



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114925652 B

(45) 授权公告日 2025. 03. 25

(21) 申请号 202110133946.5

G06F 30/30 (2020.01)

(22) 申请日 2021.02.01

G06F 115/12 (2020.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114925652 A

(56) 对比文件

陈健. 电动汽车电池管理系统电磁兼容性分析与设计. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技 II 辑》. 2016, (第09期), C035-252.

(43) 申请公布日 2022.08.19

(73) 专利权人 广汽埃安新能源汽车股份有限公司

审查员 黄建

地址 510006 广东省广州市番禺区石楼镇龙瀛路36号

(72) 发明人 李建群 魏丹 贾迎龙 李斌

(74) 专利代理机构 北京维飞联创知识产权代理有限公司 11857

专利代理师 逯恒

(51) Int. Cl.

G06F 30/398 (2020.01)

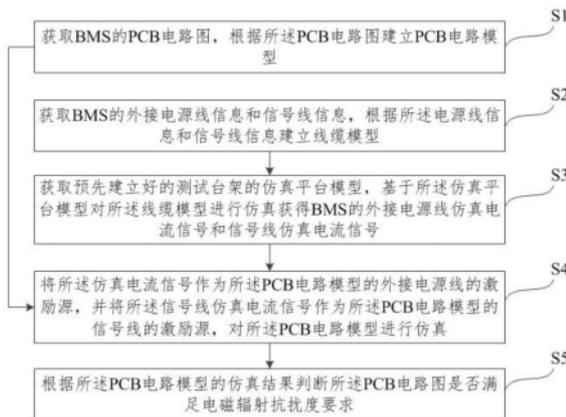
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

## (54) 发明名称

一种动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析方法及系统

## (57) 摘要

本发明公开了一种动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析方法及系统,包括:获取预先建立好的测试台架的仿真平台模型,基于仿真平台模型对线缆模型进行仿真获得BMS的外接电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号;将仿真电流信号作为PCB电路模型的外接电源线的激励源,并将信号线仿真电流信号作为PCB电路模型的信号线的激励源,对PCB电路模型进行仿真;根据PCB电路模型的仿真结果判断PCB电路图是否满足电磁辐射抗扰度要求。通过本发明,能够解决目前电磁抗扰度相关的电磁兼容性能没有专门的设计规范可以遵循,因而容易出现电磁抗扰度测试不通过;并且,传统BMS大电流注入法抗扰度测试不通过时,PCB整改成本高、周期长,迭代次数多的技术问题。



1. 一种动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析方法,其特征在于,包括:
  - 获取BMS的PCB电路图,根据所述PCB电路图建立PCB电路模型;
  - 获取BMS的外接电源线信息和信号线信息,根据所述电源线信息和信号线信息建立线缆模型;
  - 获取预先建立好的测试台架的仿真平台模型,基于所述仿真平台模型对所述线缆模型进行仿真获得BMS的外接电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号;
  - 将所述仿真电流信号作为所述PCB电路模型的外接电源线的激励源,并将所述信号线仿真电流信号作为所述PCB电路模型的信号线的激励源,对所述PCB电路模型进行仿真;
  - 根据所述PCB电路模型的仿真结果判断所述PCB电路图是否满足电磁辐射抗扰度要求;
  - 其中,对所述PCB电路模型进行仿真,包括:
    - 将所述仿真电流信号作为所述PCB电路模型的外接电源线的激励源导入所述PCB电路模型的外接电源线位置,并将所述信号线仿真电流信号作为所述PCB电路模型的信号线的激励源导入所述PCB电路模型的信号线位置,进行仿真;
    - 获取所述PCB电路模型仿真过程中电压采集探针所采集的电压,将该电压与BMS芯片能承受噪声电压的设定限值进行比较,并根据比较结果判断BMS芯片是否正常工作,获得仿真结果;
    - 其中,所述PCB电路模型中,在预设关键信号对应的BMS芯片管脚所在位置设置有所述电压采集探针。
2. 根据权利要求1所述的动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析方法,其特征在于,所述仿真平台模型为根据线束激励法的测量要求进行建立,包括低介电常数绝缘支撑板、接地平面和电流钳的模型。
3. 根据权利要求2所述的动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析方法,其特征在于,所述基于所述仿真平台模型对所述线缆模型进行仿真获得BMS的外接电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号,包括:
  - 调整电流钳模型激励信号的输入功率,在1MHz ~ 400MHz频率范围内进行扫频,使得在线缆模型中测试到的电流幅值与预设电流值一致,获得BMS的外接电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号;其中,所述电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号均包括幅值信息和相位信息。
4. 根据权利要求1所述的动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析方法,其特征在于,所述方法还包括:
  - 若判断所述PCB电路图满足电磁辐射抗扰度要求,则结束分析流程;
  - 若判断所述PCB电路图不满足电磁辐射抗扰度要求,则根据仿真结果调整所述PCB电路模型的模型参数,并重新进行仿真,直至仿真结果为所述PCB电路模型满足电磁辐射抗扰度要求。
5. 根据权利要求4所述的动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析方法,其特征在于,所述根据仿真结果调整所述PCB电路模型的模型参数,包括:
  - 在所述PCB电路模型中调整走线线宽参数、走线布置方式或修改去耦电容值,以使得预设关键信号对应的BMS芯片管脚所在位置的电压小于BMS芯片能承受噪声电压的设定限值。
6. 一种动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析系统,其特征在于,所述系统包括:

