



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113283212 A

(43) 申请公布日 2021.08.20

(21) 申请号 202110563823.5

(22) 申请日 2021.05.24

(71) 申请人 海光信息技术股份有限公司
地址 300392 天津市华苑产业区海泰西路
18号北2-204工业孵化-3-8

(72) 发明人 王洪生 梁洪昌

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105
代理人 彭久云 侯鉴玻

(51) Int. Cl.
G06F 30/398 (2020.01)
G06F 30/394 (2020.01)
G06F 30/392 (2020.01)

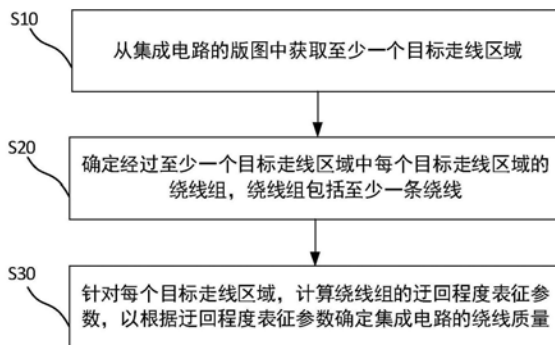
权利要求书2页 说明书14页 附图11页

(54) 发明名称

集成电路绕线质量分析方法、装置、电子设备和存储介质

(57) 摘要

一种集成电路的绕线质量分析方法、装置、电子设备和计算机可读存储介质。该绕线质量分析方法包括：从集成电路的版图获取至少一个目标走线区域；确定经过至少一个目标走线区域中每个目标走线区域的绕线组，绕线组包括至少一条绕线；以及针对每个目标走线区域，计算绕线组的迂回程度表征参数，以根据迂回程度表征参数确定集成电路的绕线质量。该方法能够降低分析集成电路的绕线质量所消耗的时间成本和人力成本，提高绕线质量分析的量化程度，并且提升绕线质量分析的准确性。



1. 一种集成电路的绕线质量分析方法,包括:
从所述集成电路的版图中获取至少一个目标走线区域;
确定经过所述至少一个目标走线区域中每个目标走线区域的绕线组,其中,所述绕线组包括至少一条绕线;以及
针对每个所述目标走线区域,计算所述绕线组的迂回程度表征参数,以根据所述迂回程度表征参数确定所述集成电路的绕线质量。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,针对每个目标走线区域,计算所述绕线组的迂回程度表征参数,以根据所述迂回程度表征参数确定所述集成电路的绕线质量,包括:
针对每个目标走线区域,计算所述绕线组中每条绕线的迂回特征值;
将所述绕线组中每条绕线的迂回特征值进行计算而得到所述绕线组的特征值计算结果;以及
基于所述特征值计算结果,确定所述绕线组的迂回程度表征参数,以根据所述迂回程度表征参数确定所述集成电路的绕线质量。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中,将所述绕线组中每条绕线的迂回特征值进行计算而得到所述绕线组的特征值计算结果包括:
将所述绕线组中每条绕线的迂回特征值进行算术加和,得到特征值和,并将所述特征值和作为所述特征值计算结果。
4. 根据权利要求2所述的方法,其中,基于所述特征值计算结果,确定所述绕线组的迂回程度表征参数,以根据所述迂回程度表征参数确定所述集成电路的绕线质量,包括:
将所述特征值计算结果作为所述迂回程度表征参数;或者
计算所述特征值计算结果与所述绕线组中绕线的数量的比值,并且将所述比值作为所述迂回程度表征参数,以根据所述迂回程度表征参数确定所述集成电路的绕线质量。
5. 根据权利要求2所述的方法,其中,针对每个目标走线区域,计算所述绕线组中每条绕线的迂回特征值,包括:
计算所述绕线的长度以及所述绕线的起点与终点之间的距离;
计算所述长度和所述距离的比值;以及
计算所述比值与1之间的差值,并且将所述差值作为所述迂回特征值。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述距离包括欧式距离或曼哈顿距离。
7. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
根据所述绕线组的迂回程度表征参数,确定所述绕线组所经过的目标走线区域对应的显示图像元素;以及
在所述目标走线区域显示所述显示图像元素。
8. 根据权利要求7所述的方法,其中,根据所述绕线组的所述迂回程度表征参数,确定所述绕线组所经过的目标走线区域对应的显示图像元素,包括:
根据所述绕线组的所述迂回程度表征参数,确定所述绕线组的所述迂回程度表征参数所属的参数区间;以及
将所述参数区间对应的显示图像元素作为所述绕线组所经过的目标走线区域对应的显示图像元素。
9. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述显示图像元素为单一颜色或图案。

10. 根据权利要求8所述的方法,其中,不同参数区间对应的显示图像元素不同。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中,从所述集成电路的版图获取所述至少一个目标走线区域,包括:

确定标准窗口;以及

根据所述标准窗口,对所述集成电路的版图中的初始走线区域进行划分,以确定所述至少一个目标走线区域,其中,所述目标走线区域的形状和尺寸与所述标准窗口的形状和尺寸相同。

12. 根据权利要求11所述的方法,确定所述标准窗口包括:

获取所述绕线的线宽;以及

根据所述绕线的线宽,确定所述标准窗口的尺寸。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中,根据所述绕线的线宽,确定所述标准窗口的尺寸,包括:

确定所述标准窗口容纳的绕线的预设数量;以及

根据所述绕线的线宽和所述预设数量,确定所述标准窗口的尺寸。

14. 根据权利要求11所述的方法,其中,根据所述标准窗口,对所述集成电路的版图中的初始走线区域进行划分,以确定所述至少一个目标走线区域,包括:

根据所述标准窗口的形状和尺寸,将所述集成电路的版图中的初始走线区域划分为多个目标窗口,并将每个目标窗口对应的所述集成电路中的区域作为一个所述目标走线区域,其中,多个所述目标窗口彼此邻接。

15. 根据权利要求1-14任一所述的方法,还包括:

基于所述迂回程度表征参数,调整所述集成电路的版图的布局。

16. 一种集成电路的绕线质量分析装置,包括:

获取单元,配置为从所述集成电路的版图获取至少一个目标走线区域;

确定单元,配置为确定经过所述至少一个目标走线区域中每个目标走线区域的绕线组,其中,所述绕线组包括至少一条绕线;以及

计算单元,配置为针对每个所述目标走线区域,计算所述绕线组的迂回程度表征参数,以根据所述迂回程度表征参数确定所述集成电路的绕线质量。

17. 一种电子设备,包括:

处理器;

存储器,包括一个或多个计算机程序模块;

其中,所述一个或多个计算机程序模块被存储在所述存储器中并被配置为由所述处理器执行,所述一个或多个计算机程序模块包括用于实现权利要求1-15任一项所述的集成电路的绕线质量分析方法的指令。

18. 一种计算机可读存储介质,用于存储非暂时性计算机可读指令,当所述非暂时性计算机可读指令由计算机执行时可以实现权利要求1-15任一项所述的集成电路的绕线质量分析方法。

集成电路绕线质量分析方法、装置、电子设备和存储介质

技术领域

[0001] 本公开的实施例涉及一种集成电路的绕线质量分析方法、装置、电子设备和存储介质。

背景技术

[0002] 在集成电路设计领域,后端设计涵盖了在逻辑设计之后、集成电路加工之前的所有电路生成步骤,后端设计包括模块划分、布局和布线等。后端设计的版图质量对电路性能、面积、良率(yield)以及可靠性至关重要。

[0003] 在进行集成电路布局设计时,连接不同器件的绕线需要进行合理设计和布置,由于功耗需求等原因,对绕线设计的要求越来越高。

发明内容

[0004] 本公开至少一个实施例提供一种集成电路的绕线质量分析方法,包括:从集成电路的版图中获取至少一个目标走线区域;确定经过至少一个目标走线区域中每个目标走线区域的绕线组,绕线组包括至少一条绕线;以及针对每个目标走线区域,计算绕线组的迂回程度表征参数,以根据迂回程度表征参数确定集成电路的绕线质量。

[0005] 例如,在本公开一实施例提供的绕线质量分析方法中,针对每个目标走线区域,计算绕线组的迂回程度表征参数,以根据迂回程度表征参数确定集成电路的绕线质量,包括:针对每个目标走线区域,计算绕线组中每条绕线的迂回特征值;将绕线组中每条绕线的迂回特征值进行计算而得到绕线组的特征值计算结果;以及基于特征值计算结果,确定绕线组的迂回程度表征参数,以根据迂回程度表征参数确定集成电路的绕线质量。

[0006] 例如,在本公开一实施例提供的绕线质量分析方法中,将绕线组中每条绕线的迂回特征值进行计算而得到绕线组的特征值计算结果包括:将绕线组中每条绕线的迂回特征值进行算术加和,得到特征值和,并将特征值和作为特征值计算结果。

[0007] 例如,在本公开一实施例提供的绕线质量分析方法中,基于特征值计算结果,确定绕线组的迂回程度表征参数,以根据迂回程度表征参数确定集成电路的绕线质量,包括:将特征值计算结果作为迂回程度表征参数;或者计算特征值计算结果与绕线组中绕线的数量的比值,并且将比值作为迂回程度表征参数,以根据迂回程度表征参数确定集成电路的绕线质量。

[0008] 例如,在本公开一实施例提供的绕线质量分析方法中,针对每个目标走线区域,计算绕线组中每条绕线的迂回特征值,包括:计算绕线的长度以及绕线的起点与终点之间的距离;计算长度和距离的比值;以及计算比值与1之间的差值,并且将差值作为迂回特征值。

[0009] 例如,在本公开一实施例提供的绕线质量分析方法中,距离包括欧式距离或曼哈顿距离。

[0010] 例如,在本公开一实施例提供的绕线质量分析方法中,还包括:根据绕线组的迂回程度表征参数,确定绕线组所经过的目标走线区域对应的显示图像元素;以及在目标走线

