反馈回路后的波峰和/或者波谷相对应的采样触发信号。

8. 如权利要求1-7任一项所述的采样触发方法,其特征在于,所述采样触发方法在触发所述微处理器对所述旋变反馈信号进行采样后还包括:

根据所采集的数据计算所述驱动电机的电角度。

9. 一种微处理器,通过旋转变压器与驱动电机连接,用于对所述旋转变压器输出的所述驱动电机角度的旋变反馈信号进行采样;其特征在于,所述微处理器包括:

信号产生模块,用于产生激励基波信号以驱动所述旋转变压器工作;

信号处理模块,用于根据所述激励基波信号确定激励符号;其中,所述激励符号由高电

平信号和低电平信号交替组成;所述信号处理模块还用于根据所述激励符号确定所述激励基波信号的过零点信号;以及

移相处理模块,用于对所述过零点信号进行移相处理以得到采样触发信号,进而触发所述微处理器对所述旋变反馈信号进行采样。

10.如权利要求9所述的微处理器,其特征在于,所述微处理器包括逐次逼近寄存器型模数转换器SAR-ADC;所述移相处理模块用于对所述过零点信号进行移相处理以得到采样触发信号,进而触发所述SAR-ADC对所述旋变反馈信号进行采样。

11.如权利要求9或10所述的微处理器,其特征在于,所述高电平信号对应所述激励基波信号的电压大于基准阈值电压的部分,所述低电平信号对应所述激励基波信号的电压小于所述基准阈值电压的部分,所述激励符号的上升沿或者下降沿对应所述激励基波信号的电压等于所述基准阈值电压的部分。

12.如权利要求11所述的微处理器,其特征在于,所述信号处理模块用于根据所述激励符号的上升沿和/或者下降沿确定所述激励基波信号的过零点信号。

13.如权利要求9所述的微处理器,其特征在于,所述采样触发信号相对于所述过零点信号的相移大于所述激励基波信号从过零点到峰值点的 90° 相移,且所述相移可设置。

14.如权利要求9所述的微处理器,其特征在于,所述过零点信号移相处理的时间与基准参考时间之间的差值的绝对值小于预设阈值;其中,所述基准参考时间为所述激励基波信号的过零点到峰值的移相时间与所述激励基波信号经过旋变采样反馈回路的延时时间。

15.如权利要求9所述的微处理器,其特征在于,所述信号产生模块还用于产生载波信号,并将所述激励基波信号和所述载波信号进行比较以生成激励调制信号;所述激励调制信号被滤波、放大后得到激励信号,进而驱动所述旋转变压器工作;所述移相处理模块用于对所述过零点信号进行移相处理,以得到与所述激励信号经旋变采样反馈回路后的波峰和/或者波谷相对应的采样触发信号。

16.如权利要求9-15任一项所述的微处理器,其特征在于,所述微处理器还包括第一计算模块;所述第一计算模块用于根据所采集的数据计算所述驱动电机的电角度。

17.一种电机控制器,包括逆变电路;所述逆变电路的输入端与动力电池相连,所述逆变电路的输出端与驱动电机相连;所述逆变电路用于将所述动力电池输出的高压直流电转变为交流电以供所述驱动电机工作;其特征在于,所述电机控制器还包括如权利要求9-16任一项所述微处理器;所述微处理器通过旋转变压器与所述驱动电机连接。

18.如权利要求17所述的电机控制器,其特征在于,所述电机控制器还包括旋变激励处理电路和旋变反馈处理电路;所述旋变激励处理电路电连接于所述微处理器与所述旋转变压器之间,用于对激励调制信号进行滤波和放大;所述旋变反馈处理电路连接于所述旋转变压器与所述微处理器之间,用于将所述旋变反馈信号转换为单端信号。

19.如权利要求18所述的电机控制器,其特征在于,所述电机控制器还包括诊断信号采样电路;所述诊断信号采样电路分别与所述旋变激励处理电路及所述旋变反馈处理电路电连接,用于采集激励信号和经过所述旋变反馈处理电路处理的旋变反馈信号,并产生相应的回检测信号;

所述微处理器还包括第一诊断模块;所述第一诊断模块用于根据所述回检测信号诊断所述旋变激励处理电路和所述旋变反馈处理电路是否出现故障;

所述微处理器还包括第二采样模块、第二计算模块及第二诊断模块；所述第二采样模块用于对所述旋变反馈信号进行采样；所述第二计算模块用于对所述第二采样模块所采集的数据计算所述驱动电机的电角度；其中一个电角度用于转矩控制，另一个电角度用于转矩监测；

所述第二诊断模块用于对第一采样模块和所述第二采样模块所采集的数据进行实时诊断，并且还用于对所述两个电角度进行实时诊断，进而使得所述电角度符合转矩功能安全设计的输入量要求。

20. 一种电动汽车，其特征在于，包括如权利要求17至19任一项所述的电机控制器。

采样触发方法、微处理器、电机控制器及电动汽车

技术领域

[0001] 本申请涉及车载芯片技术领域,尤其涉及一种采样触发方法、微处理器、电机控制器及电动汽车。

背景技术

[0002] 在电动汽车领域,旋转变压器(简称旋变)因工作可靠、环境适应性强,被普遍用来对电机进行转子位置与转速的测试。其中,旋转变压器是一种通过初级绕组和两个次级绕组的磁耦合作用,对电机等旋转部件的角位置和速度进行精确测量的传感器。其初级绕组和两个正交的次级绕组分别安装于电机转子和定子上,施加在初级绕组上的激励信号在两个次级绕组中分别耦合出正弦反馈信号和余弦反馈信号,该正弦反馈信号和余弦反馈信号可统称为旋变反馈信号。通过对正弦反馈信号和余弦反馈信号进行解调和转换后可以获取电机转子的角位置和转速信息。

[0003] 在传统的旋转变压器解码方案中,在对旋变反馈信号进行采样解码时,如当采用逐次逼近寄存器型模数转换器(Successive approximation register-analog-to-digital converter, SAR-ADC)进行采样时,需要采用额外的整形电路对激励信号进行整形后送入微处理器,进而触发SAR-ADC启动采样。然,该方案由于需要配置额外的电路,进而需要占用电路板的面积,不利于产品的集成。

发明内容

[0004] 本申请实施例提供一种应用在电动汽车上的电机控制器、电机控制器内的微处理器以及应用在该微处理器内的SAR-ADC的采样触发方法,可以在不使用外部整形电路的情况下,实现对微处理器的采样触发,进而实现对旋变反馈信号的采样。该方案可以减少芯片外围电路的使用,进而节省了印刷电路板的面积,提高了产品的集成度。

[0005] 第一方面,本申请实施例公开一种采样触发方法,应用于微处理器中,所述微处理器通过旋转变压器与驱动电机连接,用于对所述旋转变压器输出的旋变反馈信号进行采样,以检测所述驱动电机的电角度。所述采样触发方法包括:产生激励基波信号以驱动所述旋转变压器工作;根据所述激励基波信号确定激励符号;其中,所述激励符号由高电平信号和低电平信号交替组成;根据所述激励符号确定所述激励基波信号的过零点信号;以及对所述过零点信号进行移相处理以得到采样触发信号,进而触发所述微处理器对所述旋变反馈信号进行采样。

[0006] 第一方面的技术方案,根据微处理器内部所产生的激励基波信号确定激励符号,再根据激励符号确定所述激励基波信号的过零点信号,最后再对过零点信号进行移相处理即可以得到采样触发信号,进而触发微处理器对旋转变压器信号进行采样,无需外部采样电路,节省了印刷电路板的面积,提高了集成度。

[0007] 根据第一方面,在一种可能的实现方式中,为了保证系统的采样精度,所述微处理器包括采样精度较高的逐次逼近寄存器型模数转换器SAR-ADC;所述触发所述微处理器对