PCB电路模型建立单元,用于获取BMS的PCB电路图,根据所述PCB电路图建立PCB电路模型;

线缆模型建立单元,用于获取BMS的外接电源线信息和信号线信息,根据所述电源线信息和信号线信息建立线缆模型;

第一仿真单元,用于获取预先建立好的测试台架的仿真平台模型,基于所述仿真平台模型对所述线缆模型进行仿真获得BMS的外接电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号;

第二仿真单元,用于将所述仿真电流信号作为所述PCB电路模型的外接电源线的激励源,并将所述信号线仿真电流信号作为所述PCB电路模型的信号线的激励源,对所述PCB电路模型进行仿真;

判断单元,根据所述PCB电路模型的仿真结果判断所述PCB电路图是否满足电磁辐射抗扰度要求;

其中,所述第二仿真单元,具体用于:

将所述仿真电流信号作为所述PCB电路模型的外接电源线的激励源导入所述PCB电路模型的外接电源线位置,并将所述信号线仿真电流信号作为所述PCB电路模型的信号线的激励源导入所述PCB电路模型的信号线位置,进行仿真;以及,获取所述PCB电路模型仿真过程中电压采集探针所采集的电压,将该电压与BMS芯片能承受噪声电压的设定限值进行比较,并根据比较结果判断BMS芯片是否正常工作,获得仿真结果;

其中,所述PCB电路模型中,在预设关键信号对应的BMS芯片管脚所在位置设置有所述电压采集探针。

7. 根据权利要求6所述的动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析系统,其特征在于,所述仿真平台模型为根据线束激励法的测量要求进行建立,包括低介电常数绝缘支撑板、接地平面和电流钳的模型。

8. 根据权利要求7所述的动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析系统,其特征在于,所述第一仿真单元,具体用于:

调整电流钳模型激励信号的输入功率,在1MHz~400MHz频率范围内进行扫频,使得在线缆模型中测试到的电流幅值与预设电流值一致,获得BMS的外接电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号;其中,所述电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号均包括幅值信息和相位信息。

## 一种动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及动力电池技术领域,具体涉及一种动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析方法及系统。

### 背景技术

[0002] BMS(Battery Management System)是动力电池的电池管理系统的简称,对动力电池内每个电芯的电压和模组的温度进行监控,并对电芯的工作状态进行管理,被整车厂和部件厂视为最关键的部件之一,关系到动力电池使用寿命和整车的使用安全,这些都对BMS的电磁辐射抗扰度提出了较高的要求。

[0003] 目前BMS在400MHz以下的电磁辐射抗扰度,是在屏蔽室内对BMS实物进行大电流注入法抗扰度测试,通过BMS功能正常和交互数据正确来判定的;在BMS的PCB电路图文件设计阶段,通常只按照PCB常规设计规范指导设计,主要针对电源、时钟和高速走线提出布线要求,针对电磁抗扰度相关的电磁兼容性能没有专门的设计规范可以遵循,因而容易出现电磁抗扰度测试不通过的情况。其中,在电磁仿真领域,由于无法通过经验公式计算耦合到BMS外接线缆中每条线缆干扰信号电流的幅值和相位,只能将注入电流按照BMS外接线缆的数量均分,平均分配到每条线缆中,用均分后的电流作为干扰信号通过线缆引入到被测BMS内,开展相关的抗扰度仿真分析。

[0004] BMS大电流注入法抗扰度测试不通过时,需要对PCB板进行整改,修改PCB电路图,重新制版、装配PCB,对BMS进行反复修改和测试,浪费大量的时间、人力和物力;而且干扰信号在PCB板内耦合路径复杂,不容易确认影响敏感源的干扰的主要耦合路径,整改周期长,迭代次数多。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提出一种动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析方法及系统,以解决目前电磁抗扰度相关的电磁兼容性能没有专门的设计规范可以遵循,因而容易出现电磁抗扰度测试不通过;并且,传统BMS大电流注入法抗扰度测试不通过时,PCB整改成本高、周期长,迭代次数多的技术问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明第一方面提出一种动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析方法,包括:

[0007] 获取BMS的PCB电路图,根据所述PCB电路图建立PCB电路模型;

[0008] 获取BMS的外接电源线信息和信号线信息,根据所述电源线信息和信号线信息建立线缆模型;

[0009] 获取预先建立好的测试台架的仿真平台模型,基于所述仿真平台模型对所述线缆模型进行仿真获得BMS的外接电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号;

[0010] 将所述仿真电流信号作为所述PCB电路模型的外接电源线的激励源,并将所述信号线仿真电流信号作为所述PCB电路模型的信号线的激励源,对所述PCB电路模型进行仿

真；

[0011] 根据所述PCB电路模型的仿真结果判断所述PCB电路图是否满足电磁辐射抗扰度要求。

[0012] 可选地,所述仿真平台模型是根据线束激励法的测量要求进行建立,包括低介电常数绝缘支撑板、接地平面和电流钳的模型。

[0013] 可选地,所述基于所述仿真平台模型对所述线缆模型进行仿真获得BMS的外接电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号,包括:

[0014] 调整电流钳模型激励信号的输入功率,在1MHz ~ 400MHz频率范围内进行扫频,使得在线缆模型中测试到的电流幅值与预设电流值一致,获得BMS的外接电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号;其中,所述电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号均包括幅值信息和相位信息。

[0015] 可选地,所述对所述PCB电路模型进行仿真,包括:

[0016] 将所述仿真电流信号作为所述PCB电路模型的外接电源线的激励源导入所述PCB电路模型的外接电源线位置,并将所述信号线仿真电流信号作为所述PCB电路模型的信号线的激励源导入所述PCB电路模型的信号线位置,进行仿真;

[0017] 获取所述PCB电路模型仿真过程中电压采集探针所采集的电压,将该电压与BMS芯片能承受噪声电压的设定限值进行比较,并根据比较结果判断BMS芯片是否正常工作,获得仿真结果;

[0018] 其中,所述PCB电路模型中,在预设关键信号对应的BMS芯片管脚所在位置设置有所述电压采集探针。

[0019] 可选地,所述方法还包括:

[0020] 若判断所述PCB电路图满足电磁辐射抗扰度要求,则结束分析流程;

[0021] 若判断所述PCB电路图不满足电磁辐射抗扰度要求,则根据仿真结果调整所述PCB电路模型的模型参数,并重新进行仿真,直至仿真结果为所述PCB电路模型满足电磁辐射抗扰度要求。

[0022] 可选地,所述根据仿真结果调整所述PCB电路模型的模型参数,包括:

[0023] 在所述PCB电路模型中调整走线线宽参数、走线布置方式或修改去耦电容值,以使得预设关键信号对应的BMS芯片管脚所在位置的电压小于BMS芯片能承受噪声电压的设定限值。

[0024] 本发明第二方面提出一种动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析系统,所述系统包括:

[0025] PCB电路模型建立单元,用于获取BMS的PCB电路图,根据所述PCB电路图建立PCB电路模型;

[0026] 线缆模型建立单元,用于获取BMS的外接电源线信息和信号线信息,根据所述电源线信息和信号线信息建立线缆模型;

[0027] 第一仿真单元,用于获取预先建立好的测试台架的仿真平台模型,基于所述仿真平台模型对所述线缆模型进行仿真获得BMS的外接电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号;

[0028] 第二仿真单元,用于将所述仿真电流信号作为所述PCB电路模型的外接电源线的激励源,并将所述信号线仿真电流信号作为所述PCB电路模型的信号线的激励源,对所述

PCB电路模型进行仿真；

[0029] 判断单元,根据所述PCB电路模型的仿真结果判断所述PCB电路图是否满足电磁辐射抗扰度要求。

[0030] 可选地,所述仿真平台模型为根据线束激励法的测量要求进行建立,包括低介电常数绝缘支撑板、接地平面和电流钳的模型。

[0031] 可选地,所述第一仿真单元,具体用于:

[0032] 调整电流钳模型激励信号的输入功率,在1MHz ~ 400MHz频率范围内进行扫频,使得在线缆模型中测试到的电流幅值与预设电流值一致,获得BMS的外接电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号;其中,所述电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号均包括幅值信息和相位信息。

[0033] 可选地,所述第二仿真单元,具体用于:

[0034] 将所述仿真电流信号作为所述PCB电路模型的外接电源线的激励源导入所述PCB电路模型的外接电源线位置,并将所述信号线仿真电流信号作为所述PCB电路模型的信号线的激励源导入所述PCB电路模型的信号线位置,进行仿真;以及,获取所述PCB电路模型仿真过程中电压采集探针所采集的电压,将该电压与BMS芯片能承受噪声电压的设定限值进行比较,并根据比较结果判断BMS芯片是否正常工作,获得仿真结果;

[0035] 其中,所述PCB电路模型中,在预设关键信号对应的BMS芯片管脚所在位置设置有所述电压采集探针。

[0036] 本发明的实施例提出一种动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析方法及系统至少具有以下有益效果:

[0037] (1) 针对BMS大电流注入法抗扰度测试不通过,PCB整改成本高、周期长,迭代次数多的技术问题,本发明的实施例可在BMS的PCB电路图设计前期进行仿真建模和分析,当仿真结果为所述PCB电路模型在仿真过程中不能正常工作,即根据所述PCB电路模型的仿真结果判断所述PCB电路图不满足电磁辐射抗扰度要求时,可直接对PCB电路图模型中例如走线和去耦电容的设计参数进行快速修改调整,为BMS电磁抗扰度提供快速而全面的分析方法;

[0038] (2) 针对将注入电流平均分配到每条线缆中与实际情况不符,容易引起较大误差的缺点,本发明的实施例中仿真平台模型和线缆模型与实际测试布置一致,能够真实反映电流钳注入信号端口到BMS外接线缆的每条线缆端口的波形幅值和相位变换情况,确保本BMS电磁抗扰度分析方法结果的准确性。

[0039] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述。

## 附图说明

[0040] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0041] 图1为本发明一实施例中一种动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析方法流程图。

[0042] 图2为本发明一实施例中线缆模型的局部结构示意图。

[0043] 图3为本发明一实施例中AM调制信号时域波形示意图。

- [0044] 图4为本发明一实施例中CW信号时域波形示意图。
- [0045] 图5为本发明一实施例中严酷等级电流值阈值示意图；
- [0046] 图6为本发明一实施例中调整输入功率,在单条线缆中测试到电流幅值示意图。
- [0047] 图7为本发明一实施例中一种动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析系统结构示意图。

### 具体实施方式

[0048] 以下将参考附图详细说明本公开的各种示例性实施例、特征和方面。另外,为了更好的说明本发明,在下文的具体实施例中给出了众多的具体细节。本领域技术人员应当理解,没有某些具体细节,本发明同样可以实施。在一些实例中,对于本领域技术人员熟知的手段未作详细描述,以便于凸显本发明的主旨。

[0049] 参阅图1,本发明一实施例提出一种动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析方法,包括如下步骤S1~S5:

[0050] 步骤S1、获取BMS的PCB电路图,根据所述PCB电路图建立PCB电路模型;

[0051] 具体而言,所述PCB电路图为研发过程中所设计的PCB版图,根据所述PCB电路图,可以建立仿真用的PCB电路模型;用于后续步骤S4中;

[0052] 示例性地,所述PCB电路图可以包括主板和从板;或仅有主板;

[0053] 步骤S2、获取BMS的外接电源线信息和信号线信息,根据所述电源线信息和信号线信息建立线缆模型;

[0054] 具体而言,所述线缆模型为三维模型,所述BMS的外接电源线信息和信号线信息包括的外接电源线和信号线的数量和种类;建立的线缆模型如图2所示,具体地在图2中,其中一组线缆为差分线,其他为电源线和单端信号线;

[0055] 步骤S3、获取预先建立好的测试台架的仿真平台模型,基于所述仿真平台模型对所述线缆模型进行仿真获得BMS的外接电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号;

[0056] 示例性地,所述仿真平台模型是根据线束激励法的测量要求进行建立,包括低介电常数绝缘支撑板、接地平面和电流钳的模型;

[0057] 具体而言,本实施例中根据《ISO 11452-4道路车辆.窄带辐射电磁能量的电子干扰组件试验方法.第4部件:线束激励法》测试标准,搭建测试台架的仿真平台,低介电常数绝缘支撑板尺寸为2000mm\*600mm\*50mm,接地平面尺寸为2000mm\*1000mm\*1mm,电流钳简化模型引起的损耗可以通过调整输入功率做补偿,不需要严格按照实际测试装置搭建电流钳模型,只需要保证线缆都能穿入即可;

[0058] 示例性地,所述步骤S3具体包括:

[0059] 调整电流钳模型激励信号的输入功率,在1MHz~400MHz频率范围内进行扫频,使得在线缆模型中测试到的电流幅值与预设电流值一致,获得BMS的外接电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号;其中,所述电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号均包括幅值信息和相位信息;