区域显示显示图像元素。

[0011] 例如,在本公开一实施例提供的绕线质量分析方法中,根据绕线组的迂回程度表征参数,确定绕线组所经过的目标走线区域对应的显示图像元素,包括:根据绕线组的迂回程度表征参数,确定绕线组的迂回程度表征参数所属的参数区间;以及将参数区间对应的显示图像元素作为绕线组所经过的目标走线区域对应的显示图像元素。

[0012] 例如,在本公开一实施例提供的绕线质量分析方法中,显示图像元素为单一颜色或图案。

[0013] 例如,在本公开一实施例提供的绕线质量分析方法中,不同参数区间对应的显示图像元素不同。

[0014] 例如,在本公开一实施例提供的绕线质量分析方法中,从集成电路的版图获取至少一个目标走线区域,包括:确定标准窗口;以及根据标准窗口,对集成电路的版图中的初始走线区域进行划分,以确定至少一个目标走线区域,目标走线区域的形状和尺寸与标准窗口的形状和尺寸相同。

[0015] 例如,在本公开一实施例提供的绕线质量分析方法中,标准窗口的形状为矩形。

[0016] 例如,在本公开一实施例提供的绕线质量分析方法中,确定标准窗口包括:获取绕线的线宽;以及根据绕线的线宽,确定标准窗口的尺寸。

[0017] 例如,在本公开一实施例提供的绕线质量分析方法中,根据所述绕线的线宽,确定所述标准窗口的尺寸包括:确定标准窗口容纳的绕线的预设数量;以及根据绕线的线宽和预设数量,确定标准窗口的尺寸。

[0018] 例如,在本公开一实施例提供的绕线质量分析方法中,预设数量为 N , $10 \leq N \leq 30$ 且 N 为整数。

[0019] 例如,在本公开一实施例提供的绕线质量分析方法中,根据标准窗口,对集成电路的版图中的初始走线区域进行划分,以确定至少一个目标走线区域,包括:根据标准窗口的形状和尺寸,将集成电路的版图中的初始走线区域划分为多个目标窗口,并将每个目标窗口对应的集成电路中的区域作为一个目标走线区域,多个目标窗口彼此邻接。

[0020] 例如,在本公开一实施例提供的绕线质量分析方法中,还包括:基于迂回程度表征参数,调整集成电路的版图的布局。

[0021] 本公开至少一个实施例提供一种集成电路的绕线质量分析装置,包括:获取单元,配置为从集成电路的版图获取至少一个目标走线区域;确定单元,配置为确定经过至少一个目标走线区域中每个目标走线区域的绕线组,绕线组包括至少一条绕线;以及计算单元,配置为针对每个目标走线区域,计算绕线组的迂回程度表征参数,以根据迂回程度表征参数确定集成电路的绕线质量。

[0022] 本公开至少一个实施例提供一种电子设备,包括处理器;存储器,包括一个或多个计算机程序模块;一个或多个计算机程序模块被存储在存储器中并被配置为由处理器执行,一个或多个计算机程序模块包括用于实现本公开任一实施例提供的集成电路的绕线质量分析方法的指令。

[0023] 本公开至少一个实施例提供一种计算机可读存储介质,用于存储非暂时性计算机可读指令,当非暂时性计算机可读指令由计算机执行时可以实现本公开任一实施例提供的集成电路的绕线质量分析方法。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本公开实施例的技术方案,下面将对实施例的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅涉及本公开的一些实施例,而非对本公开的限制。

[0025] 图1A和图1B示意性示出了一种集成电路的绕线质量分析方法的应用场景;

[0026] 图2A示出了本公开至少一实施例提供的一种集成电路的绕线质量分析方法的流程图;

[0027] 图2B示出了本公开至少一实施例提供的集成电路版图中目标走线区域的示意图;

[0028] 图2C示出了本公开至少一实施例提供的图2A中步骤S10的方法流程图;

[0029] 图3A示出了本公开至少一实施例提供的图2A中步骤S30的方法流程图;

[0030] 图3B示出了本公开至少一实施例提供的图3A中步骤S31的方法流程图;

[0031] 图4示出了本公开至少一实施例提供的另一种集成电路的绕线质量分析方法的流程图;

[0032] 图5A示出了本公开至少一实施例提供的图4中步骤S40的方法流程图;

[0033] 图5B示出了本公开至少一实施例提供的在目标走线区域显示显示图像元素的示意图;

[0034] 图6A示出了本公开至少一实施例提供的另一种集成电路的绕线质量分析方法的流程图;

[0035] 图6B示出了本公开至少一实施例提供的调整集成电路的版图的布局的示意图;

[0036] 图7示出了本公开至少一实施例提供的另一种集成电路的绕线质量分析方法的流程图;

[0037] 图8示出了本公开至少一个实施例提供的一种集成电路的绕线质量分析装置的示意框图;

[0038] 图9示出了本公开至少一个实施例提供的一种电子设备的示意框图;

[0039] 图10示出了本公开至少一个实施例提供的另一种电子设备的示意框图;以及

[0040] 图11示出了本公开至少一个实施例提供的一种计算机可读存储介质的示意图。

具体实施方式

[0041] 为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本公开实施例的附图,对本公开实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例是本公开的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于所描述的本公开的实施例,本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本公开保护的范围。

[0042] 除非另外定义,本公开使用的技术术语或者科学术语应当为本公开所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本公开中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性,而只是用来区分不同的组成部分。同样,“一个”、“一”或者“该”等类似词语也不表示数量限制,而是表示存在至少一个。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同,而不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接,而是可以包括电性的连接,不管是直接的还是间接的。“上”、“下”、“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系,当被描述对象的绝对位置改变后,则该相对位置关系也

可能相应地改变。

[0043] 在进行集成电路布局设计时,由于器件布局方式具有多样性、集成电路设计工具对信号路径的算法具有局限性等原因,器件之间的绕线可能会产生距离上的迂回现象,导致绕线长度较长,从而导致功耗较大或者导致无法满足时序要求。这里,“绕线”是指连接不同器件的走线,以实现器件之间的电连接。

[0044] 图1A和图1B示意性示出了一种集成电路的绕线质量分析方法的应用场景。需要注意的是,图1A和图1B所示仅为可以应用本公开实施例的应用场景的示例,以帮助本领域技术人员理解本公开的技术内容,但并不意味着本公开实施例不可以用于其他场景。

[0045] 如图1A和图1B所示,该应用场景中包括集成电路的集成电路版图100。通过设计中的该集成电路版图可知,该集成电路至少包括器件A~器件D,器件A和器件D通过绕线连接,以便信号从器件A经过绕线传输到器件D。该信号例如可以是时钟信号或者可以是数据信号,也可以为其他任意类型的电信号。

[0046] 需要说明的是,图1A和图1B所示的集成电路版图100仅仅是一种示意性表示,实际上,集成电路版图远远要比图1A和图1B所示的集成电路版图100复杂。

[0047] 在较理想的情况下,连接器件A和器件D的绕线可以是一条直线。如图1A所示,例如,在较理想的情况下,在该集成电路中,连接器件A和器件D的绕线可以是绕线110(如图1A中虚线所示的绕线)。然而,由于该集成电路中其他器件的影响等原因,导致连接器件A和器件D的绕线不是一条直线。例如,如图1B所示,由于器件B和器件C的阻碍,连接器件A和器件D的绕线需要绕过器件B和器件C,因此,在集成电路版图100中,连接器件A和器件D的绕线是绕线120(如图1B中实线所示的绕线)。

[0048] 从图1A和图1B可以看出,绕线120长于绕线110,也即是,绕线120相对于绕线110的迂回程度较大。较大的迂回程度容易导致较大的功耗以及较大的信号延迟,从而导致不满足时序要求(例如,无法满足时钟建立时间、时钟保持时间等的要求),因此需要尽可能地降低绕线的迂回程度。

[0049] 在相关技术中,可以通过观察来判断集成电路的版图中的绕线的迂回程度是否过大。然而,通过观察来判断集成电路的版图中的绕线的迂回程度不仅费时费力而且准确度也比较低。

[0050] 为此,本公开至少一个实施例提供了一种集成电路的绕线质量分析方法、装置、电子设备和计算机可读存储介质,可以降低分析集成电路的布局所消耗的时间成本和人力成本,并且提高集成电路的绕线质量分析的量化程度,提高判断绕线的迂回程度的准确度。

[0051] 该集成电路的绕线质量分析方法包括:从集成电路的版图中获取至少一个目标走线区域;确定经过至少一个目标走线区域中每个目标走线区域的绕线组,绕线组包括至少一条绕线;以及针对每个目标走线区域,计算绕线组的迂回程度表征参数,以根据迂回程度表征参数确定集成电路的绕线质量。该方法能够直观地体现出集成电路中绕线的迂回程度,从而降低分析集成电路的绕线质量所消耗的时间成本和人力成本,并且可以提高集成电路的绕线质量分析的量化程度,提高分析集成电路的绕线质量的准确度。

[0052] 需要说明的是,在本公开中所描述的器件都可以是标准单元、功能模块、宏模块等任意的在集成电路中使用的器件。

[0053] 图2A示出了本公开至少一实施例提供的一种集成电路的绕线质量分析方法的流

程图。

[0054] 如图2A所示,该方法可以用于集成电路的设计,可以包括步骤S10~S30。

[0055] 在步骤S10中,从集成电路的版图中获取至少一个目标走线区域。

[0056] 在步骤S20中,确定经过至少一个目标走线区域中每个目标走线区域的绕线组,绕线组包括至少一条绕线。

[0057] 在步骤S30中,针对每个目标走线区域,计算绕线组的迂回程度表征参数,以根据迂回程度表征参数确定集成电路的绕线质量。

[0058] 通过该方法,可以计算目标走线区域中的绕线组的迂回程度表征参数,从而通过迂回程度表征参数来评价集成电路的绕线质量,通过迂回程度表征参数能够直观地体现集成电路中目标走线区域中绕线的迂回程度,不再需要仅凭观察来估计绕线的质量,从而降低了分析集成电路的绕线质量所消耗的时间成本和人力成本,并且提高了集成电路的绕线质量分析的量化程度,提高了分析集成电路的绕线质量的准确度。