所述旋变反馈信号进行采样包括:触发所述SAR-ADC对所述旋变反馈信号进行采样。此外,SAR-ADC还具有易用性及低功耗等特点,方便集成的同时可以降低系统功耗。

[0008] 根据第一方面,在一种可能的实现方式中,所述高电平信号对应所述激励基波信号的电压大于基准阈值电压的部分,所述低电平信号对应所述激励基波信号的电压小于所述基准阈值电压的部分,所述激励符号的上升沿或者下降沿对应所述激励基波信号的电压等于所述基准阈值电压的部分。其中,所述基准阈值电压为一0V~5V之间的直流分量。如此,可以建立激励符号的上升沿或者下降沿与激励基波信号的过零点的对应关系。

[0009] 根据第一方面,在一种可能的实现方式中,所述根据所述激励符号确定所述激励基波信号的过零点信号,包括:根据所述激励符号的上升沿和/或下降沿确定所述激励基波信号的过零点信号。如此,可以对激励基波信号的过零点进行精准的定位,为后续避开激励基波信号的过零点采样提供基础。此外,在激励符号的上升沿和下降沿同时确定过零点信号还可以提高采样的效率和采样精度。

[0010] 根据第一方面,在一种可能的实现方式中,所述采样触发信号相对于所述过零点信号的相移大于所述激励基波信号从过零点到峰值点的90°相移,且所述相移可调节。如此,可以避开激励基波信号的过零点,进而避免因除数接近于0而产生比较大的计算误差。此外,该相移可以根据具体使用情况而进行调节,方便用户使用。

[0011] 根据第一方面,在一种可能的实现方式中,所述过零点信号移相处理的时间与基准参考时间之间的差值的绝对值小于预设阈值;其中,所述基准参考时间为所述激励基波信号的过零点到峰值的移相时间与所述激励基波信号经过旋变采样反馈回路的延时时间。如此,可以避开激励基波信号的过零点,尽可能保证在激励基波信号的峰值点附近进行采样,进而避免因除数接近于0而产生比较大的计算误差,提高采样精度。

[0012] 根据第一方面,在一种可能的实现方式中,所述产生激励基波信号以驱动所述旋转变压器工作,包括:在产生所述激励基波信号的同时还产生载波信号,并将所述激励基波信号和所述载波信号进行比较而产生激励调制信号;所述激励调制信号被滤波、放大后得到激励信号,进而驱动所述旋转变压器工作;所述对所述过零点信号进行移相处理以得到采样触发信号,包括:对所述过零点信号进行移相处理以得到与所述激励信号经旋变采样反馈回路后的波峰和/或者波谷相对应的采样触发信号。如此,可以避开激励基波信号的过零点,尽可能保证在激励基波信号的峰值点附近进行采样,进而避免因除数接近于0而产生比较大的计算误差,提高采样精度。

[0013] 根据第一方面,在一种可能的实现方式中,为了实现对旋变反馈信号的解码以获得电角度,所述采样触发方法在触发所述微处理器对所述旋变反馈信号进行采样后还包括:根据所采集的数据计算所述驱动电机的电角度。

[0014] 第二方面,本申请实施例公开一种微处理器,通过旋转变压器与驱动电机连接,用于对所述旋转变压器输出的旋变反馈信号进行采样,以检测所述驱动电机的电角度。所述微处理器包括信号产生模块、信号处理模块以及移相处理模块。信号产生模块用于产生激励基波信号以驱动所述旋转变压器工作;信号处理模块用于根据所述激励基波信号确定激励符号;其中,所述激励符号由高电平信号和低电平信号交替组成;所述信号处理模块还用于根据所述激励符号确定所述激励基波信号的过零点信号;移相处理模块用于对所述过零点信号进行移相处理以得到采样触发信号,进而触发所述微处理器对所述旋变反馈信号进

行采样。

[0015] 第二方面所述的技术方案,微处理器根据内部所产生的激励基波信号确定激励符号,再根据激励符号确定所述激励基波信号的过零点信号,最后再对过零点信号进行移相处理即可以得到采样触发信号,进而触发微处理器对旋转旋变信号进行采样,无需外部采样电路,节省了印刷电路板的面积,提高了集成度。

[0016] 根据第二方面,在一种可能的实现方式中,所述微处理器包括逐次逼近寄存器型模数转换器SAR-ADC;所述移相处理模块用于对所述过零点信号进行移相处理以得到采样触发信号,进而触发所述SAR-ADC对所述旋变反馈信号进行采样。

[0017] 根据第二方面,在一种可能的实现方式中,所述高电平信号对应所述激励基波信号的电压大于基准阈值电压的部分,所述低电平信号对应所述激励基波信号的电压小于所述基准阈值电压的部分,所述激励符号的上升沿或者下降沿对应所述激励基波信号的电压等于所述基准阈值电压的部分。

[0018] 根据第二方面,在一种可能的实现方式中,所述信号处理模块用于根据所述激励符号的上升沿和/或者下降沿确定所述激励基波信号的过零点信号。

[0019] 根据第二方面,在一种可能的实现方式中,所述采样触发信号相对于所述过零点信号的相移大于所述激励基波信号从过零点到峰值点的 90° 相移,且所述相移可设置。

[0020] 根据第二方面,在一种可能的实现方式中,所述过零点信号移相处理的时间与基准参考时间之间的差值的绝对值小于预设阈值;其中,所述基准参考时间为所述激励基波信号的过零点到峰值的移相时间与所述激励基波信号经过旋变采样反馈回路的延时时间。

[0021] 根据第二方面,在一种可能的实现方式中,所述信号产生模块还用于产生载波信号,并将所述激励基波信号和所述载波信号进行比较以生成激励调制信号;所述激励调制信号被滤波、放大后得到激励信号,进而驱动所述旋转变压器工作;所述移相处理模块用于对所述过零点信号进行移相处理,以得到与所述激励信号经旋变采样反馈回路后的波峰和/或者波谷相对应的采样触发信号。

[0022] 根据第二方面,在一种可能的实现方式中,所述微处理器还包括第一计算模块;所述第一计算模块用于根据所采集的数据计算所述驱动电机的电角度。

[0023] 第三方面,本申请实施例公开一种电机控制器,包括逆变电路;所述逆变电路的输入端与动力电池相连,所述逆变电路的输出端与驱动电机相连;所述逆变电路用于将所述动力电池输出的高压直流电转变为交流电以供所述驱动电机工作。所述电机控制器还包括如第二方面以及第二方面中任一可能的实现方式描述的微处理器。

[0024] 根据第三方面,在一种可能的实现方式中,所述电机控制器还包括旋变激励处理电路和旋变反馈处理电路;所述旋变激励处理电路电连接于所述微处理器与所述旋转变压器之间,用于对所述激励调制信号进行滤波和放大;所述旋变反馈处理电路连接于所述旋转变压器与所述微处理器之间,用于将所述旋变反馈信号转换为单端信号。

[0025] 根据第三方面,在一种可能的实现方式中,所述电机控制器还包括诊断信号采样电路;所述诊断信号采样电路分别与所述旋变激励处理电路及所述旋变反馈处理电路电连接,用于采集所述激励信号和经过所述旋变反馈处理电路处理的旋变反馈信号,并产生相应的回检测信号;

[0026] 所述微处理器还包括第一诊断模块;所述第一诊断模块用于根据所述回检测信号

诊断所述旋变激励处理电路和所述旋变反馈处理电路是否出现故障；

[0027] 所述微处理器还包括第二采样模块、第二计算模块及第二诊断模块；所述第二采样模块用于对所述旋变反馈信号进行采样；所述第二计算模块用于对所述第二采样模块所采集的数据计算所述驱动电机的电角度；其中一个电角度用于转矩控制，另一个电角度用于转矩监测；

[0028] 所述第二诊断模块用于对所述第一采样模块和所述第二采样模块所采集的数据进行实时诊断，并且还用于对所述两个电角度进行实时诊断，进而使得所述电角度符合转矩功能安全设计的输入量要求。