[0060] 具体而言,根据《ISO11452-4道路车辆.窄带辐射电磁能量的电子干扰组件试验方法.第4部分:线束激励法》测试标准中激励信号类型选择正确的功率源,通常采用的AM波或CW波,示例性地,图3为AM调制信号时域波形示意图,图3中调幅系数=0.8,调制信号=1kHz,载波信号=1MHz;图4为CW信号时域波形示意图,图4中信号频率=100MHz;

[0061] 在本实施步骤S3中,调整电流钳模型激励信号的输入功率,在1MHz~400MHz频率范围内进行扫频,使得在单条线缆中测试的电流幅值与《ISO11452-4道路车辆.窄带辐射电磁能量的电子干扰组件试验方法.第4部分:线束激励法》中替换法的层级严酷等级电流值一致;示例性地,图5为严酷等级电流值阈值示意图;图6为调整输入功率,在单条线缆中测试到电流幅值示意图,图6中m1为电流幅值;

[0062] 步骤S4、将所述仿真电流信号作为所述PCB电路模型的外接电源线的激励源,并将所述信号线仿真电流信号作为所述PCB电路模型的信号线的激励源,对所述PCB电路模型进行仿真;

[0063] 示例性地,所述对所述PCB电路模型进行仿真,包括:

[0064] 步骤S41、将所述仿真电流信号作为所述PCB电路模型的外接电源线的激励源导入所述PCB电路模型的外接电源线位置,并将所述信号线仿真电流信号作为所述PCB电路模型的信号线的激励源导入所述PCB电路模型的信号线位置,进行仿真;

[0065] 步骤S42、获取所述PCB电路模型仿真过程中电压采集探针所采集的电压,将该电压与BMS芯片能承受噪声电压的设定限值进行比较,并根据比较结果判断BMS芯片是否正常工作,获得仿真结果;

[0066] 其中,所述PCB电路模型中,在预设关键信号对应的BMS芯片管脚所在位置设置有所述电压采集探针;

[0067] 需说明的是,所述预设关键信号指的是对BMS电磁抗扰度性能影响较大的关键信号,也即敏感位置的信号,具体可以包括多个敏感位置的信号,其可以在实施本实施例方法时,由具体的PCB电路结构来选择确定,此处不列举BMS的PCB电路图进行介绍,因为BMS的PCB电路图是多种多样的,但基于本实施例方法的描述可知,本实施例方法适用于各种的BMS的PCB电路结构的仿真测试;

[0068] 还需说明的是,如果BMS是包括主板和从板,激励源需要分别对主板和从板的电源线位置和信号线位置进行导入;

[0069] 步骤S5、根据所述PCB电路模型的仿真结果判断所述PCB电路图是否满足电磁辐射抗扰度要求;

[0070] 可选地,所述步骤S5还包括:

[0071] 若判断所述PCB电路图满足电磁辐射抗扰度要求,则结束分析流程;

[0072] 若判断所述PCB电路图不满足电磁辐射抗扰度要求,则根据仿真结果调整所述PCB电路模型的模型参数,并根据调整后的PCB电路模型重新执行上述步骤S1~S4进行仿真,直至仿真结果为所述PCB电路模型满足电磁辐射抗扰度要求;

[0073] 具体地,所述根据仿真结果调整所述PCB电路模型的模型参数,包括:

[0074] 在所述PCB电路模型中调整走线线宽参数、走线布置方式或修改去耦电容值,以使得预设关键信号对应的BMS芯片管脚所在位置的电压小于BMS芯片能承受噪声电压的设定限值。

[0075] 通过以上实施例方法的描述可知,本发明实施例方法具有以下优点:

[0076] (1) 针对BMS大电流注入法抗扰度测试不通过,PCB整改成本高、周期长,迭代次数多的技术问题,本发明的实施例可在BMS的PCB电路图设计前期进行仿真建模和分析,当仿真结果为所述PCB电路模型在仿真过程中不能正常工作,即根据所述PCB电路模型的仿真结

果判断所述PCB电路图不满足电磁辐射抗扰度要求时,可直接对PCB电路图模型中例如走线和去耦电容的设计参数进行快速修改调整,为BMS电磁抗扰度提供快速而全面的分析方法;

[0077] (2) 针对将注入电流平均分配到每条线缆中与实际情况不符,容易引起较大误差的缺点,本发明的实施例中仿真平台模型和线缆模型与实际测试布置一致,能够真实反映电流钳注入信号端口到BMS外接线缆的每条线缆端口的波形幅值和相位变换情况,确保本BMS电磁抗扰度分析方法结果的准确性;

[0078] (3) 电流钳简化建模引入的损耗可以通过调整输入功率做补偿,不需要严格按照实际电流钳装置搭建电流钳模型,只需要保证线缆都能穿入即可,也确保了本发明实施例方法的有效性和实用性。

