



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101375282 B

(45) 授权公告日 2010. 12. 01

(21) 申请号 200580041857. 7

(22) 申请日 2005. 12. 05

(30) 优先权数据

10/904, 950 2004. 12. 07 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 06. 06

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2005/043690 2005. 12. 05

(87) PCT申请的公布数据

W02006/062827 EN 2006. 06. 15

(73) 专利权人 国际商业机器公司

地址 美国纽约

(72) 发明人 米歇尔·K·库克

布鲁斯·R·阿查姆比尤尔特

查尔斯·R·盖茨

德里克·D·斯科特

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 付建军

(51) Int. Cl.

G06F 17/50 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 5883808 A, 1999. 03. 16, 说明书第 5 栏到第 9 栏、附图 1-2.

US 6405349 B1, 2002. 06. 11, 说明书第 9 栏、附图 6.

CN 1545049 A, 2004. 11. 10, 全文.

审查员 王荣

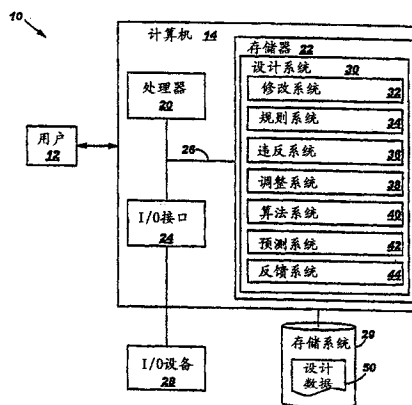
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于对电路进行评估的方法、系统和程序产品

(57) 摘要

提供了用于设计和 / 或评估电路的改善的解决方案。可以在电路的设计数据 (50) 检测规则违反, 并可以基于对设计数据 (50) 的调整, 生成预测。例如, 可以基于设计数据 (50) 中的可调参数的调整窗口 (66), 生成多个预测。预测可以被显示给用户 (12), 用户可以确定对设计数据 (50) 的所需要的修改。可以由用户 (12) 应用修改, 和 / 或通过电路设计工具自动地应用修改。



1. 一种对电路进行评估的方法,所述方法包括:
获取电路的设计数据 (50);
基于设计数据 (50) 检测是否存在规则违反;
为规则违反获取可调参数的调整窗口 (66);以及
基于调整窗口生成多个预测 (68),
其中生成步骤包括:
基于规则违反获取计算算法;
基于调整窗口 (66),为可调参数生成多个调整;以及
通过应用计算算法,确定多个调整中的每一个调整的预测影响,其中,多个预测 (68) 中的每一个预测都包括调整和对应的预测影响。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,获取计算算法步骤包括:
获取对样本电路的样本设计数据的一组全波模拟的一组结果,其中,样本设计数据包括与设计数据 (50) 类似的一组参数;以及
基于所述结果组,生成计算算法。
3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,获取一组结果的步骤包括:
获取样本设计数据;
对样本设计数据执行全波模拟;
为可调参数定义样本调整窗口;
调整样本调整窗口中的多个调整中的每一个调整的样本设计数据;以及
为每一个调整的样本设计数据重复执行全波模拟的步骤,其中,所述结果组包括每一个全波模拟的结果。
4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,获取计算算法步骤包括:
获取与设计数据 (50) 具有类似的一组参数的样本电路的实际测量值;以及
基于实际测量值,生成计算算法。
5. 根据权利要求 1 所述的方法,进一步包括基于多个预测 (68) 中的一个,获取用以实现到设计数据 (50) 中的修改。
6. 根据权利要求 5 所述的方法,进一步包括自动地将修改实现到设计数据 (50) 中。
7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,检测步骤包括:
获取定义规则违反的规则;以及
将规则应用于设计数据 (50)。
8. 根据权利要求 7 所述的方法,其中,检测步骤进一步包括获取规则的一组可接受值,其中,所述可接受值组进一步定义规则违反。
9. 根据权利要求 1 所述的方法,进一步包括将多个参数中的一个标识为可调参数。
10. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,获取调整窗口步骤包括自动地分析设计数据 (50),以确定调整窗口 (66) 的最小调整。
11. 一种用于对电路进行评估的系统,所述系统包括:
用于获取电路的设计数据 (50) 的装置;
用于基于设计数据 (50) 检测是否存在规则违反的装置;
用于为规则违反获取可调参数的调整窗口 (66) 的装置;以及

用于基于调整窗口 (66) 生成多个预测 (68) 的装置,

其中,用于生成多个预测的装置包括:

用于基于规则违反获取计算算法的装置;

用于基于调整窗口 (66),为可调参数生成多个调整的装置;以及

用于通过应用计算算法,确定多个调整中的每一个调整的预测影响的装置,其中,多个预测 (68) 中的每一个预测都包括调整和对应的预测影响。

12. 根据权利要求 11 所述的系统,进一步包括用于基于多个预测 (68) 中的一个,获取用以实现到设计数据 (50) 中的修改的装置。

13. 根据权利要求 12 所述的系统,进一步包括用于自动地将修改实现到设计数据 (50) 中的装置。

14. 根据权利要求 11 所述的系统,其中,用于检测的装置包括:

用于获取定义规则违反的规则的系统;以及

用于将规则应用于设计数据 (50) 的装置。

15. 根据权利要求 11 所述的系统,进一步包括用于将多个参数中的一个标识为可调参数的装置。

16. 根据权利要求 11 所述的系统,其中,用于获取调整窗口 (66) 的装置包括用于分析设计数据 (50),以确定调整窗口 (66) 的最小调整的装置。

17. 一种电路设计系统,包括:

用于管理电路的设计数据 (50) 的修改系统 (32);

用于基于设计数据 (50) 检测规则违反的违反系统 (36);

用于为规则违反获取可调参数的调整窗口的参数系统;以及

用于基于调整窗口 (66) 生成多个预测 (68) 的预测系统 (42),

其中,所述电路设计系统进一步包括用于基于规则违反获取计算算法的算法系统 (40),其中,预测系统 (42) 通过将计算算法应用到规则违反来生成多个预测 (68),其中,多个预测中的每一个都包括调整和对应的预测影响。

18. 根据权利要求 17 所述的电路设计系统,进一步包括用于获取定义规则违反的规则的规则系统,其中,违反系统 (36) 将规则应用到设计数据 (50)。

19. 根据权利要求 17 所述的电路设计系统,进一步包括反馈系统 (44),用于基于多个预测 (68) 中的一个,获取将实现到设计数据 (50) 中的修改。

20. 根据权利要求 19 所述的电路设计系统,其中修改系统 (32) 自动地将所选调整实现到设计数据 (50) 中。

21. 根据权利要求 17 所述的电路设计系统,其中用户 (12) 使用修改系统 (32) 来修改设计数据 (50)。

用于对电路进行评估的方法、系统和程序产品

技术领域

[0001] 本发明一般涉及电路设计,具体来说,涉及检测电路中的规则违反并基于一个或多个调整生成一组预测的解决方案。本发明可以应用于电子设计和制造领域。

背景技术

[0002] 计算设备中所使用的印刷电路板通常必须在销售之前通过一个或多个电磁兼容性测试。在设计每一个印刷电路板时使用良好的设计实践是增大制造出的电路板通过测试的概率的最经济合算的解决方案之一。在这个意义上,优选情况下,对照这些良好的设计实践来检查新的印刷电路板的设计数据,以确定任何违反情况。随后,如果可能的话,可以修改电路板设计,以在制造电路板之前遵从这些设计实践。

[0003] 当前,对电路的设计数据的大多数检查都是人工地进行的。具体来说,人们可以使用电路设计软件在视觉上查看设计数据以识别任何违反情况。由于此任务的复杂性,有一些软件工具用来对照预先指定的一组物理设计参数检查设计数据,以检测违反情况。虽然如此,一旦识别了违反情况,人们必须在修改设计数据以符合设计参数的相对优点与不修改设计数据的相对危险性之间进行评估。为帮助进行此评估,人们可以使用金波模拟软件。在全波模拟中,生成代表特定问题的模型,模拟器对模型进行处理,以产生结果。然而,由于甚至简单问题都具有的复杂性,全波模拟的实际处理时间可能比较长(也许 24 小时)。结果,全波模拟只限于评估特定的简单问题,使一些电路设计大得难以模拟。

[0004] 根据此情况,需要用于设计和/或评估电路的改善的解决方案。具体来说,需要这样的解决方案:可以识别电路中的规则违反,并可以有效地生成关于对电路进行修改以消除/部分地消除规则违反的预期的优点的一个或多个预测。

发明内容

[0005] 本发明提供了用于设计和/或评估电路(例如,印刷电路板布局、集成电路布局等等)的改善的解决方案。具体来说,可以通过检测一个或多个规则违反并基于对设计数据的调整生成一个或多个预测,对电路的设计数据进行评估。在一个实施例中,可以使用调整窗口来生成多个调整。随后,对于每一个调整,可以确定对应的预测影响。可以使用对电路的预期性能进行估计的计算算法,计算每一个预测影响。如此,用户可以查看用于修改电路的各种选项,并就哪一个修改是最合乎需要的作出决定。此外,还可以作为电路设计工具的一部分包括评估。在此情况下,可以选择对设计数据的一个或多个修改,并提供给用户,以便实施,和/或自动地通过电路设计工具实施。结果,本发明提供了有效地开发和/或对电路进行评估的改善的解决方案。

[0006] 本发明的第一个方面提供了一种对电路进行评估的方法,所述方法包括:获取电路的设计数据;基于设计数据检测是否存在规则违反;为规则违反获取可调参数的调整窗口;以及基于调整窗口生成多个预测。

[0007] 本发明的第二个方面提供了一种对电路进行评估的系统,所述系统包括:用于获

取电路的设计数据的修改系统 ; 用于基于设计数据检测是否存在规则违反的违反系统 ; 用于为规则违反获取可调参数的调整窗口的调整系统 ; 以及用于基于调整窗口生成多个预测的预测系统。

[0008] 本发明的第三个方面提供了一种存储在计算机可读介质上的程序产品, 当运行时对电路进行评估, 所述程序产品包括 : 用于获取电路的设计数据的程序代码 ; 用于基于设计数据检测是否存在规则违反的程序代码 ; 用于为规则违反获取可调参数的调整窗口的程序代码 ; 以及用于基于调整窗口生成多个预测的程序代码。