[0029] 第四方面，本申请实施例公开一种电动汽车，包括第三方面以及第三方面中任一可能的实现方式描述的电机控制器。

附图说明

[0030] 为了说明本申请实施例或背景技术中的技术方案，下面将对本申请实施例或背景技术中所需要使用的附图进行说明。

[0031] 图1为本申请一实施例中的电动汽车的结构示意图。

[0032] 图2为图1中的电机控制器的结构及应用示意图。

[0033] 图3为本申请一实施例中的电机角度检测装置的结构示意图。

[0034] 图4为本申请一实施例中的采样触发信号产生过程的示意图。

[0035] 图5为本申请另一实施例中的采样触发信号产生过程的示意图。

[0036] 图6为本申请另一实施例中的电机角度检测装置的结构示意图。

[0037] 图7为本申请再一实施例中的电机角度检测装置的结构示意图。

[0038] 图8为本申请一实施例中的采样触发方法的流程图。

[0039] 图9为本申请另一实施例中的采样触发方法的流程图。

具体实施方式

[0040] 本申请实施例提供一种电动汽车、应用在电动汽车上的电机控制器、电机控制器内的微处理器以及应用在该微处理器内的采样触发方法，可以在不使用外部整形电路的情况下，也即，该微处理器的内部自带触发机制，实现对微处理器的采样触发，进而实现对旋变反馈信号的采样。该方案可以减少芯片外围电路的使用，进而节省了印刷电路板 (PCB, Printed Circuit Board) 的面积，提高了产品的集成度。

[0041] 其中，电动汽车包括电池电动汽车 (BEV, Battery Electric Vehicle)、混合动力电动汽车 (HEV, Hybrid Electric Vehicle) 和插入式混合动力电动汽车 (PHEV, Plug In Hybrid Electric Vehicle)。

[0042] 电池电动汽车包括电动机，其中，电动机的能量来源是动力电池。电池电动汽车的动力电池可从外部电网再充电。电池电动汽车的动力电池实际上是用于汽车推进的车载能量的唯一来源。

[0043] 混合动力电动汽车包括内燃引擎和电动机，其中，引擎的能量来源是燃料，电动机的能量来源是动力电池。引擎是用于汽车推进的能量的主要来源，混合动力电动汽车的动力电池提供用于汽车推进的补充能量 (混合动力电动汽车的动力电池以电的形式缓冲燃料

能量和恢复动能)。

[0044] 插入式混合动力电动汽车与混合动力电动汽车的不同之处在于:插入式混合动力电动汽车动力电池具有比混合动力电动汽车动力电池更大的容量,插入式混合动力电动汽车动力电池可从电网再充电。插入式混合动力电动汽车的动力电池是用于汽车推进的能量主要来源,直到插入式混合的动力电动汽车动力电池损耗到低能量水平,这时,插入式混合动力电动汽车如同用于汽车推进的混合动力电动汽车那样操作。

[0045] 下面结合附图,对本申请的实施例进行描述。本申请实施例中,以电池电动汽车为例来对电动汽车的结构进行说明。

[0046] 如图1所示,电动汽车1000具体包括用于驱动汽车行驶的电机驱动系统100、用于提供能量的车载能源系统200及辅助系统300。具体地,电机驱动系统100包括整车控制器110、电机控制器120、驱动电机130、传动装置140及车轮150。车载能源系统200包括动力电池210、电池管理系统220及充电器230。

[0047] 整车控制器(VCU,Vehicle Control Unit)110,也叫动力总成控制器,是整个汽车的核心控制部件,相当于汽车的大脑。它采集加速踏板信号、制动踏板信号及其他部件信号,并做出相应判断后,控制下层的各部件控制器的动作,驱动汽车正常行驶。作为汽车的指挥管理中心,整车控制器主要功能包括:驱动力矩控制、制动能量的优化控制、整车的能量管理、CAN(Controller Area Network,控制器局域网)网络的维护和管理、故障的诊断和处理、车辆状态监视等,它起着控制车辆运行的作用。因此整车控制器的优劣直接决定了车辆的稳定性和安全性。

[0048] 电机控制器120是通过主动工作来控制驱动电机130按照设定的方向、速度、角度、响应时间进行工作的集成电路,其与整车控制器130通信连接。在电动汽车1000中,电机控制器120的功能是根据档位、油门、刹车等指令,将动力电池210所存储的电能转化为驱动电机130所需的电能,来控制电动汽车1000的启动运行、进退速度、爬坡力度等行驶状态,或者将帮助电动汽车1000刹车,并将部分刹车能量存储到动力电池210中。

[0049] 驱动电机130(俗称“马达”)是指依据电磁感应定律实现电能转换或传递的一种电磁装置,其与电机控制器120电连接并与传动装置140机械连接。它的主要作用是产生驱动转矩,作为车轮150的动力源。一些实施例中,驱动电机130还可以将机械能转化为电能,即作为发电机使用。

[0050] 具体地,驱动电机130可以是永磁同步马达(PMSM,Permanent-Magnet Synchronous Motor)类型的电机。驱动电机130可由定子和转子组成,其中定子包括定子绕组。转子可相对于定子围绕中心轴线旋转。驱动电机130可通过使通用正弦电流流过定子绕组来被控制。电流的幅值和频率可改变以控制转子的扭矩和转速。定子电流产生电磁场,电磁场与作为转子的部件的永磁体相互作用。电磁场使得转子旋转。

[0051] 例如,驱动电机130可以为三相电机。也就是说,定子绕组可包括三个分离的相绕组。为了控制驱动电机130,三相电压波或三相电流波被施加到相绕组。三相波使得每个相的信号按照120度的相位差分离。

[0052] 传动装置140还与车轮150机械连接,用于将驱动电机130产生的动力源传递至车轮150以驱动电动汽车1000行驶。一些实施方式中,传动装置140可以包括连接于两个车轮150之间的驱动轴(图未示)以及设置于驱动轴上的差速器(图未示)。

[0053] 动力电池210与电机控制器120电连接,用于储存并提供电能。动力电池210包括但不限于铅酸电池、磷酸铁锂电池、镍氢电池、镍镉电池等。一些实施例中,动力电池210还可以包括超级电容器。

[0054] 电池管理系统220与动力电池210电连接,并与整车控制器110通信连接。电池管理系统220用于对动力电池210在不同工况下的状态进行监测和估算,以提高动力电池210的利用率,防止动力电池210出现过充电和过放电,从而延长动力电池210的使用寿命。具体地,电池管理系统220的主要功能可包括:电池物理参数实时监测;电池状态估计;在线诊断与预警;充、放电与预充控制;均衡管理和热管理等。

[0055] 充电器230与动力电池210电连接,用于与外部电源连接以为动力电池210充电。具体地,当电动汽车1000与外部电源(如充电桩)连接时,充电器230将外部电源提供的交流电转换为直流电以为动力电池210进行充电。此外,电池管理系统220还与充电器230连接,以对动力电池210充电过程进行监控。

[0056] 辅助系统300包括DC/DC转换器310、辅助电池320、低压负载330及高压负载340。DC/DC转换器310的一端与动力电池210连接,另一端分别与辅助电池320及低压负载330相连。DC/DC转换器310用于将动力电池210输出的高压(如380V)转换成低压(如12V)后为辅助电池320充电以及为低压负载330供电。一些实施方式中,低压负载330包括低压汽车附件,例如冷却泵、风扇、加热器、动力转向装置、制动器等。当然,辅助电池320也可以为低压负载330供电。另外,动力电池210还与高压负载340连接,以为高压负载340供电。一些实施方式中,高压负载340包括PTC加热器和空调单元等。

[0057] 需要说明的是,电动汽车1000中的电子模块可经由一个或更多个车辆网络进行通信。车辆网络可包括多个用于通信的信道。车辆网络的一个信道可以是诸如控制器局域网(Controller Area Network, CAN)的串行总线。车辆网络的信道中的一个可包括由电气与电子工程师协会(IEEE) 802标准族定义的以太网。车辆网络的其它信道可包括模块之间的离散连接,并且可包括来自辅助电池130的电力信号。不同的信号可通过车辆网络的不同信道进行传输。例如,视频信号可通过高速信道(例如,以太网)进行传输,而控制信号可通过CAN或离散信号进行传输。车辆网络可包括协助在模块之间传输信号和数据的任意硬件组件和软件组件。车辆网络在图1中未示出,但可隐含的是,车辆网络可连接到存在于电动汽车1000中的任何电子模块。例如,可存在整车控制器110以协调各个组件的操作。