[0059] 对于步骤S10,集成电路版图中除器件的放置区域之外的其他区域可以作为初始走线区域。即,初始走线区域为集成电路版图中可以设置绕线的区域。绕线为连接两个器件的连接线。而目标走线区域可以从集成电路的初始走线区域中选择一个子区域。例如,在图1A和图1B所示的集成电路版图100中,除器件A~器件D分别占据的区域外,其他的区域为初始走线区域,目标走线区域可以是初始走线区域中的部分区域。

[0060] 图2B示出了本公开至少一实施例提供的集成电路版图中目标走线区域的示意图。

[0061] 如图2B所示,例如可以将集成电路版图100的初始走线区域划分为多个目标窗口。如图2B所示,这些目标窗口至少可以包括目标窗口210和目标窗口220。每个目标窗口对应的集成电路版图100中的区域为一个目标走线区域。

[0062] 在本公开的一些实施例中,每个目标窗口的形状和大小均相同。例如,目标窗口210和目标窗口220的形状和大小均相同。

[0063] 需要理解的是,图2B所示出的目标窗口仅仅是对初始走线区域进行划分所得到的目标窗口中的一部分。对初始走线区域进行划分所得到的多个目标窗口还可以包括其他目标窗口,图2B中未示出。例如,器件B的左侧也可以被划为多个目标窗口。

[0064] 图2C示出了本公开至少一实施例提供的图2A中步骤S10的方法流程图。

[0065] 如图2C所示,步骤S10可以包括步骤S11和步骤S12。

[0066] 在步骤S11中,确定标准窗口。

[0067] 在本公开的一些实施例中,确定标准窗口可以包括确定标准窗口的形状和尺寸。

[0068] 在本公开的一些实施例中,标准窗口的形状可以是集成电路设计工具能够生成的形状。例如,集成电路设计工具(EDA)能够生成矩形,因此,标准窗口的形状可以是矩形。例如,在一些示例中,标准窗口的形状可以是正方形。

[0069] 在本公开的一些实施例中,在步骤S11中,确定标准窗口可以包括:获取绕线的线宽,以及根据绕线的线宽,确定标准窗口的尺寸。

[0070] 例如,可以查询线宽和标准窗口的尺寸之间的映射表,从而确定标准窗口的尺寸。

[0071] 在本公开的一些实施例中,根据绕线的线宽确定标准窗口的尺寸可以包括:确定标准窗口容纳的绕线的预设数量,以及根据绕线的线宽和预设数量,确定标准窗口的尺寸。

[0072] 在本公开的一些实施例中,预设数量为N, $10 \leq N \leq 30$ 且N为整数。例如,预设数量为

20。

[0073] 例如,标准窗口的尺寸为能够容纳20根绕线的尺寸,绕线的线宽为P,则标准窗口可以为边长等于 $20 \times P$ 的正方形。

[0074] 选择合适的标准窗口可以进一步提高绕线质量的分析的准确度。若标准窗口过大,则每个目标走线区域过大,导致绕线质量分析的粒度较粗,绕线质量分析的结果不够准确。若标准窗口过小,则每个目标走线区域过小,对绕线质量分析的粒度过小,难以反映出是否有较多的绕线集中迂回在初始走线区域中的某个位置,从而导致绕线质量分析的结果不够准确。

[0075] 在步骤S12中,根据标准窗口,对集成电路的版图中的初始走线区域进行划分,以确定至少一个目标走线区域,目标走线区域的形状和尺寸与标准窗口的形状和尺寸相同。

[0076] 在本公开的一些实施例中,例如可以将标准窗口均匀地分布于初始走线区域,从而将初始走线区域划分为多个与标准窗口的形状和尺寸相同的目标窗口,从而将部分或者全部目标窗口对应的区域作为目标走线区域。

[0077] 在本公开的一些实施例中,步骤S12包括:根据标准窗口的形状和尺寸,将集成电路的版图中的初始走线区域划分为多个目标窗口,并将每个目标窗口对应的集成电路中的区域作为一个目标走线区域,多个目标窗口彼此邻接。

[0078] 在本公开的一些实施例中,多个目标窗口彼此邻接是指相邻的两个目标窗口是紧邻的,也就是说相邻的两个目标窗口之间是没有空隙的。例如,左右相邻的两个目标窗口,左边目标窗口的右侧边与右边目标窗口的左侧边是重合的。又例如,上下相邻的两个目标窗口,靠上的目标窗口的下边与靠下的目标窗口的上边是重合的。多个目标窗口彼此邻接可以保证初始走线区域中的每个位置都可以被划分,从而可以对初始走线区域中的每个位置处的绕线进行分析,进一步提高了绕线质量分析的准确度。

[0079] 需要理解的是,图2B所示的对初始走线区域进行划分所得到的多个目标窗口之间可以是无空隙的,图2B只是为了在图中便于展示出各个目标窗口而拉开了一些空隙。

[0080] 在本公开的一些实施例中,标准窗口的形状是矩形能够使得初始走线区域被均匀地划分,尽可能地避免初始走线区域中某些位置未被标准窗口覆盖到,从而进一步提高分析绕线质量的准确度。其他不规则的形状例如圆形容易导致初始走线区域中的一些区域(例如,两个圆形之间的区域)未被覆盖到而导致分析绕线质量的准确度降低。

[0081] 返回参考图2A,对于步骤S20,例如,针对每个目标走线区域,目标走线区域所包含的至少一条绕线为一个绕线组,即,经过目标走线区域的至少一条绕线作为一个绕线组。例如,经过该目标走线区域的所有绕线作为一个绕线组。

[0082] 在本公开的一些实施例中,绕线可以是指连接两个不同器件的连线。

[0083] 例如,可以使用集成电路设计工具抽取目标走线区域所包含的至少一条绕线。例如,在图2B所示的情景中,使用集成电路设计工具抽取目标窗口210对应的目标走线区域所包含的至少一条绕线。

[0084] 对于步骤S30,针对每个目标走线区域,计算该目标走线区域的绕线组的迂回程度表征参数。

[0085] 在本公开的一些实施例中,绕线组的迂回程度表征参数可以根据绕线组中每条绕线的迂回程度计算得到。

[0086] 在本公开的一些实施例中,迂回程度表征参数指示了集成电路的绕线质量。例如,迂回程度表征参数越高,则表明集成电路的绕线的迂回程度越高。

[0087] 图3A示出了本公开至少一实施例提供的图2A中步骤S30的方法流程图。

[0088] 如图3A所示,步骤S30包括步骤S31~步骤S33。

[0089] 在步骤S31中,针对每个目标走线区域,计算绕线组中每条绕线的迂回特征值。

[0090] 在本公开的一些实施例中,针对每条绕线,可以将该绕线的起点和终点之间的距离与该绕线的长度进行比较而获得比较结果,从而根据比较结果来确定该绕线的迂回特征值。

[0091] 图3B示出了本公开至少一实施例提供的图3A中步骤S31的方法流程图。

[0092] 如图3B所示,步骤S31可以包括步骤S311~步骤S313。

[0093] 在步骤S311中,计算绕线的长度以及绕线的起点与终点之间的距离。

[0094] 在本公开的一些实施例中,绕线的起点可以是绕线所连接的两个器件中的一个器件,绕线的终点可以是绕线所连接的两个器件中的另一个器件。

[0095] 在本公开的一些实施例中,绕线的起点与终点之间的距离可以是绕线的起点与终点之间的曼哈顿距离。两点之间的曼哈顿距离dis1的计算公式为:

$$[0096] \quad \text{dis1} = |x_2 - x_1| + |y_2 - y_1|,$$

[0097] 其中, (x_1, y_1) 为两点中其中一个点的坐标, (x_2, y_2) 为两点中另一个点的坐标。

[0098] 例如,在图1A、图1B和图2B所示的情景中,绕线的起点为器件A,绕线的终点为器件D,则 (x_1, y_1) 可以为器件A的坐标, (x_2, y_2) 可以为器件D的坐标。例如,器件A的中心点的坐标作为器件A的坐标,器件D的中心点的坐标作为器件D的坐标。

[0099] 在本公开的另一些实施例中,起点与终点之间的距离可以是起点与终点之间的欧式距离。两点之间的欧式距离dis2的计算公式为:

$$[0100] \quad \text{dis2} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2},$$

[0101] 其中, (x_1, y_1) 为两点中其中一个点的坐标, (x_2, y_2) 为两点中另一个点的坐标。例如,在图1A、图1B和图2B所示的情景中, (x_1, y_1) 可以为器件A的坐标, (x_2, y_2) 可以为器件D的坐标。

[0102] 在本公开的一些实施例中,绕线的长度是指实际需要使用绕线的长度。例如,在图2B所示的情景中,连接器件A和器件D的绕线经过路径510-520-530-540-550-560,则连接器件A和器件D的绕线的长度可以是绕线分别在路径510-520的长度、在路径520-530的长度、在路径530-540的长度、在路径540-550的长度和在路径550-560的长度的算术和。

[0103] 在本公开的一些实施例中,例如,可以通过集成电路设计工具(例如,EDA)来获取绕线的长度。例如,在图1B所示的情景中,可以利用EDA获取绕线连接器件A和器件D的绕线120的长度。

[0104] 在步骤S312中,计算长度和距离的比值。

[0105] 例如,通过EDA工具获取到绕线120的长度为S1,而器件A和器件D之间的曼哈顿距离为S2,则计算两者的比值S1/S2。

[0106] 在步骤S313中,计算比值与1之间的差值,并且将差值作为迂回特征值。

[0107] 例如,在步骤S312描述的情景中,绕线120的迂回特征值 V_1 的计算公式为:

[0108] $V_1 = (S1/S2) - 1$

[0109] 在步骤S32中,将绕线组中每条绕线的迂回特征值进行计算而得到绕线组的特征值计算结果。

[0110] 例如,将绕线组中每条绕线的迂回特征值进行算术加和,得到特征值和,并将特征值和作为特征值计算结果。例如,目标走线区域210的绕线组包括10条绕线(图2B未示出所有绕线),根据步骤S31可以计算出该10条绕线的迂回特征值分别为 V_1 、 V_2 、 \dots 、 V_{10} ,则在步骤S32计算 V_1 、 V_2 、 \dots 、 V_{10} 的算术加和,将 V_1 、 V_2 、 \dots 、 V_{10} 的算术加和作为目标走线区域210的绕线组的特征值计算结果。

[0111] 在本公开的另一些实施例中,例如可以计算绕线组中每条绕线的迂回特征值的平均值,并将平均值作为特征值计算结果。

[0112] 在步骤S33中,基于特征值计算结果,确定绕线组的迂回程度表征参数,以根据迂回程度表征参数确定集成电路的绕线质量。

[0113] 在本公开的一些实施例中,将特征值计算结果作为迂回程度表征参数。例如,特征值计算结果为特征值和 S_{sum} ,则在步骤S33中,绕线组的迂回程度表征参数C的计算公式为:

[0114] $C = S_{\text{sum}}$

[0115] 在该实施例中,例如在上述步骤S32的情景中,目标走线区域210的绕线组的迂回程度表征参数C等于 $(V_1 + V_2 + \dots + V_{10})$ 。

[0116] 在本公开的另一些实施例中,计算特征值计算结果与绕线组中绕线的数量的比值,并且将比值作为迂回程度表征参数,以根据迂回程度表征参数确定集成电路的绕线质量。

[0117] 例如,特征值计算结果为特征值和 S_{sum} ,绕线组中绕线的数量为M,则迂回程度表征参数C的计算公式为:

[0118] $C = S_{\text{sum}} / M$

[0119] 其中,M为大于0的整数。

[0120] 在该实施例中,例如在上述步骤S32的情景中,目标走线区域210的绕线组的迂回程度表征参数C等于 $(V_1 + V_2 + \dots + V_{10}) / 10$ 。

[0121] 在本公开的至少一实施例中,通过计算每个目标走线区域中绕线组的每条绕线的迂回特征值可以明确是否有较多的绕线集中迂回在目标走线区域,如果有较多的绕线集中迂回在目标走线区域,则表示集成电路的绕线质量较低,因此需要对集成电路的布局进行调整和优化。

[0122] 图4示出了本公开至少一实施例提供的另一种集成电路的绕线质量分析方法的流程图。

[0123] 如图4所示,该方法除包括图2A所示的步骤S10~S30外,还进一步包括步骤S40和步骤S50。

[0124] 在步骤S40中,根据绕线组的迂回程度表征参数,确定绕线组所经过的目标走线区域对应的显示图像元素。

[0125] 在本公开的一些实施例中,显示图像元素可以是单一颜色。例如,每个迂回程度表征参数对应一种颜色,该迂回程度表征参数对应的颜色所形成的单一颜色图像即为目标走线区域对应的显示图像元素。在本公开的另一些实施例中,显示图像元素可以是图案。不同

的迂回程度表征参数可以对应于不同的图案。迂回程度表征参数与图案之间的对应关系可以是预先设定的。

[0126] 在本公开的一些实施例中,迂回程度表征参数与显示图像元素的醒目程度正相关。例如,显示图像元素的灰度值越大则醒目程度越大,因此,迂回程度表征参数可以与显示图像元素的灰度值正相关。

[0127] 在步骤S50中,在目标走线区域显示显示图像元素。

[0128] 例如,将目标走线区域(即,目标窗口对应的区域)填涂为迂回程度表征参数对应的颜色。

[0129] 图4所描述的实施例不仅能够通过显示图像元素直观地反映出每个目标走线区域的迂回程度表征参数,而且可以在集成电路版图中同时展示多个目标走线区域各自的显示图像元素,从而能够从整体上或全局上展示所有目标走线区域的迂回程度表征参数,使得集成电路的设计者可以根据显示图像元素迅速地确定集成电路的绕线质量,使得绕线质量可视化、直观化。

[0130] 图5A示出了本公开至少一实施例提供的图4中步骤S40的方法流程图。

[0131] 如图5A所示,步骤S40包括步骤S41和步骤S42。

[0132] 在步骤S41,根据绕线组的迂回程度表征参数,确定绕线组的迂回程度表征参数所属的参数区间。

[0133] 在步骤S42,将参数区间对应的显示图像元素作为绕线组所经过的目标走线区域对应的显示图像元素。

[0134] 在本公开的一些实施例中,不同参数区间对应的显示图像元素不同。该参数区间可以是一个数值范围。在本公开的一些实施例中,参数区间的中心值与显示图像元素的醒目程度正相关。例如,通常灰度值越大,显示图像元素越醒目,则参数区间的中心值可以与显示图像元素的灰度值正相关。即,参数区间的中心值越大,参数区间对应的显示图像元素的灰度值越大。又例如,通常色调越暖,显示图像元素越醒目,则可以使用较暖的色调与较大的参数区间的中心值对应。

[0135] 该实施例中较大的迂回程度表征参数对应于较醒目的显示图像元素,便于用户方便地观察到哪些目标走线区域的迂回程度较大,提高了用户体验。

[0136] 图5B示出了本公开至少一实施例提供的在目标走线区域显示显示图像元素的示意图。

[0137] 如图5B所示,路径510-520-530之间的目标走线区域的绕线组的迂回程度表征参数所属的参数区间的中心值小于路径530-540之间的目标走线区域的绕线组的迂回程度表征参数所属的参数区间的中心值,则路径510-520-530之间的目标走线区域显示的显示图像元素的灰度值小于路径530-540之间的目标走线区域显示的显示图像元素的灰度值。

[0138] 路径540-550-560之间的目标走线区域的绕线组的迂回程度表征参数与路径510-520-530之间的目标走线区域的绕线组的迂回程度表征参数属于同一个参数区间,则路径540-550-560之间的目标走线区域和路径510-520-530之间的目标走线区域显示的显示图像元素相同。

[0139] 例如,可以预先建立参数区间和显示图像元素之间的对应关系,然后确定迂回程度表征参数所属的参数区间,从而根据对应关系来确定该迂回程度表征参数对应的显示图

像元素。

[0140] 在本公开的一些实施例中,例如可以根据迂回程度表征参数的最大值确定参数区间的宽度。例如,可以将每个绕线组的迂回程度表征参数相互比较而得到迂回程度表征参数的最大值。例如,迂回程度表征参数的最大值与参数区间宽度正相关,即,迂回程度表征参数的最大值越大则参数区间的宽度越大。例如,迂回程度表征参数的最大值为20,则可以设置参数区间的宽度为2。又例如,迂回程度表征参数的最大值为10,则可以设置参数区间的宽度为1。

[0141] 当然,本领域技术人员也可以根据实际情况来设定参数区间的宽度,本公开对此不作限定。

[0142] 图6A示出了本公开至少一实施例提供的另一种集成电路的绕线质量分析方法的流程图。

[0143] 如图6A所示,该方法除包括图2A所示的步骤S10~S30外,还进一步包括步骤S60。

[0144] 在步骤S60,基于所述迂回程度表征参数,调整所述集成电路的版图的布局。

[0145] 例如,根据迂回程度表征参数,调整集成电路的版图中器件的布局。

[0146] 图6B示出了本公开至少一实施例提供的调整集成电路的版图的布局的示意图。

[0147] 如图6B所示,由于器件B在初始位置610处导致连接器件A和器件D的绕线迂回,因此,可以通过调整器件B在集成电路版图100中的位置来改变连接器件A和器件D的绕线的长度。

[0148] 如图6B所示,可以将器件B在集成电路版图100中的位置由初始位置610调整到目标位置620,使得连接器件A和器件D的绕线为一条直线,从而使得路径530-540所在的至少一个目标走线区域的迂回程度表征参数减小,以降低连接器件A和器件D的绕线的迂回程度。

[0149] 在本公开的一些实施例中,在根据迂回程度表征参数调整集成电路的版图的布局之后,可以按照调整后的集成电路的布局,重新对集成电路布线而得到集成电路的新版图,并且再次按照图2A所描述的方法对集成电路的新版图进行绕线质量的分析,并再次根据绕线质量的分析结果调整集成电路的版图中器件的布局,直至绕线质量达到集成电路设计人员的要求。

[0150] 图7示出了本公开至少一实施例提供的另一种集成电路的绕线质量分析方法的流程图。

[0151] 如图7所示,该方法包括步骤S701~S707。

[0152] 步骤S701:完成集成电路布局,并进行物理绕线。

[0153] 例如,可以利用集成电路设计工具(例如,EDA)对集成电路进行布局,并且在完成集成电路的布局后,利用集成电路设计工具进行物理绕线。

[0154] 步骤S702:确定正方形的标准窗口大小,将初始走线区域划分为多个标准窗口。

[0155] 例如,可以按照图2C所描述的步骤S11确定标准窗口的大小,以及按照步骤S12对初始走线区域进行划分,从而将初始走线区域划分为多个标准窗口。一个标准窗口即为一个目标走线区域。

