

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利说明书

H02M 3/00 (2007.01)

H02M 7/00 (2006.01)

H02M 1/00 (2007.01)

专利号 ZL 200410052381.4

[45] 授权公告日 2008年6月18日

[11] 授权公告号 CN 100395949C

[22] 申请日 2004.11.19

[21] 申请号 200410052381.4

[73] 专利权人 鸿富锦精密工业(深圳)有限公司  
地址 518109 广东省深圳市宝安区龙华镇  
油松第十工业区东环二路2号

共同专利权人 鸿海精密工业股份有限公司

[72] 发明人 黄永兆 李 云

[56] 参考文献

CN1435943A 2003.8.13

JP5-91782A 1993.4.9

PWM可逆整流器的建模与系统仿真. 张加胜, 郝荣泰. 电气传动, 第1998年卷第6期. 1998

审查员 李紫峰

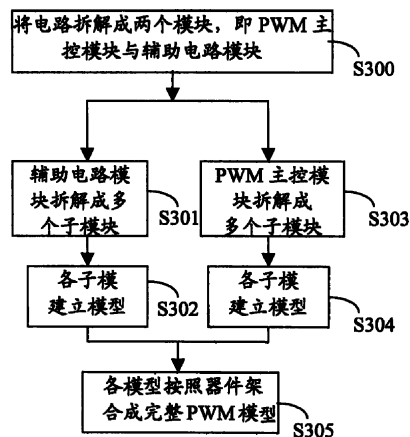
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

[54] 发明名称

多相PWM控制器的建模方法

[57] 摘要

本发明揭露一种多相PWM控制器的建模方法。该方法包括以下步骤：定义电路的器件结构(Block Diagram)及电气参数(ElectronicCharacteristics)；依据器件结构及电气参数定义器件模型架构及器件模型参数；接着，建立多相PWM控制器的器件模型；在器件模型建立完毕后，将模型置于电路中；最后，进行电路仿真，根据仿真输出结果与实际电路测试的结果进行比对来优化模型参数，达到模型完善。



1. 一种多相 PWM 控制器的建模方法，其特征在于，该方法包括以下步骤：

定义多相 PWM 控制器电路的器件结构及电气参数；

依据所述的器件结构及电气参数定义器件模型架构及器件模型参数；

将多相 PWM 控制器电路拆解成两个模块，即 PWM 主控模块与辅助电路模块；

将 PWM 主控模块及辅助电路模块分别拆分成多个子模块；

分别对各多个子模块建立模型；

将各子模块按照器件架构整合成一完整的多相 PWM 控制器模型；

在器件模型建立完毕后，将模型置于电路中；

进行电路仿真，根据仿真输出结果与实际电路测试的结果进行对比。

2. 如权利要求 1 所述的多相 PWM 控制器的建模方法，其特征在于，辅助电路模块包括：Droop 放大模块、参考部分模块、Power Good 放大模块、电流限制模块、及 VID 数模转换模块。

3. 如权利要求 1 所述的多相 PWM 控制器的建模方法，其特征在于，其中 PWM 主控模块包括多相 PWM 控制 IC 模块及用以保证多相 DC/DC 变换器的各个变换信道的输出电流均衡的电流感应放大模块。

4. 如权利要求 3 所述的多相 PWM 控制器的建模方法，其特征在于，其中所述的多相 PWM 控制 IC 模块包括一时钟发生模块及一单相 PWM 控制 IC 模块。

5. 如权利要求 4 所述的多相 PWM 控制器的建模方法，其特征在于，其中所述的单相 PWM 控制 IC 模块包括电压误差放大器模块、PWM 比较器模块、RS 触发器模块、及驱动器模块以及时钟发生模块。

## 多相 PWM 控制器的建模方法

### 【技术领域】

本发明关于一种器件建模方法，尤其关于一种多相 PWM 控制器的建模方法。

### 【背景技术】

近年来，随着一些高性能 CPU 的出现，如 Pentium 4、Athlon 等需要输出电压更小而电流更大的 DC/DC 或 AC/DC 变换器，其对热性能、EMI 及负载瞬变应答（Load Transient）的要求不断提高。传统的单相 PWM（脉宽调制，Pulse Width Modulation）变换器日益显示出局限性，而多相 PWM 控制的变换器为高性能 CPU 解决了这些问题。