[0058] 可以理解的是,本申请实施例示意的结构并不构成对电动汽车1000的具体限定。在本申请另一些实施例中,电动汽车1000可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者拆分某些部件,或者不同的部件布置。图示的部件可以以硬件,软件或软件和硬件的组合实现。

[0059] 下面对本申请实施例中的电机控制120的结构及相应的功能做详细的介绍。

[0060] 如图2所示,电机控制器120包括逆变电路120a和电机角度检测装置120b。逆变电路120a的输入端与动力电池210相连,逆变电路120a的输出端与驱动电机130相连。逆变电路120a用于将动力电池210输出的高压直流电转变为交流电(如三相交流电)以供驱动电机130工作。

[0061] 电机角度检测装置120b通过旋转变压器(resolver/transformer)160与驱动电机130相连,以检测驱动电机130的电角度。其中,旋转变压器160是一种通过初级绕组和两个

次级绕组的磁耦合作用,对电机等旋转部件的角位置和速度进行精确测量的传感器。其初级绕组和两个正交的次级绕组分别安装于电机转子和定子上,施加在初级绕组上的激励信号在两个次级绕组中分别耦合出正弦反馈信号和余弦反馈信号,该正弦反馈信号和余弦反馈信号可统称为旋变反馈信号。通过对正弦反馈信号和余弦反馈信号进行解调和转换后可以获取电机转子的角位置和转速信息。

[0062] 电动汽车1000的驱动电机130上多使用磁阻式旋转变压器,它是旋转变压器160的一种特殊形式,利用磁阻原理来实现电信号间的转换。它的特点是原边与副边的绕组都放在电机定子的不同槽内,且均固定不旋转。原边绕组属励磁绕组通入正弦形的激磁电流,而副边是由两相线圈产生输出信号。

[0063] 可以理解的是,本申请实施例示意的结构并不构成对电机控制器120的具体限定。在本申请另一些实施例中,电机控制器120可以包括比图示更多的部件,例如,辅助电源电路、充电电路、电压/电流检测电路等。

[0064] 请参阅图3,图3为本申请一实施例中的电机角度检测装置的结构示意图。如图3所示,电机角度检测装置120b包括微处理器10、旋变激励处理电路20及旋变反馈处理电路30。其中,旋变激励处理电路20电连接于微处理器10与旋转变压器160的输入端之间,用于对所述微处理器10所产生的激励调制信号进行滤波和放大后得到激励信号,进而驱动旋转变压器160工作,而输出驱动电机130电角度的旋变反馈信号。旋变反馈处理电路30电连接于旋转变压器160的输出端与微处理器10之间,用于对所述旋变反馈信号进行调理,并将调理后的旋变反馈信号送至微处理器10。

[0065] 具体地,微处理器10包括信号产生模块11、信号处理模块12、移相处理模块13、第一采样模块14及第一计算模块15。其中,信号产生模块11用于产生激励调制信号。

[0066] 请结合参阅图4,在一些实施方式中,信号产生模块11用于产生激励基波信号(a)和载波信号(b),并将激励基波信号(a)和载波信号(b)进行比较后生成激励调制信号。本实施方式中,激励基波信号(a)为正弦波信号,其可通过查表获取。载波信号(b)为对称的三角波信号,其可通过计数器实现。因此,本申请实施例中的激励调制信号为含有激励基波分量的高频PWM(Pulse width modulation,脉冲宽度调制)信号。

[0067] 信号处理模块12用于根据所述激励基波信号(a)确定激励符号(c)。其中,所述激励符号(c)由高电平信号和低电平信号交替组成。

[0068] 具体地,所述高电平信号对应所述激励基波信号(a)的电压大于基准阈值电压x的部分,所述低电平信号对应所述激励基波信号(a)的电压小于所述基准阈值电压x的部分,所述激励符号(c)的上升沿或者下降沿对应所述激励基波信号(a)的电压等于所述基准阈值电压x的部分。其中,基准阈值电压x为一0V~5V之间的直流分量,具体不做限定,可以根据具体使用情况而定,例如,基准阈值电压x可以设为3V。如此,可以建立激励符号(c)的上升沿或者下降沿与激励基波信号(a)的过零点的对应关系。

[0069] 此外,所述信号处理模块12还用于根据所述激励符号(c)确定所述激励基波信号(a)的过零点信号(d)。本申请实施例中,所述信号处理模块12根据所述激励符号(c)的上升沿确定所述激励基波信号(a)的过零点信号。

[0070] 需要说明的是,所述过零点信号(d)实际上是一种时钟信号。时钟信号是信号的一种特殊信号振荡之间的高和低的状态,数字时钟信号基本上是方波电压。

[0071] 所述移相处理模块13用于对所述过零点信号(d)进行移相处理以得到采样触发信号(e),进而触发所述第一采样模块14对所述旋变反馈信号进行采样。

[0072] 本申请实施例中的微处理器10,可以根据信号产生模块11所产生的激励基波信号(a)确定激励符号(c),再根据激励符号(c)确定所述激励基波信号的过零点信号(d),最后再对过零点信号(d)进行移相处理即可以得到采样触发信号(e),进而触发第一采样模块15对旋变反馈信号进行采样,无需外部整形电路,节省了印刷电路板的面积,提高了集成度。此外,由于移相处理模块13对过零点信号(d)进行了移相处理,可以避开激励基波信号(a)的过零点,进而可以防止旋变反馈信号采样异常,提高了采样的精度。

[0073] 此外,所述第一计算模块15用于根据所述第一采样模块15所采集的数据计算所述驱动电机103的电角度,进而实现对所述旋变反馈信号采样后的解码。

[0074] 作为一种具体的实现,为了保证采样的精度,所述第一采样模块14为采样精度较高的逐次逼近寄存器型模数转换器(Successive Approximation Register ADC,SAR-ADC)。此外,SAR-ADC还具有易用性及低功耗等特点,方便集成的同时可以降低系统功耗。

[0075] 需要说明的是,SAR-ADC的基本转换器架构在每一个转换开始的沿上对输入信号进行一次采样,在每一个时钟边沿上进行位比,并通过控制逻辑调节数模转换器的输出,直到该输出极接近地匹配模拟输入。因此,它需要来自独立外部时钟的N时钟周期,以便以迭代方式实现单次N位转换。

[0076] 在一些实施方式中,所述采样触发信号(e)相对于所述过零点信号(d)的相移大于所述激励基波信号(a)从过零点到峰值点的 90° 相移,且所述相移可设置。如此,可以避开激励基波信号(a)的过零点,进而避免因除数接近于0而产生比较大的计算误差。此外,该相移可以根据具体使用情况而进行调节,方便用户使用。

[0077] 在另一实施方式中,所述过零点信号(d)移相处理的时间与基准参考时间之间的差值的绝对值小于预设阈值。其中,所述基准参考时间为所述激励基波信号(a)的过零点到峰值的移相时间与所述激励基波信号(a)经过旋变采样反馈回路的延时时间。其中,旋变采样反馈回路的延时时间是指激励基波信号(a)经旋变激励处理电路20、旋转变压器160及旋变反馈处理电路30所需的延时时间。如此,可以避开激励基波信号(a)的过零点,尽可能保证在激励基波信号(a)的峰值点附近进行采样,进而避免因除数接近于0而产生比较大的计算误差,提高采样精度。

[0078] 此外,在另一些实施方式中,所述移相处理模块13对所述过零点信号(d)进行移相处理以得到与所述激励信号经旋变采样反馈回路后的波峰相对应的采样触发信号。其中,所述激励信号经旋变采样反馈回路后的信号如图4中(f)所示。如此,可以保证在激励基波信号的峰值点附近进行采样,进而避免因除数接近于0而产生比较大的计算误差,提高了采样精度。

[0079] 请再参阅图5,在另一种实施方式中,为了提高采样效率和采样精度,所述信号处理模块12根据所述激励符号(c)的上升沿和下降沿确定所述激励基波信号(a)的过零点信号。也即,可以在激励基波信号(a)的波峰和波谷两个点附近进行两次采样,进而可以实现一个激励周期两次触发采样。

[0080] 作为电动汽车1000的核心动力部件,电机控制器120的功能安全显得尤为重要。其中,转矩安全是电机控制器120最重要的功能安全目标,一般定义为不会发生非预期的转矩