[0156] 步骤S703:按标准窗口抽取经过每个标准窗口的绕线。

[0157] 例如,可以利用集成电路设计工具(例如,EDA)抽取经过每个标准窗口的绕线。经

过每个标准窗口(即,目标走线区域)的至少一条绕线作为一个绕线组。例如,对于每个标准窗口,经过该标准窗口的所有绕线作为一个绕线组。

[0158] 步骤S703执行的操作例如可以与图2A所描述的步骤S20执行的操作类似,在此不再赘述。

[0159] 步骤S704:计算每条绕线的长度与曼哈顿距离的比值,并计算比值与1的差值,该差值作为该绕线的迂回特征值。

[0160] 该步骤S704执行的操作例如可以与图3B所描述的步骤S311~S313执行的操作类似,在此不再赘述。

[0161] 步骤S705:计算每个标准窗口对应的区域(即,目标走线区域)内的所有绕线的迂回特征值的总和,该总和作为迂回程度表征参数。

[0162] 该步骤S705执行的操作例如可以与图3A所描述的步骤S31~S33执行的操作类似,在此不再赘述。

[0163] 步骤S706:确定每个迂回程度表征参数所属的参数区间,以及确定标准窗口对应的显示图像元素。相同参数区间的标准窗口标记为同一显示图像元素。

[0164] 该步骤S706执行的操作例如可以与图5A所描述的步骤S41~S42执行的操作类似,在此不再赘述。

[0165] 步骤S707:在标准窗口对应的区域(即,目标走线区域)显示确定的显示图像元素,以便观察不同目标走线区域绕线迂回的状况。

[0166] 该步骤S707执行的操作例如可以与图4所描述的步骤S50执行的操作类似,在此不再赘述。

[0167] 在本公开的一些实施例中,由于集成电路往往是多层结构,因此可以按照上述方法逐层对集成电路的绕线质量进行分析。

[0168] 图8示出了本公开至少一个实施例提供的一种集成电路的绕线质量分析装置800的示意框图。

[0169] 例如,如图8所示,该集成电路的绕线质量分析装置800包括获取单元810、确定单元820和计算单元830。该绕线质量分析装置800可以用于集成电路的设计。

[0170] 获取单元810配置为从所述集成电路的版图获取至少一个目标走线区域。获取单元810例如可以执行图2A描述的步骤S10。

[0171] 确定单元820配置为确定经过所述至少一个目标走线区域中每个目标走线区域的绕线组,绕线组包括至少一条绕线。确定单元820例如可以执行图2A描述的步骤S20。

[0172] 计算单元830配置为针对每个所述目标走线区域,计算所述绕线组的迂回程度表征参数,以根据所述迂回程度表征参数确定所述集成电路的绕线质量。计算单元830例如可以执行图2A描述的步骤S30。

[0173] 在本公开的一些实施例中,计算单元包括:第一计算子单元,配置为针对每个目标走线区域,计算绕线组中每条绕线的迂回特征值;第二计算子单元,配置为将绕线组中每条绕线的迂回特征值进行计算而得到绕线组的特征值计算结果;以及质量确定子单元,配置为基于特征值计算结果,确定绕线组的迂回程度表征参数,以根据迂回程度表征参数确定集成电路的绕线质量。

[0174] 在本公开的一些实施例中,第二计算子单元包括:算数子单元,配置为将绕线组中

每条绕线的迂回特征值进行算术加和,得到特征值和,并将特征值和作为特征值计算结果。

[0175] 在本公开的一些实施例中,质量确定子单元包括:第一参数确定子单元,配置为将特征值计算结果作为迂回程度表征参数;或者第二参数确定子单元,配置为计算特征值计算结果与绕线组中绕线的数量的比值,并且将比值作为迂回程度表征参数,以根据迂回程度表征参数确定集成电路的绕线质量。

[0176] 在本公开的一些实施例中,第一计算子单元包括:距离计算子单元,配置为计算绕线的长度以及绕线的起点与终点之间的距离;特征值确定子单元配置为计算长度和距离的比值;以及计算比值与1之间的差值,并且将差值作为迂回特征值。

[0177] 在本公开的一些实施例中,距离包括欧式距离或曼哈顿距离。

[0178] 在本公开的一些实施例中,集成电路的绕线质量分析装置在前述实施例的基础上还包括元素确定单元和显示单元。

[0179] 元素确定单元配置为根据绕线组的迂回程度表征参数,确定绕线组所经过的目标走线区域对应的显示图像元素;以及

[0180] 显示单元配置为在目标走线区域显示显示图像元素。

[0181] 在本公开的一些实施例中,元素确定单元包括:区间确定子单元,配置为根据绕线组的迂回程度表征参数,确定绕线组的迂回程度表征参数所属的参数区间;以及元素确定子单元,配置为将参数区间对应的显示图像元素作为绕线组所经过的目标走线区域对应的显示图像元素。

[0182] 在本公开的一些实施例中,显示图像元素为单一颜色或图案。

[0183] 在本公开的一些实施例中,不同参数区间对应的显示图像元素不同。

[0184] 在本公开的一些实施例中,获取单元810包括:窗口确定子单元,配置为确定标准窗口;以及划分子单元,配置为根据标准窗口,对集成电路的版图中的初始走线区域进行划分,以确定至少一个目标走线区域,目标走线区域的形状和尺寸与标准窗口的形状和尺寸相同。

[0185] 在本公开的一些实施例中,窗口确定子单元包括:线宽获取子单元,配置为获取绕线的线宽;以及尺寸确定子单元,配置为根据绕线的线宽,确定标准窗口的尺寸。

[0186] 在本公开的一些实施例中,尺寸确定子单元包括:数量确定子单元,配置为确定标准窗口容纳的绕线的预设数量;以及窗口尺寸确定子单元,配置为根据绕线的线宽和预设数量,确定标准窗口的尺寸。

[0187] 在本公开的一些实施例中,划分子单元包括:划分窗口子单元,配置为根据标准窗口的形状和尺寸,将集成电路的版图中的初始走线区域划分为多个目标窗口,并将每个目标窗口对应的集成电路中的区域作为一个目标走线区域,多个目标窗口彼此邻接。

[0188] 在本公开的一些实施例中,集成电路的绕线质量分析装置在前述实施例的基础上还包括调整单元,配置为基于迂回程度表征参数,调整集成电路的版图的布局。

[0189] 例如,获取单元810、确定单元820和计算单元830可以为硬件、软件、固件以及它们的任意可行的组合。例如,获取单元810、确定单元820和计算单元830可以为专用或通用的电路、芯片或装置等,也可以为处理器和存储器的结合。关于上述各个单元的具体实现形式,本公开的实施例对此不作限制。

[0190] 需要说明的是,本公开的实施例中,集成电路的绕线质量分析装置800的各个单元

与前述的绕线质量分析方法的各个步骤对应,关于集成电路的绕线质量分析装置800的具体功能可以参考关于集成电路的绕线质量分析方法的相关描述,此处不再赘述。图8所示的集成电路的绕线质量分析装置800的组件和结构只是示例性的,而非限制性的,根据需要,该集成电路的绕线质量分析装置800还可以包括其他组件和结构。

[0191] 本公开的至少一个实施例还提供了一种电子设备,该电子设备包括处理器和存储器,存储器包括一个或多个计算机程序模块。一个或多个计算机程序模块被存储在存储器中并被配置为由处理器执行,一个或多个计算机程序模块包括用于实现上述的集成电路的绕线质量分析方法的指令。该电子设备可以通过迂回程度表征参数直观地体现集成电路中目标走线区域中绕线的迂回程度,不再仅凭观察来估计绕线的质量,从而降低了分析集成电路的绕线质量所消耗的时间成本和人力成本,并且提高集成电路的绕线质量分析的量化程度,提高了分析集成电路的绕线质量的准确度。

[0192] 图9为本公开一些实施例提供的一种电子设备的示意框图。如图9所示,该电子设备900包括处理器910和存储器920。存储器920用于存储非暂时性计算机可读指令(例如一个或多个计算机程序模块)。处理器910用于运行非暂时性计算机可读指令,非暂时性计算机可读指令被处理器910运行时可以执行上文所述的集成电路的绕线质量分析方法中的一个或多个步骤。存储器920和处理器910可以通过总线系统和/或其它形式的连接机构(未示出)互连。

[0193] 例如,处理器910可以是中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)或者具有数据处理能力和/或程序执行能力的其它形式的处理单元。例如,中央处理单元(CPU)可以为X86或ARM架构等。处理器910可以为通用处理器或专用处理器,可以控制电子设备900中的其它组件以执行期望的功能。

[0194] 例如,存储器920可以包括一个或多个计算机程序产品的任意组合,计算机程序产品可以包括各种形式的计算机可读存储介质,例如易失性存储器和/或非易失性存储器。易失性存储器例如可以包括随机存取存储器(RAM)和/或高速缓冲存储器(cache)等。非易失性存储器例如可以包括只读存储器(ROM)、硬盘、可擦除可编程只读存储器(EPROM)、便携式紧致盘只读存储器(CD-ROM)、USB存储器、闪存等。在计算机可读存储介质上可以存储一个或多个计算机程序模块,处理器910可以运行一个或多个计算机程序模块,以实现电子设备900的各种功能。在计算机可读存储介质中还可以存储各种应用程序和各种数据以及应用程序使用和/或产生的各种数据等。

[0195] 需要说明的是,本公开的实施例中,电子设备900的具体功能和技术效果可以参考上文中关于集成电路的绕线质量分析方法的描述,此处不再赘述。

[0196] 图10为本公开一些实施例提供的另一种电子设备的示意框图。该电子设备1000例如适于用来实施本公开实施例提供的集成电路的绕线质量分析方法。电子设备1000可以是终端设备等。需要注意的是,图10示出的电子设备1000仅仅是一个示例,其不会对本公开实施例的功能和使用范围带来任何限制。

[0197] 如图10所示,电子设备1000可以包括处理装置(例如中央处理器、图形处理器等)1010,其可以根据存储在只读存储器(ROM)1020中的程序或者从存储装置1080加载到随机访问存储器(RAM)1030中的程序而执行各种适当的动作和处理。在RAM 1030中,还存储有电子设备1000操作所需的各种程序和数据。处理装置1010、ROM 1020以及RAM 1030通过总线