而 DC/DC 或 AC/DC PWM 变换器往往与 CPU 等负载设计在同一块板上，不便于事先做性能评估试验，因此利用仿真手段变得重要，Cadence OrCAD Pspice（以下简称 Pspice）是一种广泛应用在 DC/DC 或 AC/DC PWM 变换器优化设计的仿真软件。Pspice 可以对众多元器件构成的电路进行仿真分析，这些元器件以符号、模型及封装三种形式分别存放在扩展名为 Slb、Lib 和 Plb 三种类型的库文件中。Pspice 仿真解决的主要问题之一就是器件模型问题，即模型参数的准确性和完整性，以及是否满足实际应用。由于器件在不同的工作状态和不同的应用表现为不同特性，因此不同的仿真分析如直流特性分析及交流分析等使用的模型参数是不同的。多相 PWM 控制 DC/DC 变换器内部结构复杂，但目前尚无其它的 Pspice 模型，因此给电路的设计与仿真带来很多困难。

因此需要提供一种能够自动建立多相 PWM 控制器模型的方法，其依据器件结构及电气参数定义器件模型架构及器件模型参数，建立器件模型，并将模型运用到电路中进行电路仿真与电路实际测试相结合的方法来完善器件模型。

## 【发明内容】

为解决上述存在的缺陷，本发明提供一种多相 PWM 控制器的建模方法，其可自动建立多相 PWM 控制器的模型。

本发明揭露一种多相 PWM 控制器的建模方法。该方法包括以下步骤：首先，定义多相 PWM 控制器电路的器件结构 (Block Diagram) 及电气参数 (Electronic Characteristics)；依据所述器件结构及电气参数定义器件模型架构及器件模型参数；接着，建立多相 PWM 控制器的器件模型；在器件模型建立完毕后，将模型置于电路中；最后，进行电路仿真，根据仿真输出结果与实际电路测试的结果进行比对。

其中建立器件模型步骤还包括以下步骤：将电路结构图拆解成两个模块，即 PWM 主控模块与辅助电路模块；接着将 PWM 主控模块拆分成多个子模块；分别对各多个子模块建立模型；同时，将辅助电路模块部分拆分成多个子模块；再对各多个子模块建立模型；将各子模块按照器件架构整合成一完整的多相 PWM 控制器模型。

通过利用本发明，其可自动建立多相 PWM 控制器的模型，从而可把该模型置于电路中进行仿真，以便于事先对电路性能进行评估，从而提高研发工作的效率。

## 【附图说明】

图 1 是单相 PWM 控制器的基本结构图。

图 2 是多相 PWM 控制器的建模方法的主流程图。

图 3 是本发明的建模流程图。

图 4 是本发明的辅助电路模块结构示意图。

图 5 是本发明的 PWM 主控模块结构示意图。

## 【具体实施方式】

本实施例中以 Cadence OrCAD PSpice 仿真软件进行仿真。因多相 PWM 控制器是由多个单相 PWM 构成的，在此介绍一下单相 PWM 控制器。如图 1 所示，是单相 PWM (脉宽调制, Pulse Width Modulation) 控制器的电路结构图。该单相 PWM 控制器电路结构包括：误差放大器 U1、PWM 比较器 U2、RS 触发器 U3、及时钟发生器。误差放大器 U1 的负端输入一反馈电压 FB，正端连接基准电压 VREF 的正端，V+

端接地，其输出连接至 PWM 比较器 U2 的负端，正端通过波形发生器连接至 RS 触发器 U3 的 S 端，PWM 输出端连接至 RS 触发器 U3 的 R 端，RS 触发器的输出端为 Q 及 Q-。时钟发生器输出的 RAMP 信号输入 PWM 比较器 U2 的正端，用来调节脉冲宽度，其输出的脉冲群输入到 RS 触发器 U3 的 S 端，用来对 RS 触发器进行触发。

如图 2 所示，是多相 PWM 控制器的建模方法的主流程图。定义多相 PWM 控制器电路的器件结构 (Block Diagram) 及电气参数 (Electronic Characteristics) (步骤 S201)；依据所述器件结构及电气参数定义器件模型架构及器件模型参数 (步骤 S202)；接着，建立多相 PWM 控制器的器件模型 (步骤 S203)；在器件模型建立完毕后，将模型置于电路中 (步骤 S204)；最后，进行电路仿真，根据仿真输出结果与实际电路测试的结果进行比对来优化模型参数，达到模型完善 (步骤 S205)。