加速、减速和非预期的启动。电机控制器120的转矩功能安全目标ASIL (Automotive Safety Integration Level, 汽车安全完整性等级) 至少达到ASILC或ASILD的等级。ASIL等级越高, 功能安全相关电路的诊断覆盖率就越高, 相应的硬件随机失效概率度量指标越低。本申请实施例中, 电机控制器120的转矩功能安全ASIL等级以C级为例来进行说明。

[0081] 请参阅图6, 图6为本申请另一实施例中的电机角度检测装置120b的结构示意图。如图6所示, 为了使得角度采样符合功能安全要求ASIL (Automotive Safety Integration Level, 汽车安全完整性等级) C以上等级, 所述电机角度检测装置120b还包括诊断信号采样电路40。所述诊断信号采样电路40分别与旋变激励处理电路20及旋变反馈处理电路30电连接, 用于采集所述激励信号和经过所述旋变反馈处理电路30处理的旋变反馈信号并产生相应的回检测信号。

[0082] 所述微处理器10还包括第一诊断模块18。所述第一诊断模块18用于根据所述回检测信号诊断所述激励处理电路20和所述反馈处理电路30是否出现故障。

[0083] 所述微处理器10还包括第二采样模块16、第二计算模块17及第二诊断模块19。所述第二采样模块16用于对所述旋变反馈信号进行采样。所述第二计算模块17用于根据所述第二采样模块16所采集的数据计算所述驱动电机130的电角度。其中一个电角度用于转矩控制, 另一个电角度用于转矩监测。

[0084] 所述第二诊断模块19用于对所述第一采样模块14和所述第二采样模块16所采集的数据进行实时诊断, 并还用于对所述两个电角度进行实时诊断, 进而使得所述电角度符合转矩功能安全设计的输入量要求。

[0085] 可以理解, 为尽可能利用现有的设计, 增加复用, 微处理器10的系统一般采用EGAS三层架构。电机控制器EGAS架构主要设计理念是将控制系统进行分层设计, 即分为功能层 (Level1)、功能监控层 (Level2) 和处理器监控层 (Level3)。功能层 (Level1) 主要实现控制系统的基本功能, 对电机控制器120而言, 即执行转矩的输出; 此外, 其还包含了组件监控、输入/输出变量诊断以及当检测到故障后执行系统的故障响应功能。功能监控层 (Level2) 主要实现对Level1的监控, 例如, 通过监控计算转矩的实际输出值判断Level1软件是否正确等, 而一旦诊断出故障, 将触发系统的故障响应, 并由Level2执行。处理器监控层 (Level3) 主要是通过问答的形式监控Level2处理器是否出现故障, 需要由一个独立的专用集成电路ASIC或微处理器实现; 当出现故障后, 触发系统的故障响应, 并独立于Level1去执行。

[0086] 为了满足功能安全要求, 所述第二采样模块16可以是SAR-ADC或者是采样精度更高的 $\Sigma\Delta$ 模数转换器SD-ADC。因此, 该两组Level1/Level2的模数转换器可能是SD-ADC/SD-ADC、SAR-ADC/SAR-ADC、SD-ADC/SAR-ADC, 本申请实施例以SD-ADC/SAR-ADC异构冗余为例进行说明。需要说明的是, 由于SD-ADC自带时钟, 因此不需要外部时钟信号来触发。

[0087] 如图7所示, 所述第一采样模块14为SAR-ADC且位于Level2层。所述第二采样模块16位于Level1层, 且包括SD-ADC16a和解调模块16b。此外, 信号产生模块11、信号处理模块12、移相处理模块13及第二计算模块17均位于Level1层。第一计算模块15、第一诊断模块18及第二诊断模块19均位于Level2层。

[0088] 具体地, SD-ADC16a用于对所述旋变反馈信号进行采样以获得采样信号, 所述解调模块16b用于对所述采样信号进行解调, 以分离出所述激励基波信号。

[0089] 所述旋变反馈信号包括正弦反馈信号和余弦反馈信号。所述旋变反馈处理电路30用于将所述正弦旋变反馈信号转换成正弦单端信号后输出至SAR-ADC的正弦采样通道x1；所述反馈处理电路30还用于将所述余弦旋变反馈信号转换成余弦单端信号输出至所述SAR-ADC的余弦采样通道y1。

[0090] 所述旋变反馈处理电路30还用于将所述正弦反馈信号转换成与SD-ADC端口电平匹配的正弦差分信号后输出至SD-ADC的正弦采样通道x2。所述旋变反馈处理电路30还用于将所述余弦旋变反馈信号转换成与SD-ADC端口电平匹配的余弦差分信号后输出至SD-ADC的余弦采样通道y2。

[0091] 请参阅图8,图8为本申请一实施例中的采样触发方法的流程图。所述采样触发方法应用于前述图3、图6或图7所示的微处理器10中。所述采样触发方法包括如下步骤。

[0092] 步骤S11,产生激励基波信号以驱动所述旋转变压器工作。

[0093] 在一种实施方式中,所述产生激励基波信号以驱动所述旋转变压器工作,包括:在产生所述激励基波信号的同时还产生载波信号,并将所述激励基波信号和所述载波信号进行比较而产生激励调制信号;所述激励调制信号被滤波、放大后得到激励信号,进而驱动所述旋转变压器工作。

[0094] 步骤S12,根据所述激励基波信号确定激励符号;其中,所述激励符号由高电平信号和低电平信号交替组成。

[0095] 具体的,所述高电平信号对应所述激励基波信号的电压大于基准阈值电压的部分,所述低电平信号对应所述激励基波信号的电压小于所述基准阈值电压的部分,所述激励符号的上升沿或者下降沿对应所述激励基波信号的电压等于所述基准阈值电压的部分。其中,基准阈值电压为一直流分量,在0V至5V之间。

[0096] 步骤S13,根据所述激励符号确定所述激励基波信号的过零点信号。

[0097] 本实施方式中,所述根据所述激励符号确定所述激励基波信号的过零点信号,包括:根据所述激励符号的上升沿和/或下降沿确定所述激励基波信号的过零点信号。

[0098] 步骤S14,对所述过零点信号进行移相处理以得到采样触发信号,进而触发所述第一模数转换模块对所述旋变反馈信号进行采样。

[0099] 一种实施方式中,所述采样触发信号相对于所述过零点信号的相移大于所述激励基波信号从过零点到峰值点的 90° 相移,且所述相移可设置。

[0100] 另一种实施方式中,所述过零点信号移相处理的时间与基准参考时间之间的差值的绝对值小于预设阈值;其中,所述基准参考时间为所述激励基波信号的过零点到峰值的移相时间与所述激励基波信号经过旋变采样反馈回路的延时时间。

[0101] 再一种实施方式中,所述对所述过零点信号进行移相处理以得到采样触发信号,包括:对所述过零点信号进行移相处理以得到与所述激励信号经旋变采样反馈回路后的波峰和/或者波谷相对应的采样触发信号。

[0102] 请参阅图9,图9为本申请另一实施例中的采样触发方法的流程图。较之于图8,不同的是,所述采样触发方法在进行采样之后还包括如下步骤。

[0103] 步骤S15,根据所采集的数据计算所述驱动电机的电角度。

[0104] 如此,可以实现对旋变反馈信号的软解码。

[0105] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的各个

步骤的具体过程,可以参考前述装置实施例中的模块所对应的工作过程,在此不再赘述。

[0106] 需要说明的是,对于前述的各个方法实施例,为了简单描述,故将其都表述为一系列的动作组合,但是本领域技术人员应该知悉,本申请并不受所描述的动作顺序的限制,因为依据本申请,某一些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。

[0107] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中沒有详细描述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0108] 本申请实施例方法中的步骤可以根据实际需要进行顺序调整、合并和删减。

[0109] 本申请的各实施方式可以任意进行组合,以实现不同的技术效果。

[0110] 在上述实施例中,可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时,可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序指令时,全部或部分地产生按照本申请所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中,或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输,例如,所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线(例如同轴电缆、光纤、数字用户线)或无线(例如红外、无线、微波等)方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质,(例如,软盘、硬盘、磁带)、光介质(例如,DVD)、或者半导体介质(例如固态硬盘Solid State Disk)等。