1040彼此相连。输入/输出(I/O)接口1050也连接至总线1040。

[0198] 通常,以下装置可以连接至I/O接口1050:包括例如触摸屏、触摸板、键盘、鼠标、摄像头、麦克风、加速度计、陀螺仪等的输入装置1060;包括例如液晶显示器(LCD)、扬声器、振动器等的输出装置1070;包括例如磁带、硬盘等的存储装置1080;以及通信装置1090。通信装置1090可以允许电子设备1000与其他电子设备进行无线或有线通信以交换数据。虽然图10示出了具有各种装置的电子设备1000,但应理解的是,并不要求实施或具备所有示出的装置,电子设备1000可以替代地实施或具备更多或更少的装置。

[0199] 例如,根据本公开的实施例,上述集成电路的绕线质量分析方法可以被实现为计算机软件程序。例如,本公开的实施例包括一种计算机程序产品,其包括承载在非暂态计算机可读介质上的计算机程序,该计算机程序包括用于执行上述集成电路的绕线质量分析方法的程序代码。在这样的实施例中,该计算机程序可以通过通信装置1090从网络上被下载和安装,或者从存储装置1080安装,或者从ROM 1020安装。在该计算机程序被处理装置1010执行时,可以实现本公开实施例提供的集成电路的绕线质量分析方法中限定的功能。

[0200] 本公开的至少一个实施例还提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质用于存储非暂时性计算机可读指令,当非暂时性计算机可读指令由计算机执行时可以实现上述的集成电路的绕线质量分析方法。利用该计算机可读存储介质,可以通过迂回程度表征参数来评价集成电路的绕线质量,通过迂回程度表征参数能够直观地体现集成电路中目标走线区域中绕线的迂回程度,不再需要仅凭观察来估计绕线的质量,从而降低了分析集成电路的绕线质量所消耗的时间成本和人力成本,并且提高了集成电路绕线质量分析的量化程度,提升了分析集成电路的绕线质量的准确度。

[0201] 图11为本公开一些实施例提供的一种存储介质的示意图。如图11所示,存储介质1100用于存储非暂时性计算机可读指令1110。例如,当非暂时性计算机可读指令1110由计算机执行时可以执行根据上文所述的集成电路的绕线质量分析方法中的一个或多个步骤。

[0202] 例如,该存储介质1100可以应用于上述电子设备900中。例如,存储介质1100可以为图9所示的电子设备900中的存储器920。例如,关于存储介质1100的相关说明可以参考图9所示的电子设备900中的存储器920的相应描述,此处不再赘述。

[0203] 有以下几点需要说明:

[0204] (1) 本公开实施例附图只涉及到本公开实施例涉及到的结构,其他结构可参考通常设计。

[0205] (2) 在不冲突的情况下,本公开的实施例及实施例中的特征可以相互组合以得到新的实施例。

[0206] 以上所述,仅为本公开的具体实施方式,但本公开的保护范围并不局限于此,本公开的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