如图 3 所示，是本发明的建模流程图。首先，将多相 PWM 控制器电路结构拆解成两个模块，即 PWM 主控模块与辅助电路模块 (步骤 S300)；接着将辅助电路模块部分拆分成多个子模块，拆解后所得的模块如图 4 所示 (步骤 S301)；同时，再对各多个子模块建立模型 (步骤 S302)；将 PWM 主控模块拆分成多个子模块，拆解后所得的模块如图 5 所示 (步骤 S303)；分别对各多个子模块建立模型 (步骤 S304)；最后，将各子模块按照器件架构整合成一完整的 PWM 模型 (步骤 S305)。

如图 4 所示，是本发明的辅助电路模块结构示意图。其中辅助电路模块 4 包括：Droop 放大模块 41、参考部分模块 42、Power Good 放大模块 43、电流限制模块 44、及 VID 数模转换模块 45。Droop 放大模块 41 用于过压保护和欠压保护；参考部分模块 42 用于给误差放大器 U1 一基准电压；Power Good 放大模块 43 输出 Power Good 信号以表明芯片上电完成；电流限制模块 44 用于提供电流保护功能；VID 数模转换模块 45 提供了 VID (Voltage ID) 数模转换功能。

如图 5 所示，是本发明的 PWM 主控模块结构示意图。PWM 主控模块 5 包括多相 PWM 控制 IC 模块 50 及用以保证多相 DC/DC 变换器

---

控制 IC 模块 50 包括时钟发生模块 501 及单相 PWM 控制 IC 模块 500。  
单相 PWM 控制 IC 模块 500 包括：电压误差放大器模块 5000、PWM 比较器模块 5001、RS 触发器模块 5002、及驱动器模块 5003。