[0111] 总之,以上所述仅为本发明技术方案的实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。凡根据本发明的揭露,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

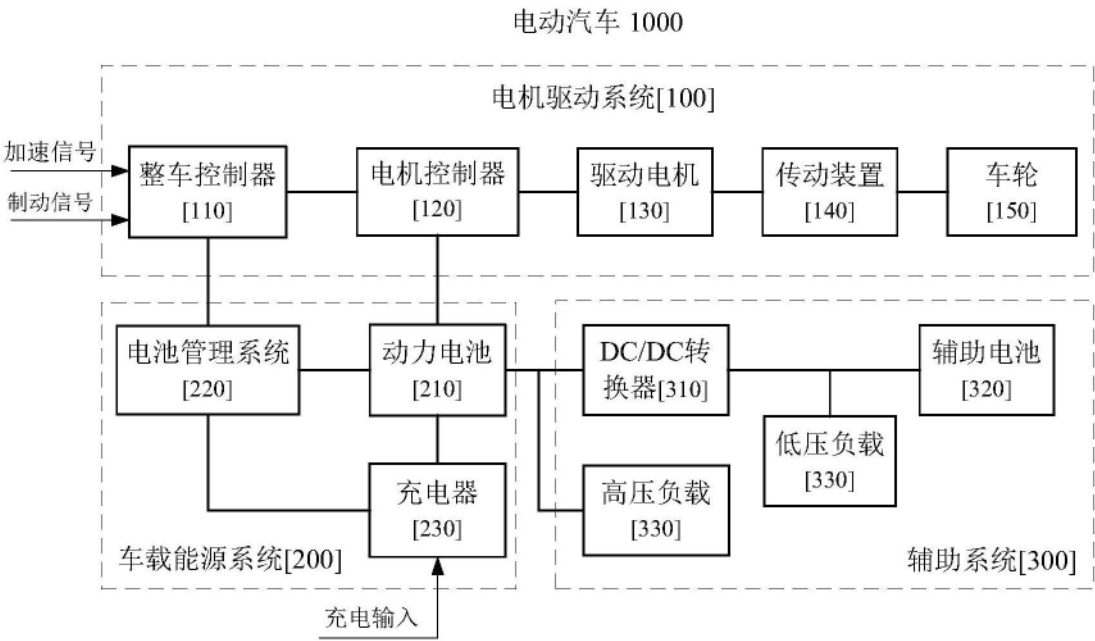