[0009] 根据本发明的第四个方面, 提供了一种电路设计工具, 包括 : 用于管理电路的设计数据的修改系统 ; 用于基于设计数据检测是否存在规则违反的违反系统 ; 用于为规则违反获取可调参数的调整窗口的参数系统 ; 以及用于基于调整窗口生成多个预测的预测系统。

[0010] 本发明的第五个方面提供了一种设计电路的方法, 所述方法包括 : 获取电路的设计数据 ; 基于规则和设计数据检测是否存在规则违反 ; 为规则违反获取可调参数的调整窗口 ; 将计算算法应用到规则违反和调整, 以生成预测 ; 以及自动地将修改实现到设计数据中。

[0011] 根据本发明的第六个方面, 提供了一种电路设计工具, 包括 : 用于管理电路的设计数据的修改系统 ; 用于基于规则和设计数据检测是否存在规则违反的违反系统 ; 用于为规则违反获取可调参数的调整的参数系统 ; 以及用于将计算算法应用到规则违反和调整, 以生成预测的预测系统。

[0012] 本发明的第七个方面提供了一种部署用于对电路进行评估的应用程序的方法, 所述方法包括 : 提供计算机基础架构, 用于 : 获取电路的设计数据 ; 基于设计数据检测是否存在规则违反 ; 为规则违反获取可调参数的调整窗口 ; 以及基于调整窗口生成多个预测。

[0013] 本发明的第八个方面提供了用于对电路进行评估的以传播的信号实现的计算机软件, 所述计算机软件包括使计算机系统实行下列功能的指令 : 获取电路的设计数据 ; 基于设计数据检测是否存在规则违反 ; 为规则违反获取可调参数的调整窗口 ; 以及基于调整窗口生成多个预测。

[0014] 本发明的说明性各个方面被设计为解决这里所描述的问题及熟练的技术人员能够发现的其他未讨论的问题。

附图说明

[0015] 通过参考与描述了本发明的各种实施例的附图一起进行的对本发明的各个方面的描述, 本发明的这些及其他特征, 将更好地被理解, 其中 :

[0016] 图 1 显示了根据本发明的一个实施例的用于设计和 / 或评估电路的说明性系统 ;

[0017] 图 2 显示了如图 1 所示的各种系统的说明性数据流 ;

[0018] 图 3 显示了用于向用户显示多个预测的说明性显示区 ; 以及

[0019] 图 4 显示了根据本发明的一个实施例的方法步骤。

[0020] 值得注意的是, 本发明的附图不是按比例绘制的。附图只描述了本发明的典型的方面, 因此, 不应该被视为限制本发明的范围。在附图中, 类似的附图标记代表在附图之间类似的元件。

具体实施方式

[0021] 如上文所指出的,本发明提供了用于设计和 / 或评估电路 (例如,印刷电路板布局、集成电路布局等等) 的改善的解决方案。具体来说,可以通过检测一个或多个规则违反并基于对设计数据的调整生成一个或多个预测,对电路的设计数据进行评估。在一个实施例中,可以使用调整窗口来生成多个调整。随后,对于每一个调整,可以确定对应的预测影响。可以使用对电路的预期性能进行估计的计算算法,计算每一个预测影响。如此,用户可以查看用于修改电路的各种选项,并就哪一个修改是最合乎需要的作出决定。此外,还可以作为电路设计工具的一部分包括评估。在此情况下,可以选择对设计数据的一个或多个修改,并提供给用户,以便实现,和 / 或自动地通过电路设计工具实现。结果,本发明提供了有效地开发和 / 或对电路进行评估的改善的解决方案。

[0022] 回到附图,图 1 显示了用于设计和 / 或评估电路的说明性系统 10。具体来说,设计系统 30 对电路的设计数据 50 进行管理。在这个意义上,用户 12 可以使用设计系统 30 来对设计数据 50 进行各种操作 (例如,添加、修改、删除等等)。另外,用户 12 还可以请求设计系统 30 通过检测设计数据 50 中的规则违反来对电路进行评估,并基于对设计数据 50 的各种可能的调整,生成一个或多个预测。随后,用户 12 和 / 或设计系统 30 可以基于预测将一个或多个修改实现到设计数据 50 中。

[0023] 设计系统 30 是作为计算机程序代码在计算机 14 上实现的。在这个意义上,计算机 14 包括处理器 20、存储器 22、输入 / 输出 (I/O) 接口 24,以及总线 26。此外,计算机 14 还与外部 I/O 设备 / 资源 28 和存储系统 29 进行通信。一般而言,处理器 20 执行计算机程序代码,如存储在存储器 22 和 / 或存储系统 29 中的设计系统 30。在执行计算机程序代码 (例如,设计系统 30) 时,处理器 20 可以向 / 从存储器 22、存储系统 29 和 / 或 I/O 接口 24 读取和 / 或写入数据,如设计数据 50。总线 26 在计算机 14 中的每一个组件之间提供了通信链路,I/O 设备 28 可以包括允许用户 12 与计算机 14 进行交互的任何设备 (例如,键盘、指示设备、显示器等等)。