[0079] 参阅图7,本发明另一实施例提出一种动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析系统,可以用于实现上述实施例所述动力电池BMS电磁辐射抗扰度分析方法,所述系统包括:

[0080] PCB电路模型建立单元1,用于获取BMS的PCB电路图,根据所述PCB电路图建立PCB电路模型;

[0081] 线缆模型建立单元2,用于获取BMS的外接电源线信息和信号线信息,根据所述电源线信息和信号线信息建立线缆模型;

[0082] 第一仿真单元3,用于获取预先建立好的测试台架的仿真平台模型,基于所述仿真平台模型对所述线缆模型进行仿真获得BMS的外接电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号;

[0083] 第二仿真单元4,用于将所述仿真电流信号作为所述PCB电路模型的外接电源线的激励源,并将所述信号线仿真电流信号作为所述PCB电路模型的信号线的激励源,对所述PCB电路模型进行仿真;

[0084] 判断单元5,根据所述PCB电路模型的仿真结果判断所述PCB电路图是否满足电磁辐射抗扰度要求。

[0085] 可选地,所述仿真平台模型为根据线束激励法的测量要求进行建立,包括低介电常数绝缘支撑板、接地平面和电流钳的模型。

[0086] 可选地,所述第一仿真单元3,具体用于:

[0087] 调整电流钳模型激励信号的输入功率,在1MHz ~ 400MHz频率范围内进行扫频,使得在线缆模型中测试到的电流幅值与预设电流值一致,获得BMS的外接电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号;其中,所述电源线仿真电流信号和信号线仿真电流信号均包括幅值信息和相位信息。

[0088] 可选地,所述第二仿真单元4,具体用于:

[0089] 将所述仿真电流信号作为所述PCB电路模型的外接电源线的激励源导入所述PCB电路模型的外接电源线位置,并将所述信号线仿真电流信号作为所述PCB电路模型的信号线的激励源导入所述PCB电路模型的信号线位置,进行仿真;以及,获取所述PCB电路模型仿真过程中电压采集探针所采集的电压,将该电压与BMS芯片能承受噪声电压的设定限值进行比较,并根据比较结果判断BMS芯片是否正常工作,获得仿真结果;

[0090] 其中,所述PCB电路模型中,在预设关键信号对应的BMS芯片管脚所在位置设置有所述电压采集探针。

[0091] 以上所描述的系统实施例仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的单元可

以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

[0092] 需说明的是,上述实施例所述系统与上述实施例所述方法对应,因此,上述实施例所述系统未详述部分可以参阅上述实施例所述方法的内容得到,也即上述实施例方法的步骤限定内容应理解为本实施例系统所能实现的功能内容,此处不再赘述。

[0093] 以上已经描述了本发明的各实施例,上述说明是示例性的,并非穷尽性的,并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下,对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择,旨在最好地解释各实施例的原理、实际应用或对市场中的技术改进,或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施例。