图1

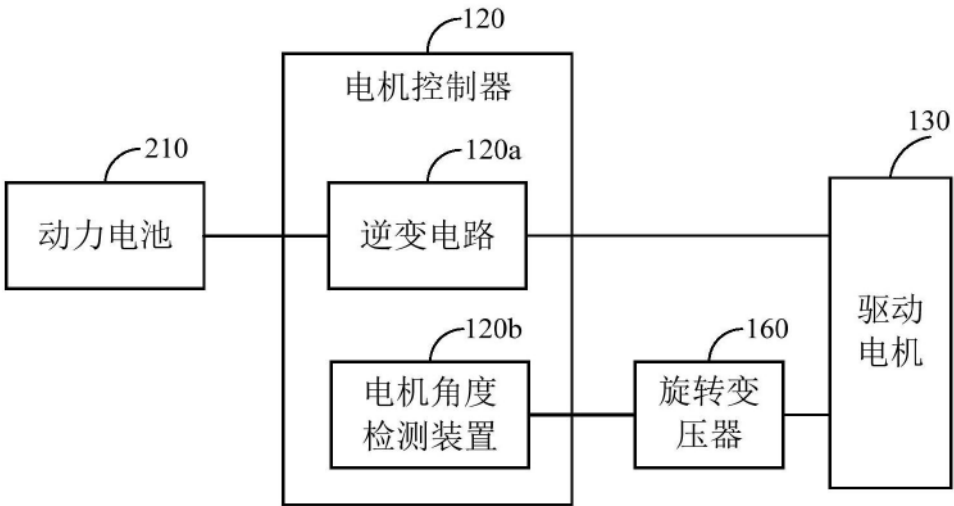


图2

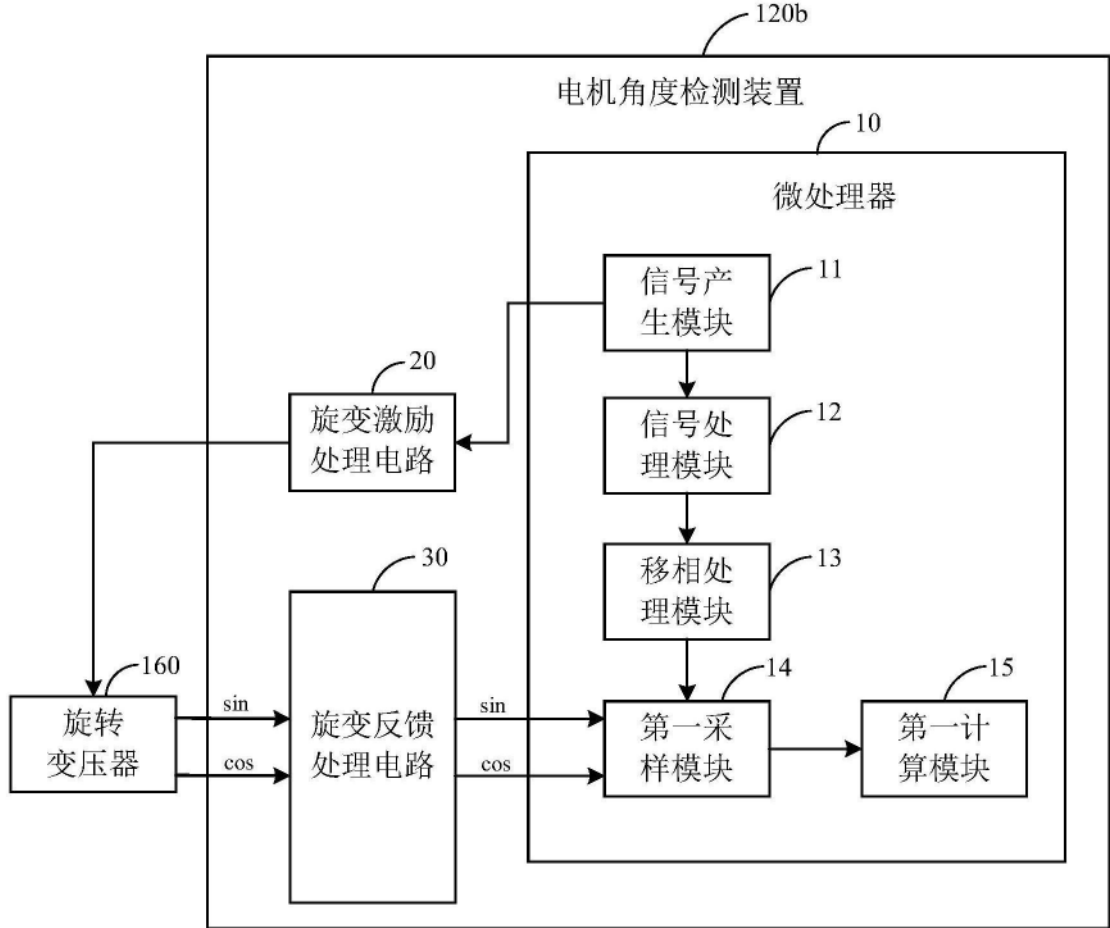


图3

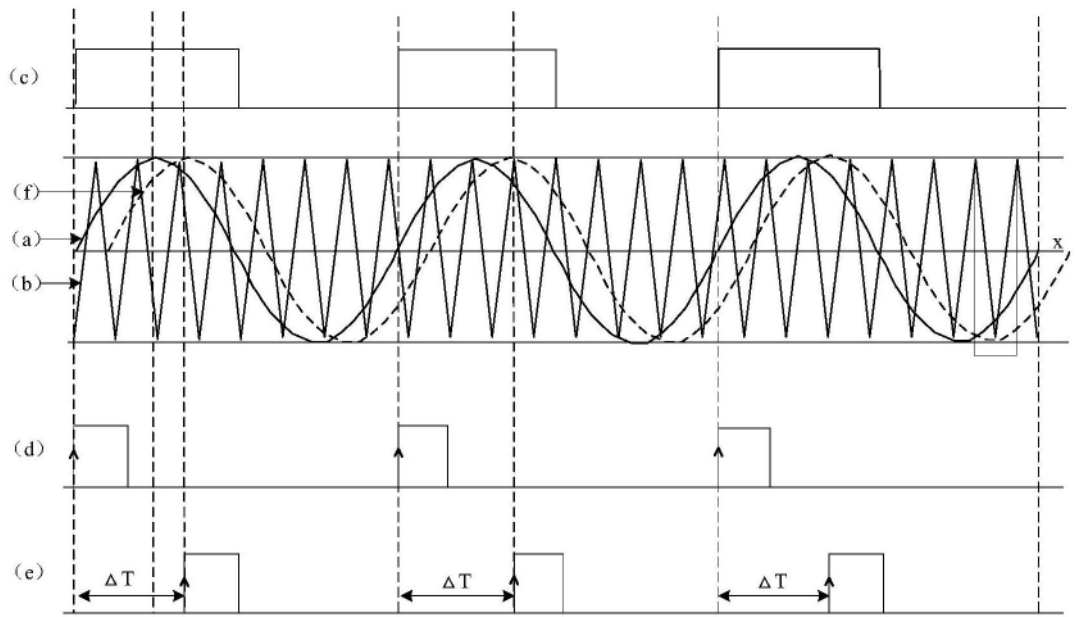


图4

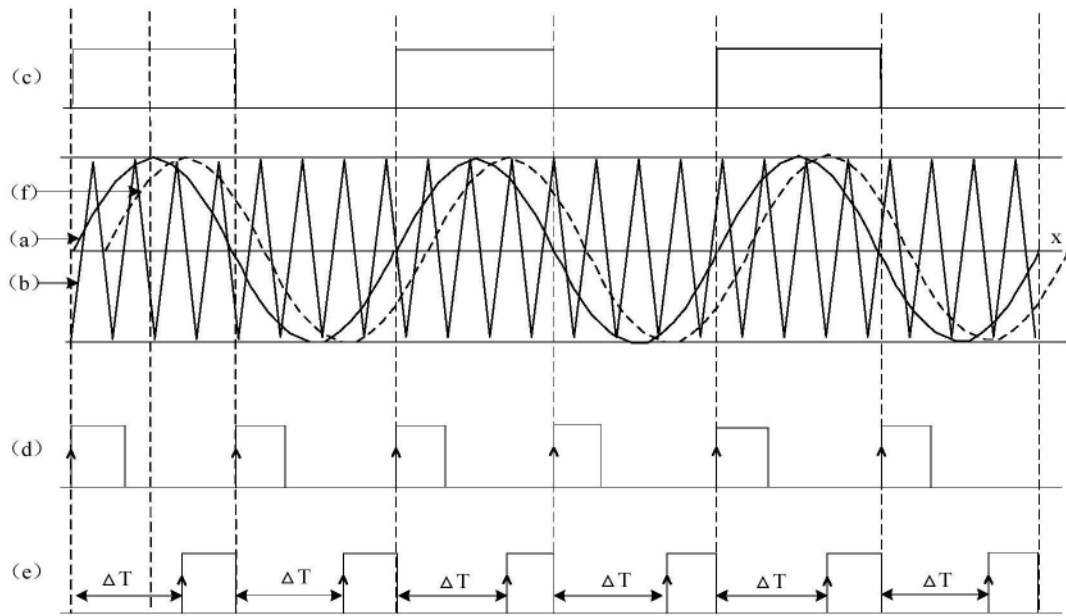