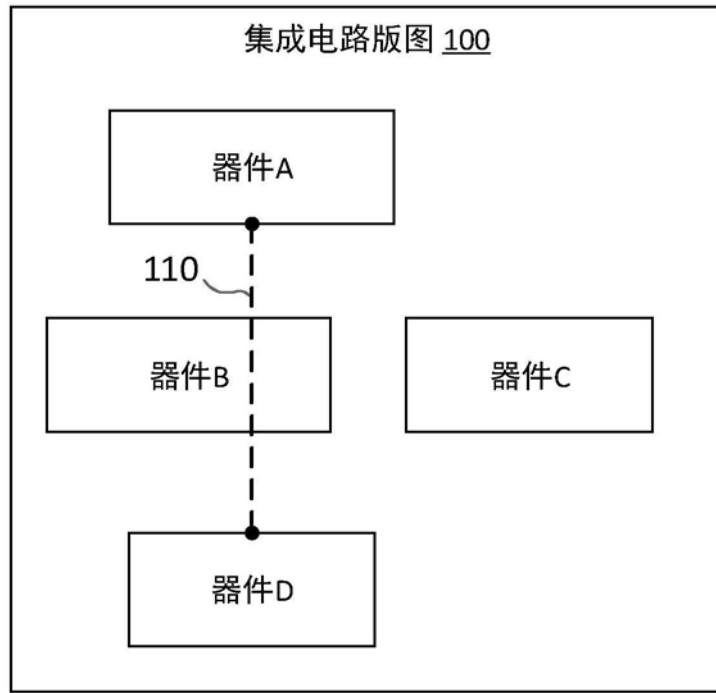


图1A

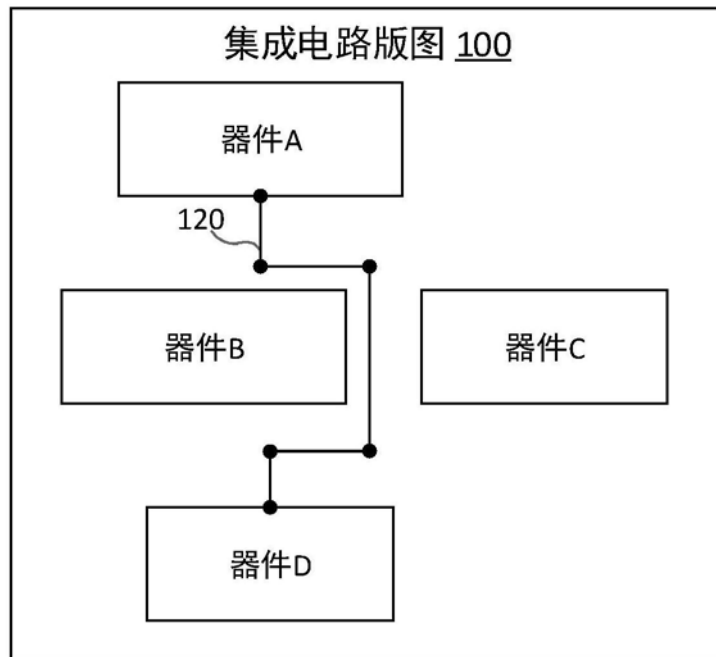


图1B

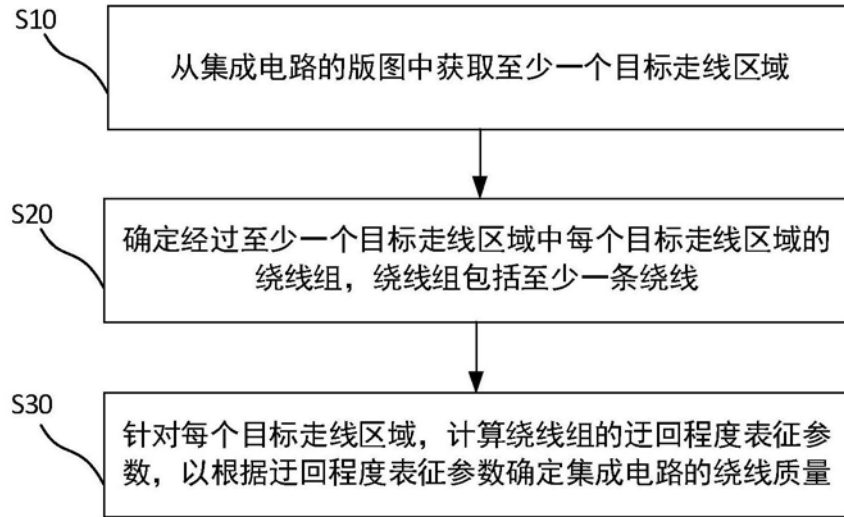


图2A

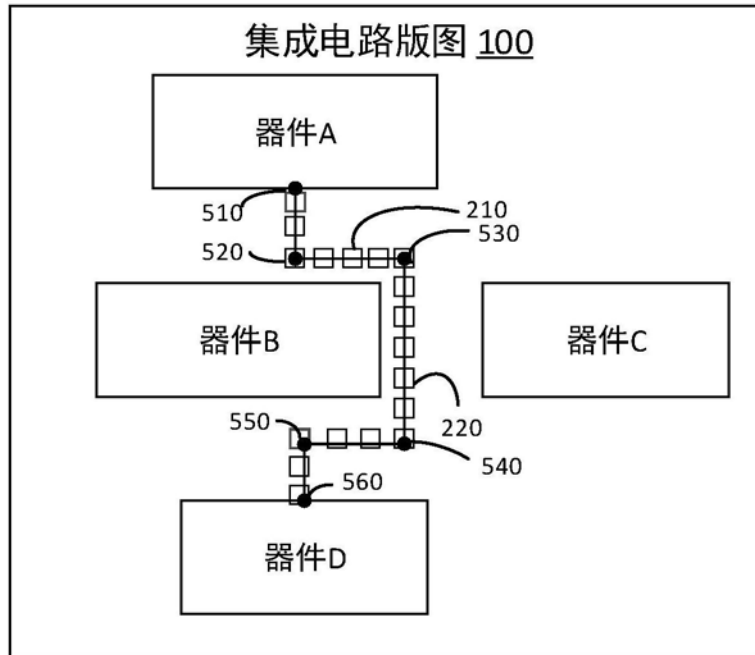


图2B

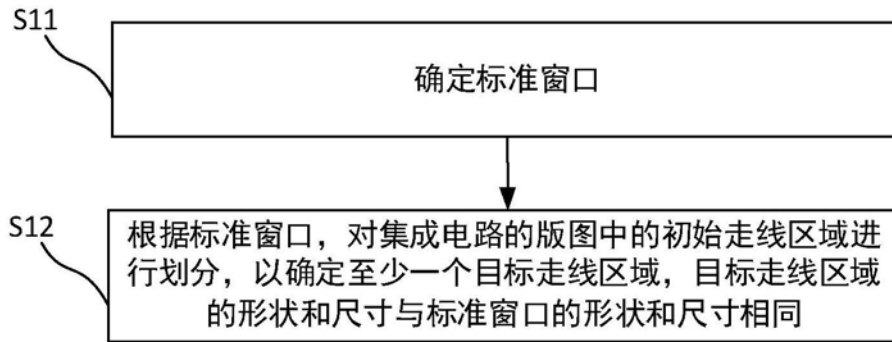


图2C

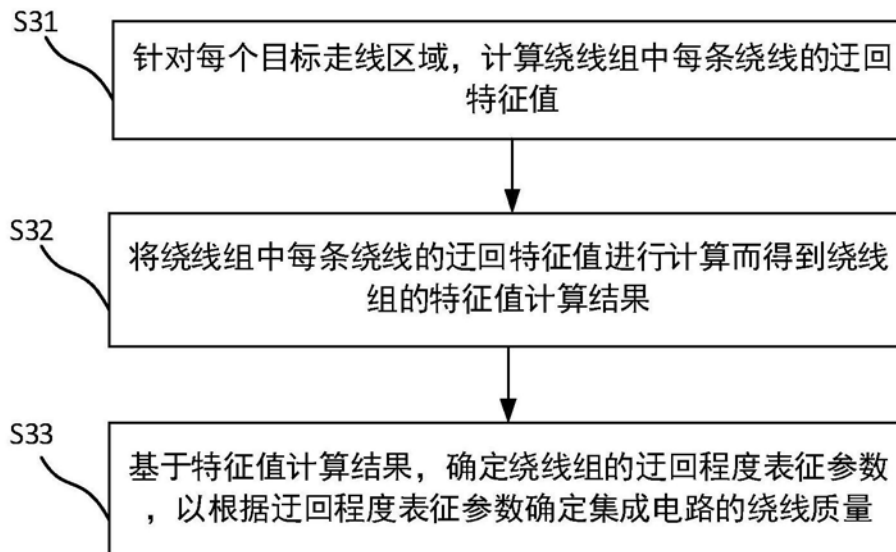


图3A

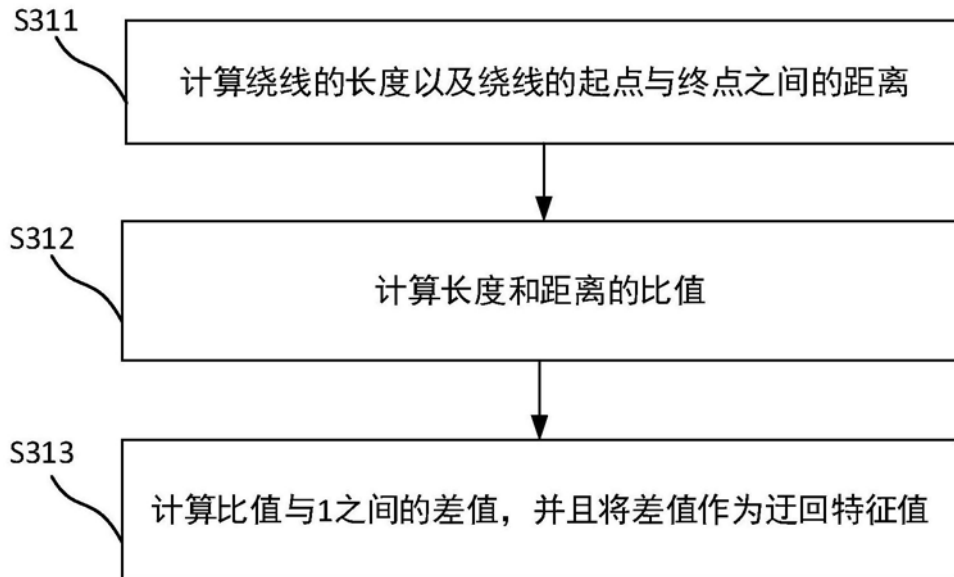


图3B

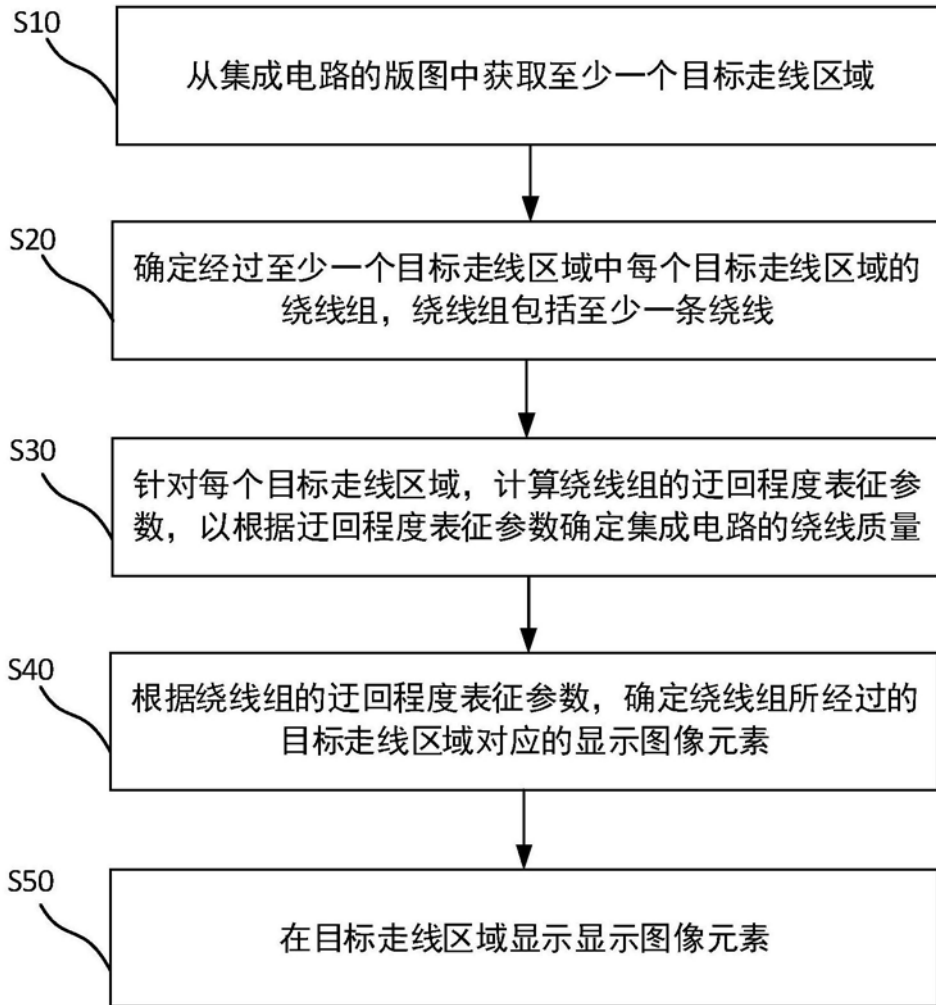


图4