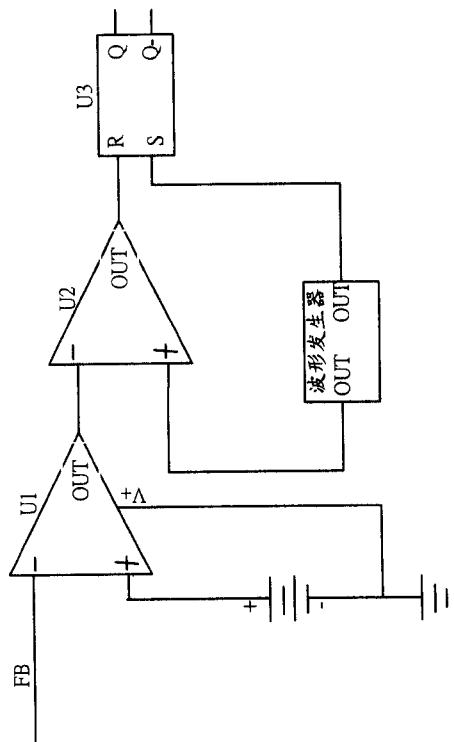


图 1

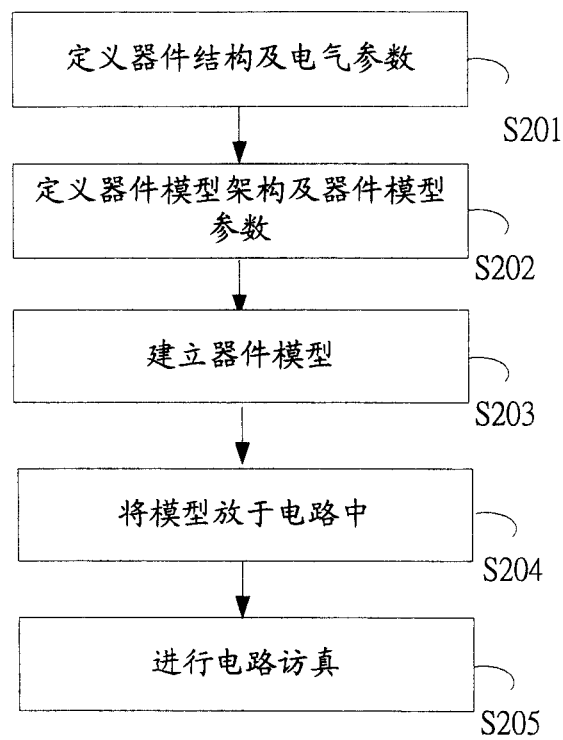


图 2



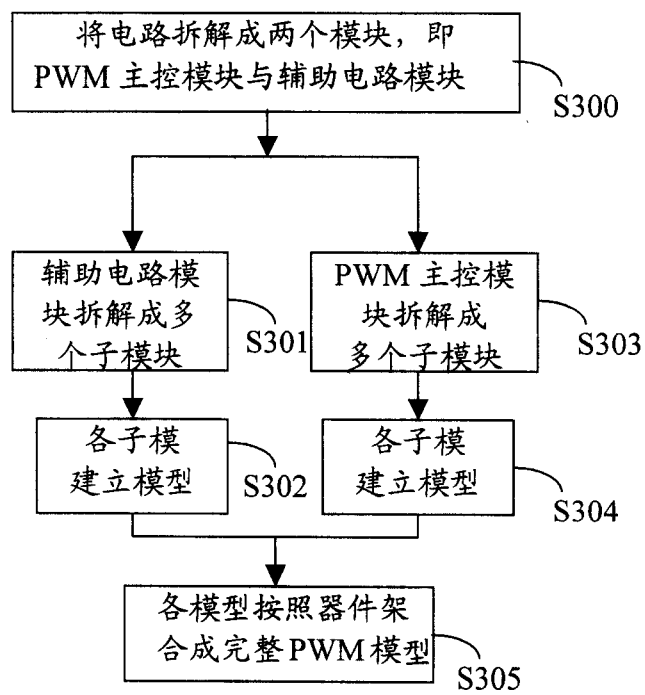


图 3

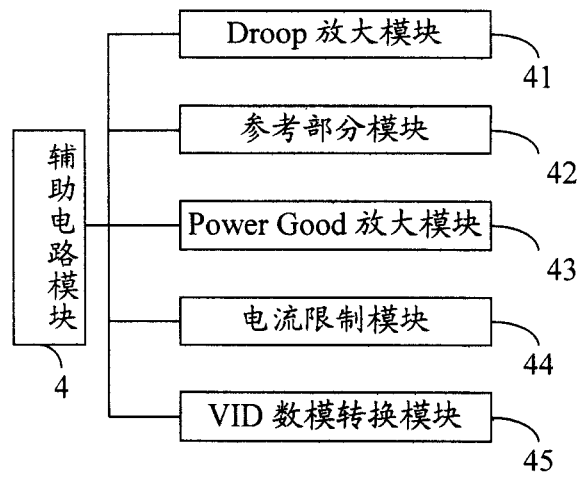


图 4

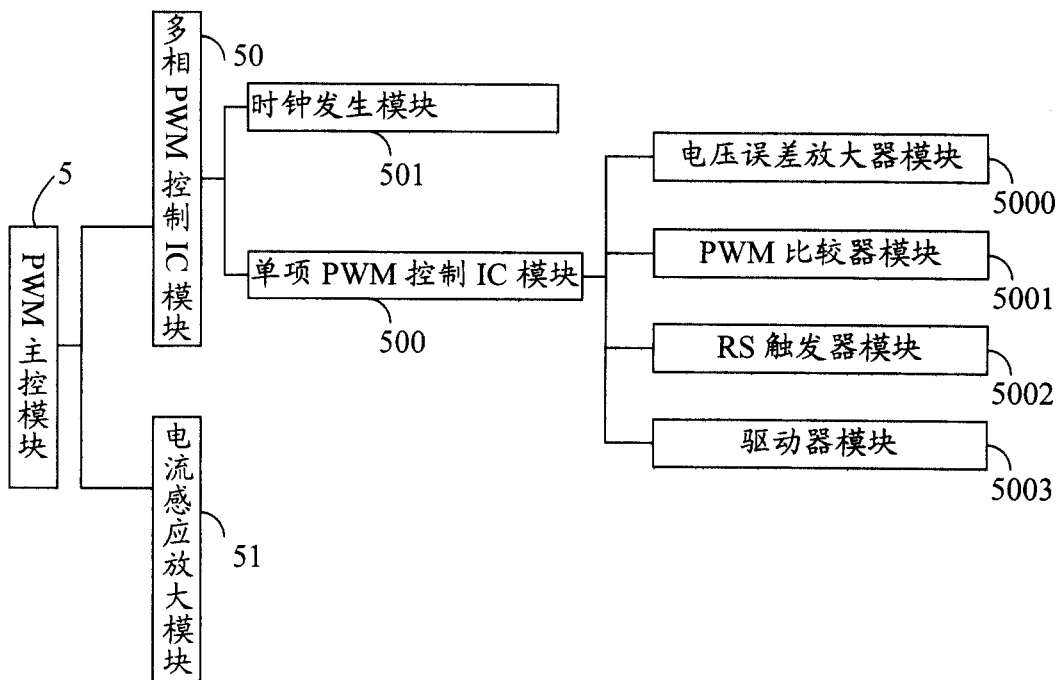


图 5