图5

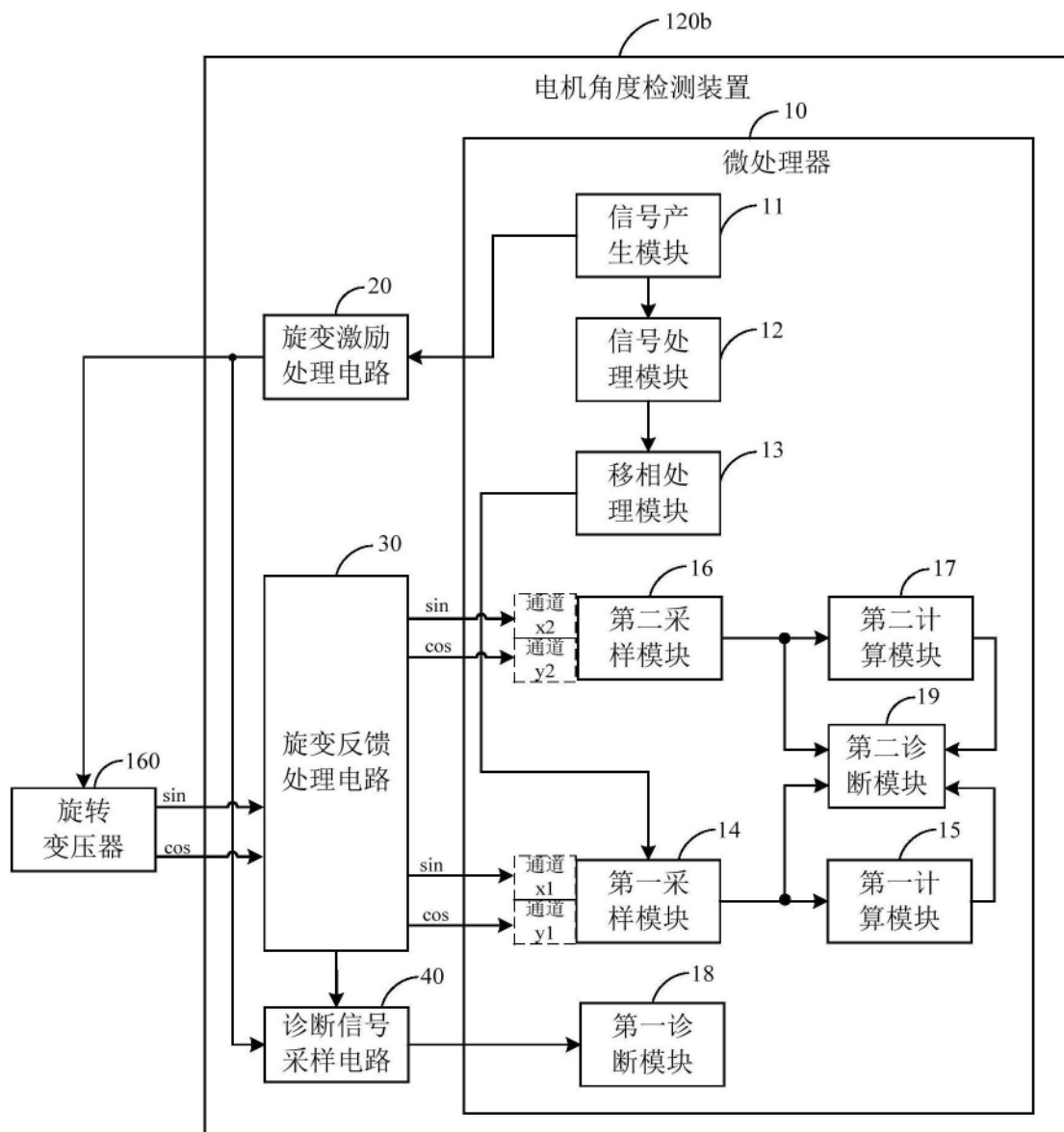


图6

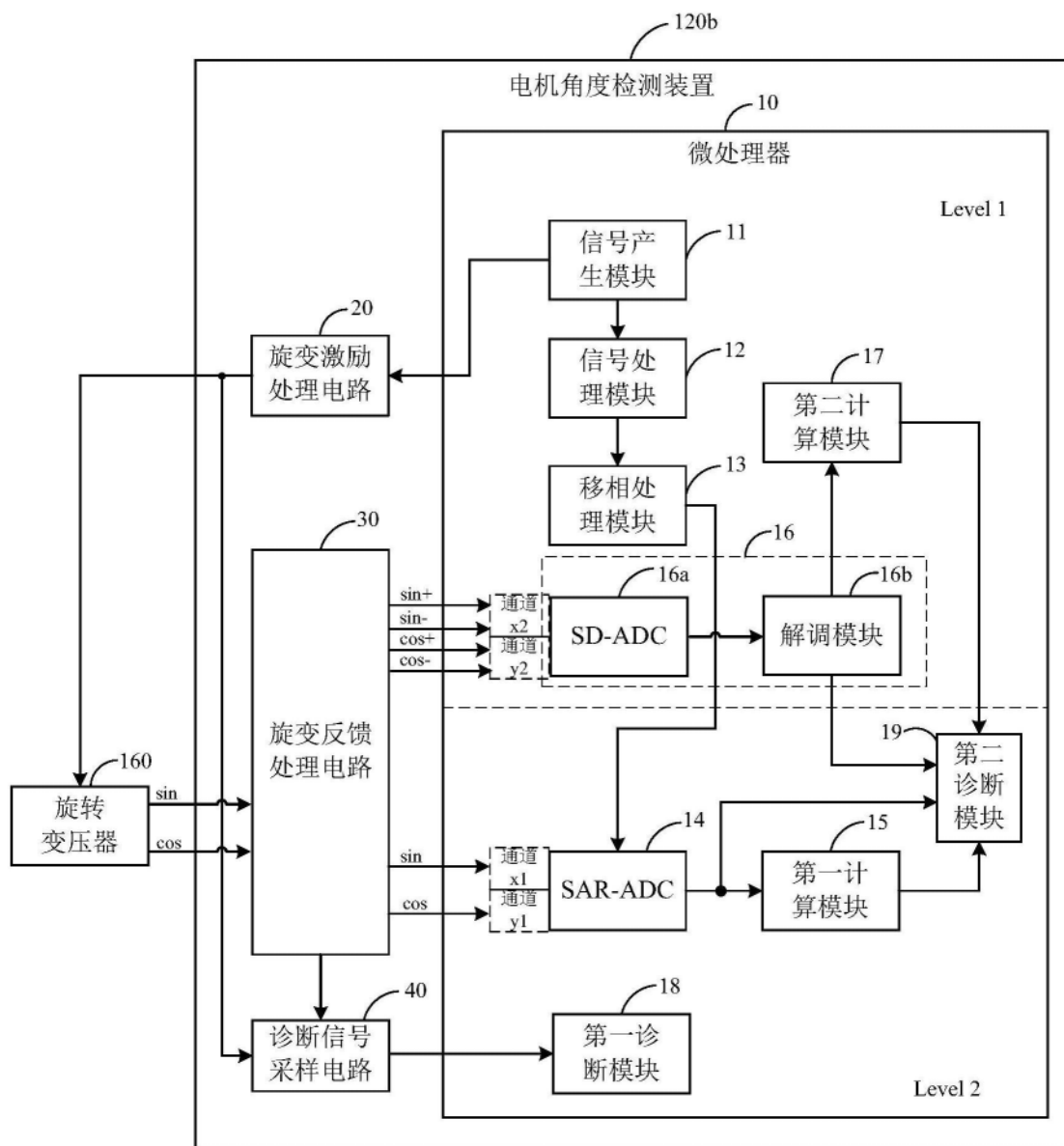


图7

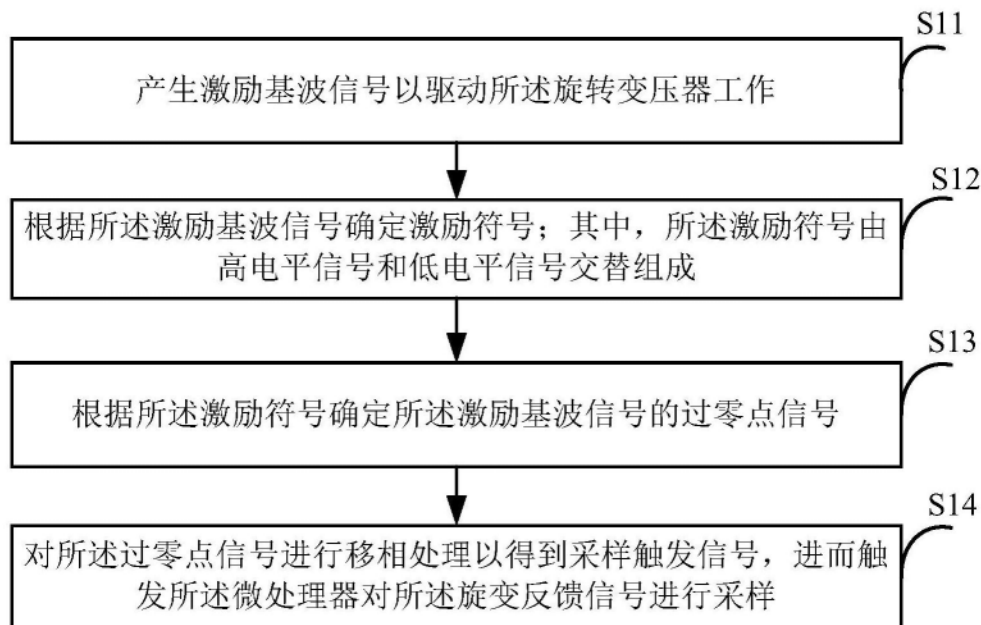


图8

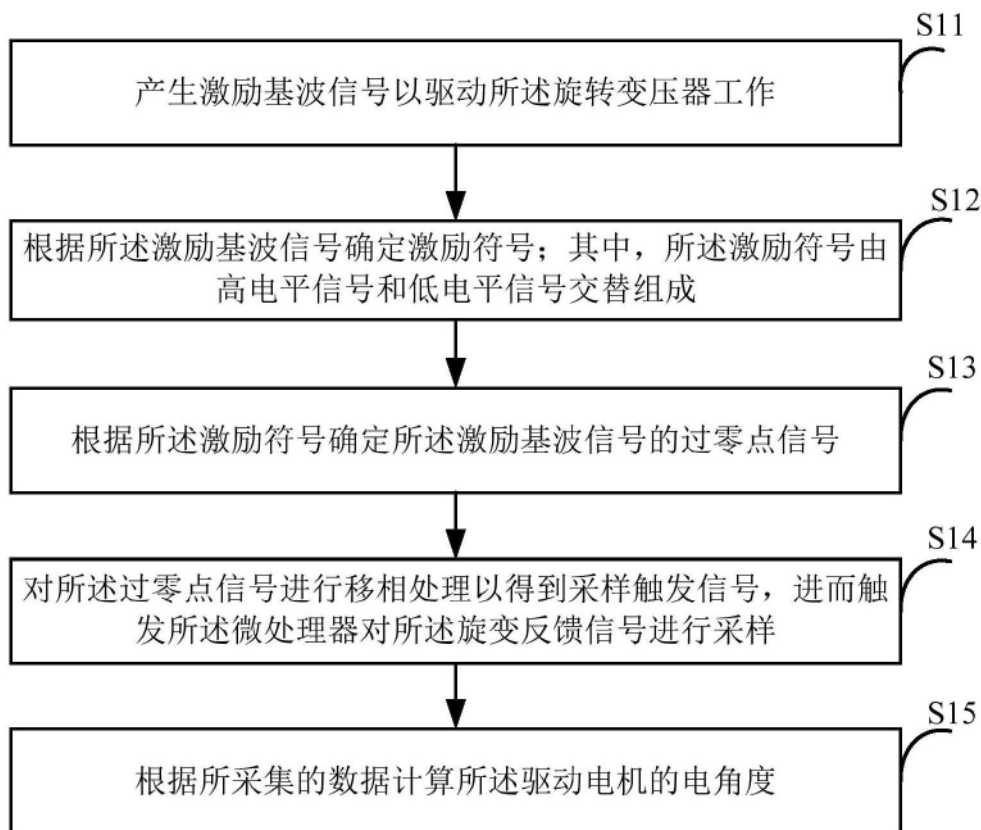


图9