[0024] 或者,用户 12 可以与另一个计算设备 (未显示) 进行交互,该另一个计算设备与计算机 14 进行通信。在此情况下,I/O 设备 28 可以包括允许计算机 14 通过网络与一个或多个其他计算设备进行通信的任何设备 (例如,网络适配器、I/O 端口、调制解调器等等)。网络可以包括各种通信链路的任何组合。例如,网络可以包括可寻址的连接,这些连接可以利用有线线路和 / 或无线传输方法的任何组合。在这种情况下,计算设备 (例如,计算机 14) 可以利用常规网络连接,如令牌环网、以太网、WiFi 或其他常规通信标准。此外,网络还可以包括一个或多个任何网络类型,包括因特网、广域网 (WAN)、局域网 (LAN)、虚拟专用网络 (VPN) 等等。在通过因特网进行通信的情况下,可以通过基于常规 TCP/IP 套接字协议提供连接,计算设备可以利用因特网服务提供商来与因特网建立连接。

[0025] 计算机 14 只是硬件和软件的各种可能的组合的代表。例如,处理器 20 可以包括单一处理单元,也可以跨一个或多个位置 (例如,客户端和服务端) 的一个或多个处理单元分布。类似地,存储器 22 和 / 或存储系统 29 可以包括各种计算机可读介质和 / 或驻留在一个或多个物理位置的传输介质的任何组合。此外,I/O 接口 24 可以包括用于与一个或多个 I/O 设备 28 交换信息的任何系统。更进一步,还应该理解,计算机 14 中还可以包括图 1 中没有显示的一个或多个另外的组件 (例如,系统软件、数学协处理器等等)。在这个意

义上,计算机 14 可以包括任何计算设备类型,如网络服务器、台式计算机、膝上型电脑、手持设备、移动电话、寻呼机、个人数据助理等等。然而,如果计算机 14 包括手持设备等等,则应该理解,计算机 14 内可以包含一个或多个 I/O 设备 28(例如,显示器)和 / 或存储系统 29,如图所示,不在外部。

[0026] 如下面进一步地讨论的,设计系统 30 设计和 / 或评估电路的设计数据 50。在这个意义上,设计系统 30 包括用于获取设计数据 50 的修改系统 32、用于获取规则的规则系统 34,以及用于基于规则和 design 数据 50 检测规则违反的违反系统 36。另外,设计系统 30 还包括用于为规则违反获取可调参数的一个或多个调整的调整系统 38、用于基于规则违反获取计算算法的算法系统 40,以及通过应用计算算法为每一个调整生成预测的预测系统 42。更进一步,设计系统 30 包括反馈系统 44,用于基于预测获取实现到设计数据 50 中的修改。下面将进一步地讨论这些系统中的每一个系统的操作。然而,应该理解,如图 1 所示的各种系统中的某些系统可以独立地、组合地实现,和 / 或存储在通过网络进行通信的一个或更多单独的计算机 14 的存储器中。此外,还应该理解,也可以不实现某些系统和 / 或功能,还可以作为系统 10 的一部分包括另外的系统和 / 或功能。

[0027] 图 2 显示了如图 1 所示的各种系统的说明性数据流。具体来说,修改系统 32 使用任何解决方案获取电路的设计数据 50。例如,设计系统 30(图 1)可以包括任何已知的电路设计工具,而修改系统 32 可以允许用户 12(图 1)对设计数据 50 进行管理(例如,创建、删除、修改等等)。在此情况下,修改系统 32 可以进一步允许用户 12 请求对设计数据 50 进行评估。在这个意义上,修改系统 32 可以允许用户 12 标识设计数据 50,通过选择特定电路的一部分设计数据来进行评估。进一步地,设计数据 50 还可以从另一个计算设备传递到修改系统 32 进行评估。应该理解,这些解决方案只是由用于获取设计数据 50 的修改系统 32 实现的各种解决方案的说明。

[0028] 在任何情况下,修改系统 32 都可以向违反系统 36 提供设计数据 50 进行评估。违反系统 36 基于设计数据 50 检测一组(一个或多个)规则违反。在一个实施例中,违反系统 36 可以从规则系统 34 中获取定义规则违反的一个或多个规则。规则系统 34 可以管理一组用于分析设计数据 50 的各个方面的规则。每一个规则都可以以电路设计的已知良好的实践、公司的内部设计规则等等为基准。例如,规则系统 34 可以包括将电路板的外部的线路的长度限制到不超过两百密耳(一密耳是一个千分之一英寸)的规则。线路可以被配置为,例如,传送诸如时钟频率之类的频率信号。

[0029] 典型的规则包括特定参数的一组可接受值的定义。在这个意义上,可以通过一系列值的范围来定义参数的可接受值。在此情况下,该范围的最小 / 最大值可以以典型的生产制造要求(例如,最小线路厚度)、已知良好的实践(例如,最大线路长度)等等为基础。进一步,参数的可接受值可以基于一个或多个另外的参数的值而变化。在一个实施例中,上文所讨论的线路长度规则可以包括一组基于线路厚度、时钟频率、线路类型等等而变化的可接受长度值。例如,传送较低的时钟频率的线路可以被允许比传送较高的时钟频率的类似的线路在电路板的外部具有更长的长度。

[0030] 在一个实施例中,规则系统 34 允许用户 12(图 1)添加、删除和 / 或修改规则集中的一个或多个规则。在这个意义上,规则系统 34 可以允许用户 12 有选择地修改一个或多个参数的一组可接受值。例如,用户 12 可以将上文所讨论的线路的默认可接受长度(例如,