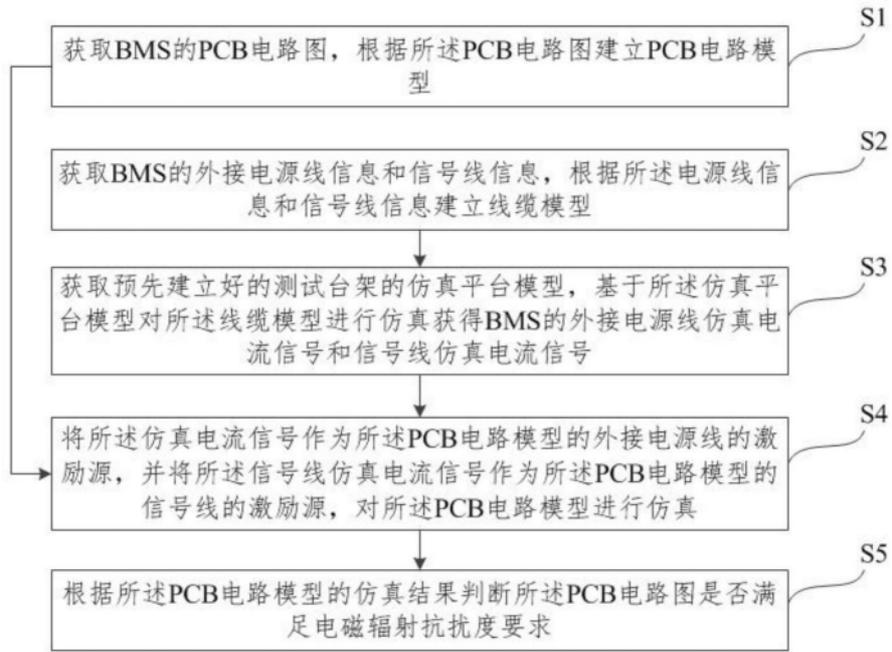


图1

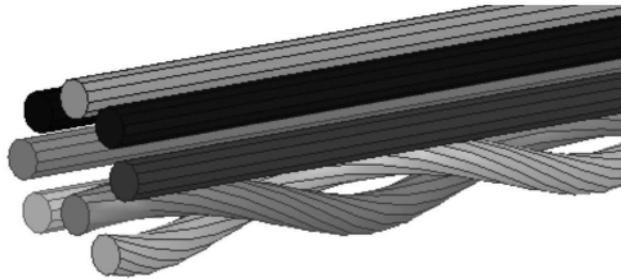


图2

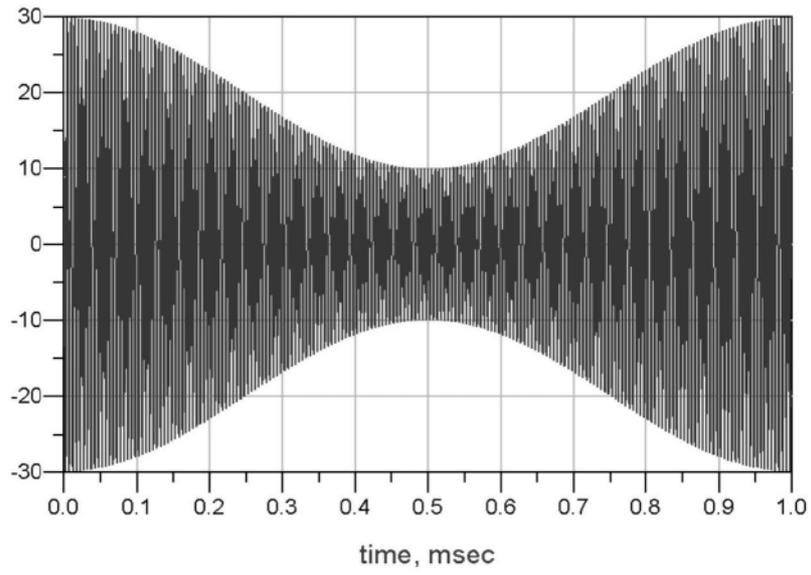


图3

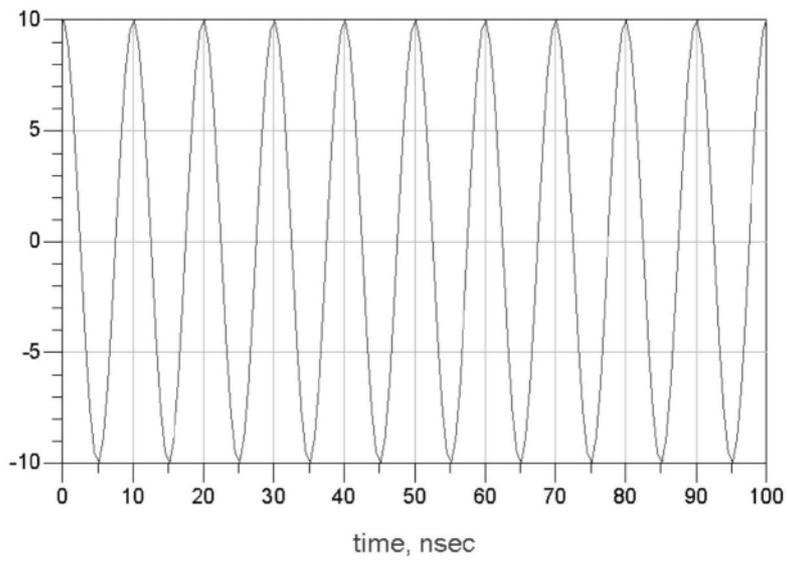