小于或等于两百密耳)修改到稍高和 / 或稍低的值。此外,随着制造技术的变化,特定参数的对应的可接受值也可以变化。例如,用户 12 可以修改电路中允许的最小线路厚度。在这个意义上,规则系统 34 可以定期从包括特定实体(例如,企业、鉴定实体等等)的一组可接受值的外部系统等等接收修改过的可接受值和 / 或规则。更进一步,规则系统 34 可以允许用户 12 有选择地选择应用到设计数据 50 中的规则集中的一个或多个规则。如此,用户 12 可以对设计数据 50 进行有限的评估,试图只检测可能的规则违反的特定子集。

[0031] 在任何情况下,违反系统 36 都可将规则应用到设计数据 50 中,以检测规则违反。规则违反包括违犯了一个或多个规则的某些或所有设计数据 50。在这个意义上,规则违反可以包括设计数据 50 的各种物理尺寸数据和 / 或电特性数据。随后,违反系统 36 将规则违反提供到预测系统 42,以便进行进一步的评估。预测系统 42 为规则违反基于对可调参数的调整生成预测。预测包括在将对可调参数的调整应用于设计数据 50 的情况下将获得的相对改进 / 下降的估计。在这个意义上,预测可以包括调整以及该调整的对应的预测影响。在一个实施例中,每一个预测影响被表达为在远离电路的特定距离处的接收器上测得的电场强度的以分贝微伏表示的差。

[0032] 预测系统 42 可以从调整系统 38 接收调整。例如,调整系统 38 可以向用户 12(图 1)显示一个界面,该界面允许用户 12 识别可调参数以及针对规则违反的调整。在这个意义上,调整系统 38 可以显示设计数据 50 的对应于规则违反的那一部分。此外,还可以突出显示特定电路项,并可以显示出各种参数的值,以帮助用户 12 确定可调参数和 / 或所需要的调整。随后,用户 12 可以将各种参数中的一个或多个参数标识为可调参数,并标出对应的调整。

[0033] 在一个实施例中,调整系统 38 获取可调参数的调整窗口。例如,用户 12(图 1)可以定义调整窗口(例如,范围)的最小和最大值,用户 12 希望在该调整窗口内修改可调参数。此外,调整系统 38 还可以对设计数据 50 进行分析,以确定调整窗口的最小调整。例如,当一个线路连接了靠近程度不能小于一百密耳的两个电路项时,调整系统 38 可以将用户 12 限制到具有至少一百密耳的最小调整的调整窗口。在任何情况下,调整系统 38 都可以向预测系统 42 提供调整窗口。

[0034] 预测系统 42 可以基于调整窗口生成多个预测。在这个意义上,预测系统 42 可以基于调整窗口生成一组针对可调参数的调整。例如,预测系统 42 可以自动地确定各个调整之间的均匀步长,并通过反复地向前一调整中添加步长来生成每一个调整。可以选择步长以为调整窗口提供一组调整(例如,十个),提供整个调整窗口中的某一分辨率(例如,每隔五个密耳)等等。

[0035] 对于一组调整中的每一个调整,预测系统 42 可以确定预测影响。在一个实施例中,预测系统 42 将计算算法应用到规则违反和每一个调整。在这个意义上,预测系统 42 可以向算法系统 40 提供规则违反,而该算法系统 40 可以基于规则违反获取计算算法,并向预测系统 42 提供计算算法。一般而言,算法系统 40 可以管理一组计算算法。每一个计算算法都可以包括对电路的预期性能进行估计的公式。在此情况下,可以向计算算法提供规则违反和 / 或设计数据 50,以获取电路的期望性能的基准(例如,基准数量的分贝微伏)。随后,可以对规则违反(设计数据 50)进行调整,并可以计算出电路的调整的期望性能。那么,预测影响是基准期望性能和调整的期望性能之间的差异。

[0036] 在这个意义上,算法系统 40 可以基于一个或多个全波模拟的一组结果和 / 或样本电路的性能的一个或多个实际测量值,生成每一个计算算法。在此情况下,样本电路可以包括与设计数据 50 的参数类似的一组参数(例如,在电路板的外部具有非零长度的线路)。在一个实施例中,算法系统 40 可以从全波模拟系统等等中获取一组结果,这是当前技术已知的。

[0037] 或者,算法系统 40 可以为具有与设计数据 50 的参数类似的一组参数(例如,在电路板的外部具有非零长度的线路)的样本电路获取样本设计数据。对于样本设计数据,算法系统 40 可以为可调参数(例如,线路长度)定义样本调整窗口,并在样本调整窗口内定义多个调整。随后,算法系统 40 可以对样本设计数据执行金波模拟,调整每一个调整的样本设计数据,并对每一个调整重复全波模拟。然后,可以使用每一个全波模拟的结果作为一组结果,以生成计算算法。

[0038] 除了一个或多个金波模拟的结果之外(或作为替代),算法系统 40 可以基于与设计数据 50 具有类似的一组参数的样本电路的实际测量值来生成计算算法。例如,用户 12(图 1)可以制造样本电路并对该样本电路进行测试。在正在对样本电路进行测试时,用户 12 可以获取样本电路的一个或多个属性的实际测量值。可以向算法系统 40 提供实际测量值,用于生成计算算法。类似地,可以作为一组实际测量值,向算法系统 40 提供具有一个或多个调整(例如,电路板的外部的变化的线路长度)的另外的样本电路的实际测量值,用于生成计算算法。在任何情况下,算法系统 40 可以使用任何已知的解决方案(如曲线拟合算法等等),基于对一组结果 / 实际测量值的分析,生成计算算法。结果,计算算法需要的计算资源比全波模拟少得多,从而可以在较短的时间内分析更多的设计数据。

[0039] 无论如何,预测系统 42 都可以向规则违反(设计数据 50)应用计算算法,以生成每一个预测。在这个意义上,可以基于调整窗口中的每一个调整,修改设计数据 50,随后,可以将计算算法应用于设计数据 50 的每一个修改的版本。随后,可以向反馈系统 44 提供多个预测。反馈系统 44 可以向用户 12(图 1)显示多个预测。例如,图 3 显示了可以由反馈系统 44(图 2)生成的用于向用户 12(图 1)显示的说明性显示区 60。在此情况下,显示区 60 包括用于标识规则违反的规则的描述 62、规则违反的描述 64、为评估指定的调整窗口 66,以及多个预测 68。应该认识到,尽管是以表格形式显示的说明性显示图,但是,也可以使用其他格式,如图形表示(例如,在图形用户界面中)。

[0040] 作为上面的方法的结果,用户 12(图 1)可以轻松地查看评估的所有方面,以便就任何所需要的修改做出决定。具体来说,用户 12 可以评估各种调整的值,以及不这样做的相对危害。例如,用户 12 可以相对轻松地将线路的长度缩小到 205 密耳,但是,不能没有很大困难地将长度缩小到低于两百密耳以下的值。通过查看显示区 60,用户 12 可以轻松地判断如果只部分地校正违反情况,估计的相对危险性有多大,并基于相对危险性,做出他 / 她的决定。

[0041] 返回到图 2,反馈系统 44 可以获取实现到设计数据 50 中的修改。例如,用户 12(图 1)可以使用显示区 60(图 3)和一个或多个 I/O 设备 28(图 1)来选择多个预测 68 中的一个(图 3)。作为响应,反馈系统 44 可以将修改提供到修改系统 32。然后,修改系统 32 可以在下一次访问设计数据 50 以便进行编辑时将修改显示给用户 12。另外,反馈系统 44 可以通过电子邮件等等将修改直接传递给用户 12。更进一步,修改系统 32 可以自动地将修改

实现到设计数据 50 中。例如,修改系统 32 可以包括脚本等等,该脚本自动地重新路由设计数据 50 中的线路,以进行修改。随后,用户 12 可以查看修改过的设计数据 50,以确保修改已正确地实施。应该理解,用户 12 还可以对评估进行一个或多个修改。例如,用户 12 可以修改调整窗口,而反馈系统 44 可以将修改过的调整窗口提供到预测系统,而预测系统又生成一组新的预测。

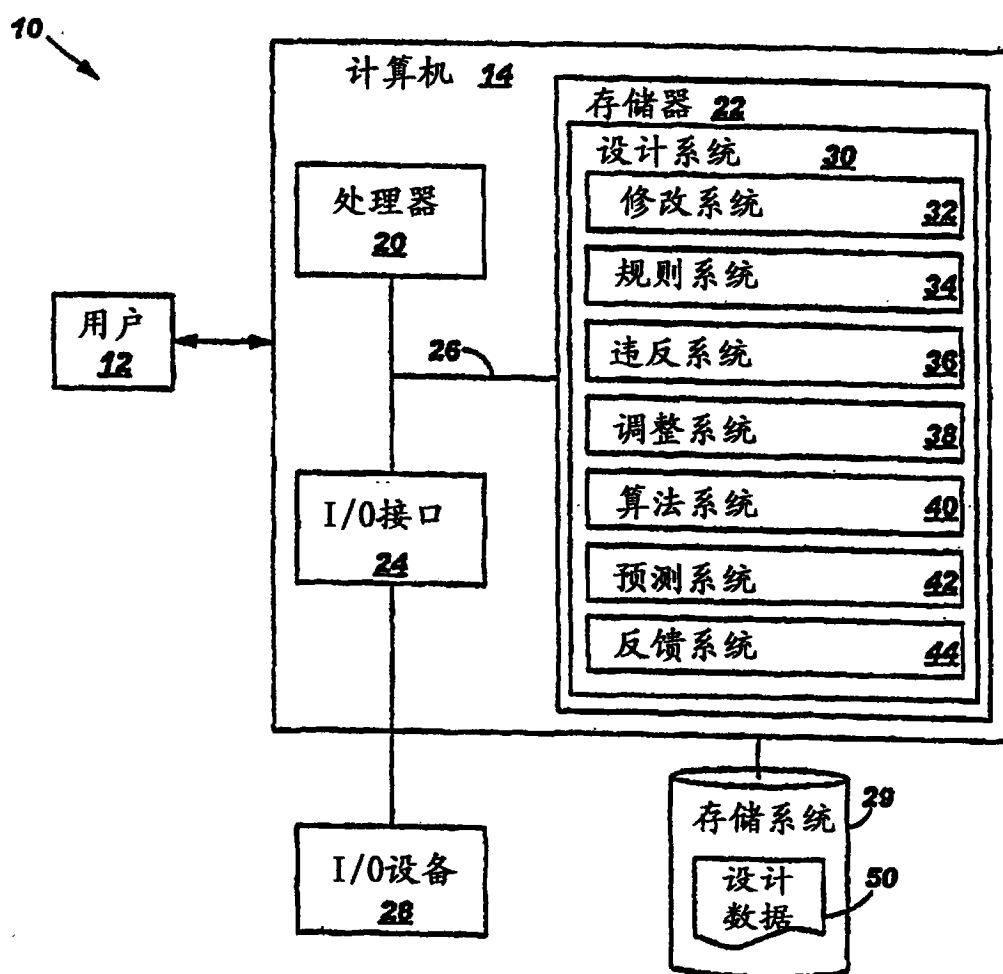
[0042] 在一个实施例中,本发明包括一系列方法步骤,可以由这里所描述的各种系统中的某些或全部来实现。图 4 显示了根据本发明的一个实施例的方法步骤。具体来说,在步骤 S1 中,获取电路的设计数据,而在步骤 S2 中,获取用于对设计数据进行评估的一组规则。在步骤 S3 中,基于规则集中的一个或多个规则,检测设计数据的规则违反。在步骤 S4 中,为规则违反获取可调参数的调整窗口,而在步骤 S5 中,可以获取一组计算算法。在步骤 S6 中,可以将一个或多个计算算法应用于设计数据,而在步骤 S7 中,生成多个预测。在步骤 S8 中,可以基于多个预测,应用一个或多个修改。应该理解,步骤的顺序只是说明性的。在这个意义上,可以并行地、按不同的排序,在较远的时间等等执行一个或多个步骤。此外,可以在本发明的各种实施例中执行一个或多个步骤。例如,当不需要修改时,可以不执行步骤 S8。