图4

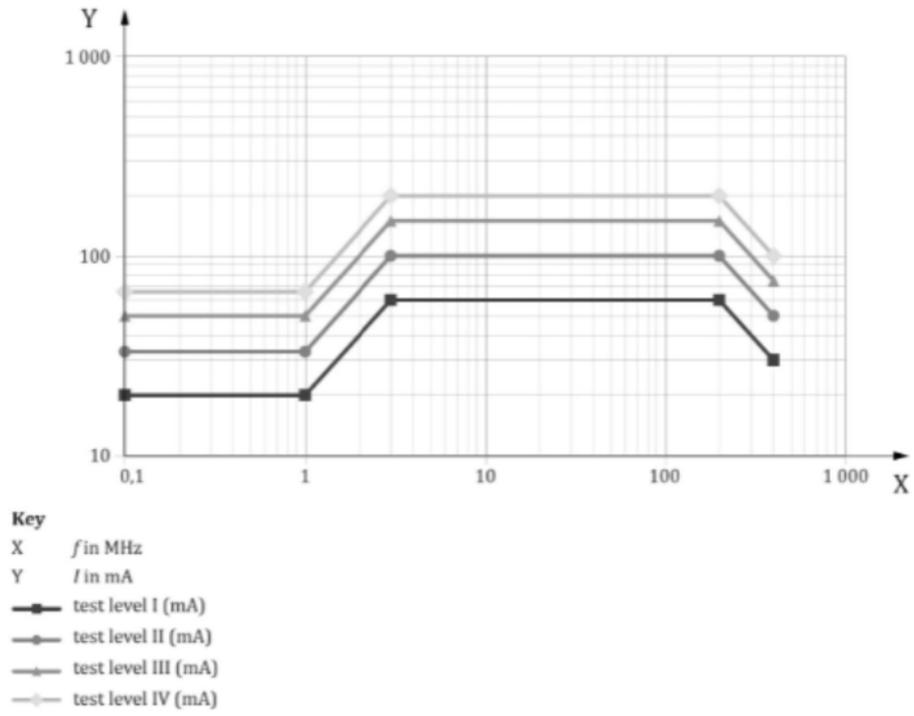


图5

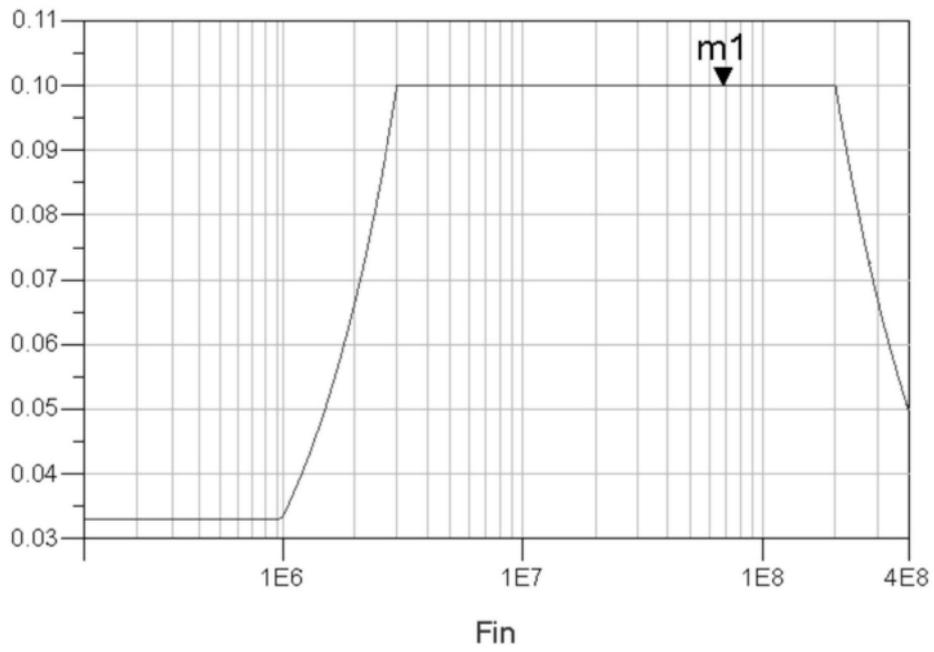


图6

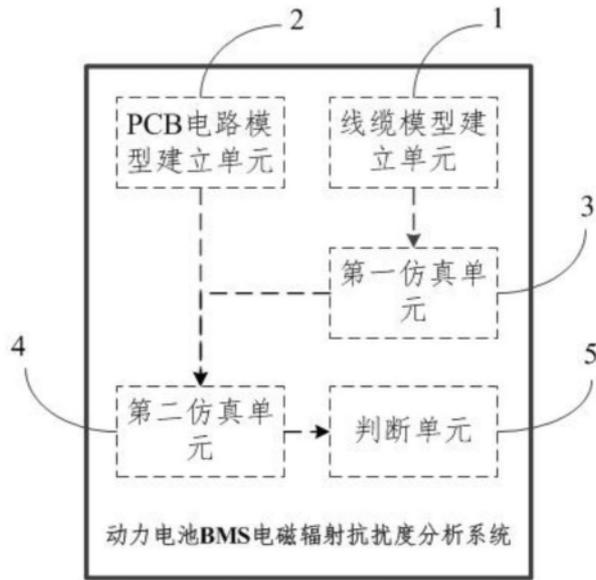


图7