[0043] 返回到图 1,可以对本发明的所描述的实施例进行各种添加和 / 或更改。例如,用户 12 可以为特定规则违反指定多个可调参数,预测系统 42 可以为对一个或多个可调参数的不同调整组合生成预测。另外,还可以通过预测系统 42 一起评估共享设计数据 50 的共同部分的多个规则违反。

[0044] 在任何情况下,应该理解,本发明的原理可以作为以预订或收费为基础的业务方法来提供。例如,可以由为顾客提供这里所描述的功能的服务提供商创建、维护、支持和 / 或部署设计系统 30 和 / 或计算机 14。即,服务提供商可以如上文所描述的为人提供设计和 / 或评估电路的服务。应该理解,可以以硬件、软件、传播信号或其任何组合来实现本发明。任何类型的计算机 / 服务器系统或适于执行这里所描述的方法的其他设备都适合。典型的硬件和软件的组合可以是具有这样的计算机程序的通用计算机系统,当加载并执行该计算机程序时,执行这里所描述的相应的方法。或者,也可以使用包含用于执行本发明的一个或多个功能任务的专门硬件 (例如,设计系统 30) 的特殊用途的计算机。

[0045] 本发明还可以嵌入在包括实现这里所描述的方法的所有相应的特点的计算机程序产品或传播信号中,这种计算机程序产品在加载到计算机系统中时,能够执行这些方法。本上下文中的计算机程序、传播信号、软件程序、程序或软件是指,以任何语言、代码或注释表达的一组指令的任何表达式,用于导致具有信息处理能力的系统直接或者在下列操作中的任何一种或两种操作都执行之后执行特定的功能:(a) 转换到另一种语言、代码或注释;和 / 或 (b) 以不同的材料形式再现。

[0046] 前面的对本发明的各个方面的描述只是为了说明和描述。它不是详尽的说明或将本发明限于所说明的准确的形式,显然,许多修改方案 and 变化也是可以的。对本领域技术人员显而易见的这样的修改和变化也包括在如所附带的权利要求所定义的本发明的范围内。



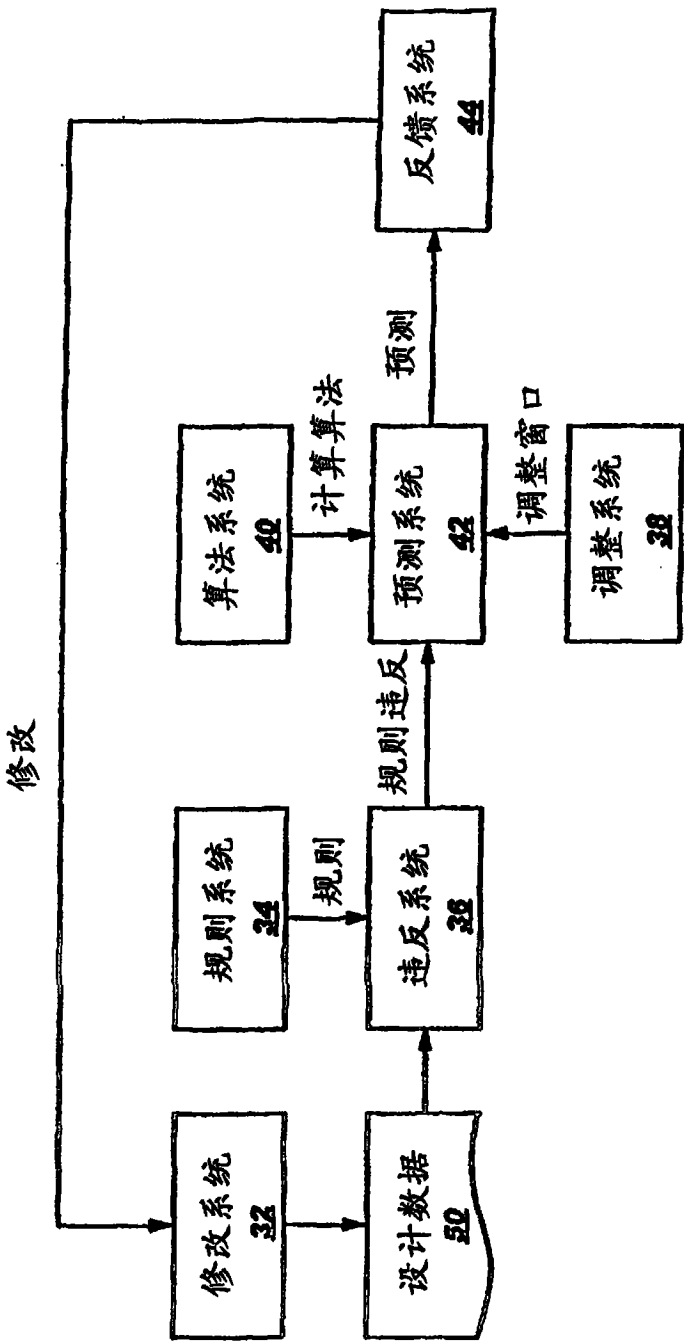
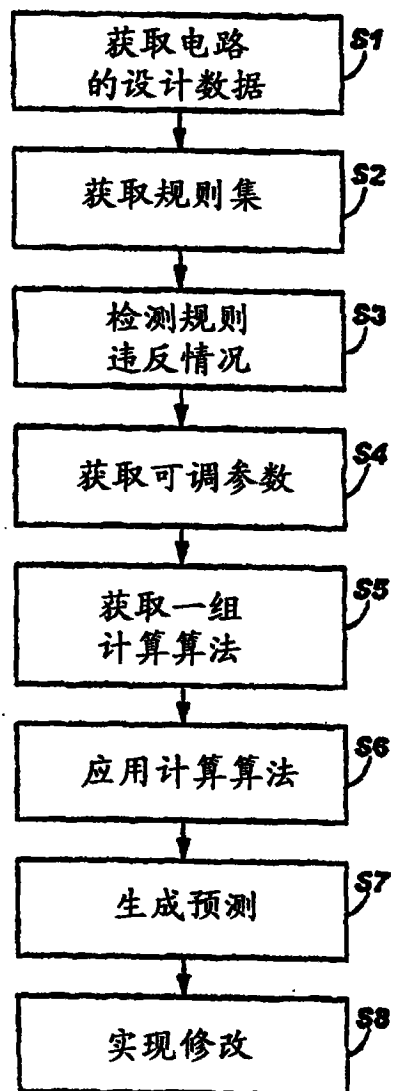


图2

图 4



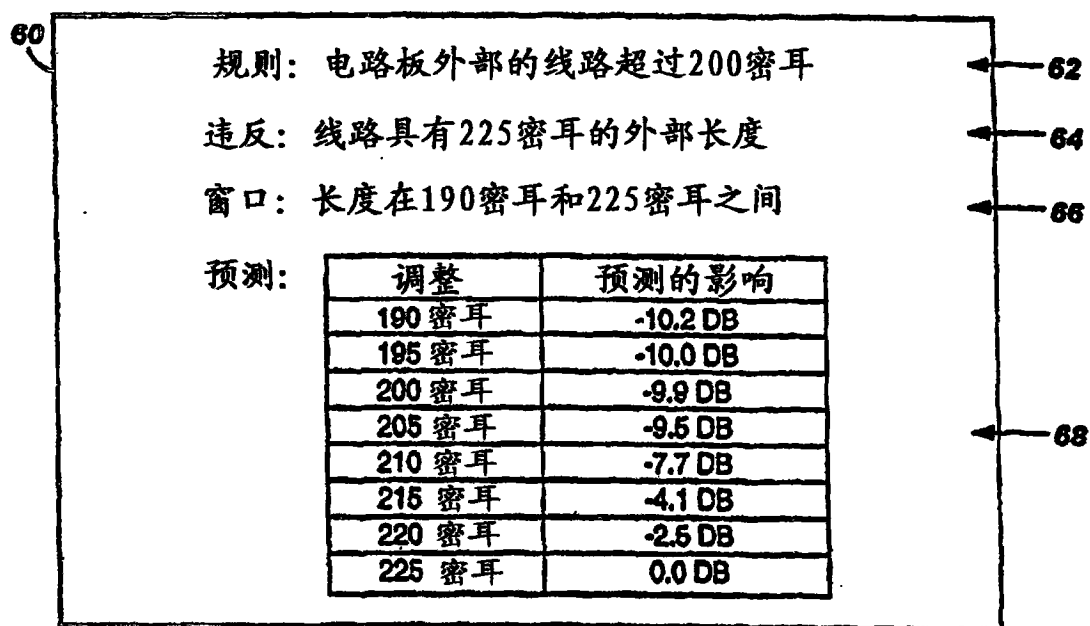


图3