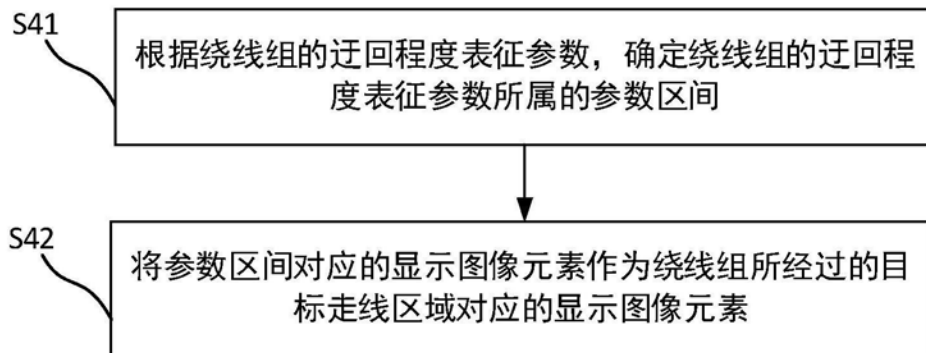


图5A

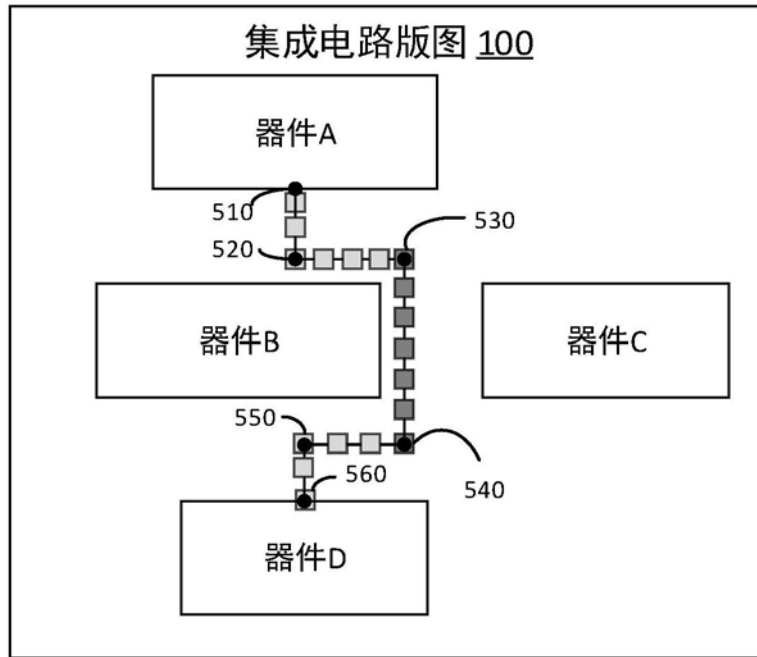


图5B

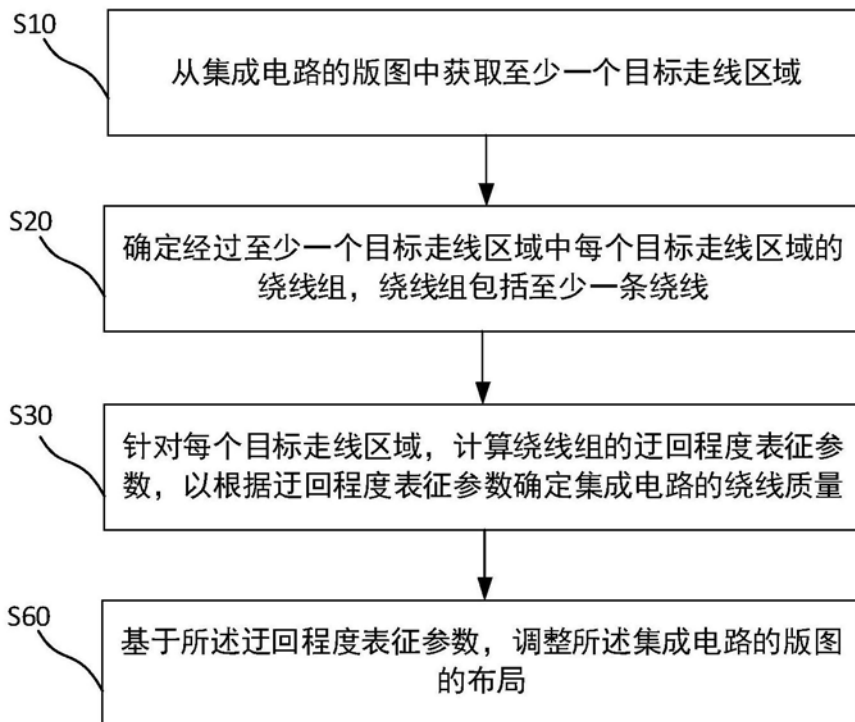


图6A

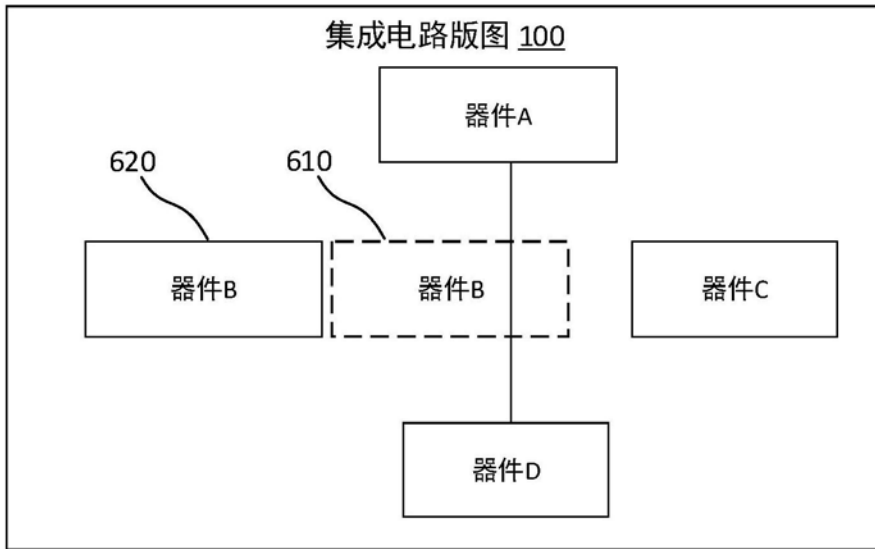


图6B

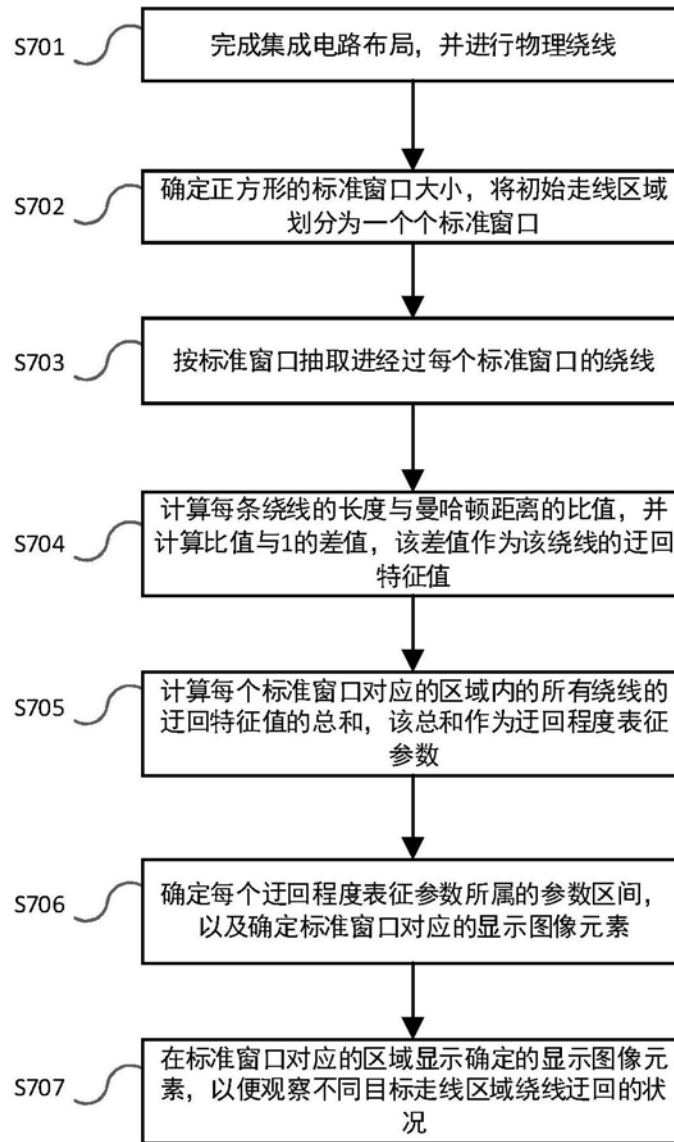


图7

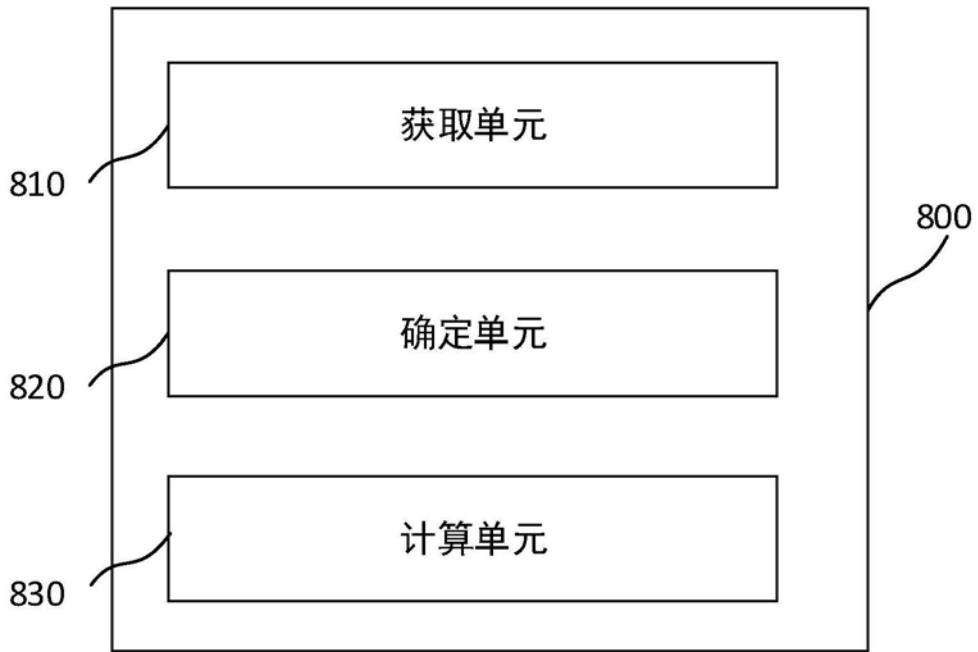


图8

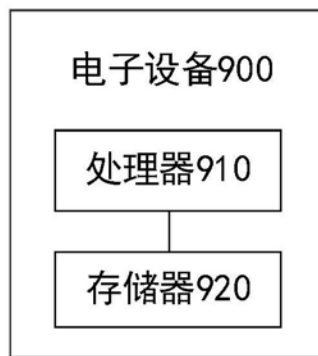


图9

1000

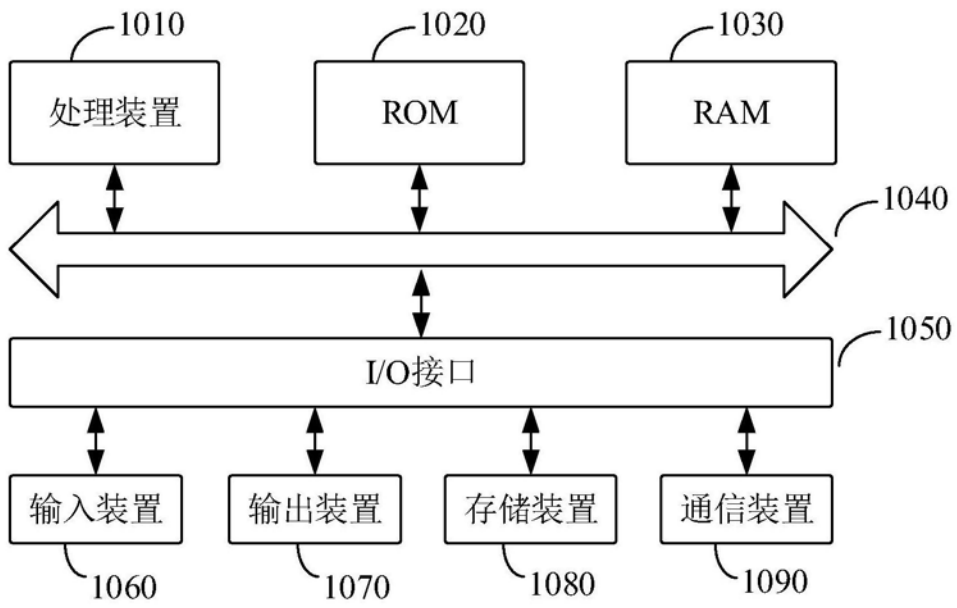


图10

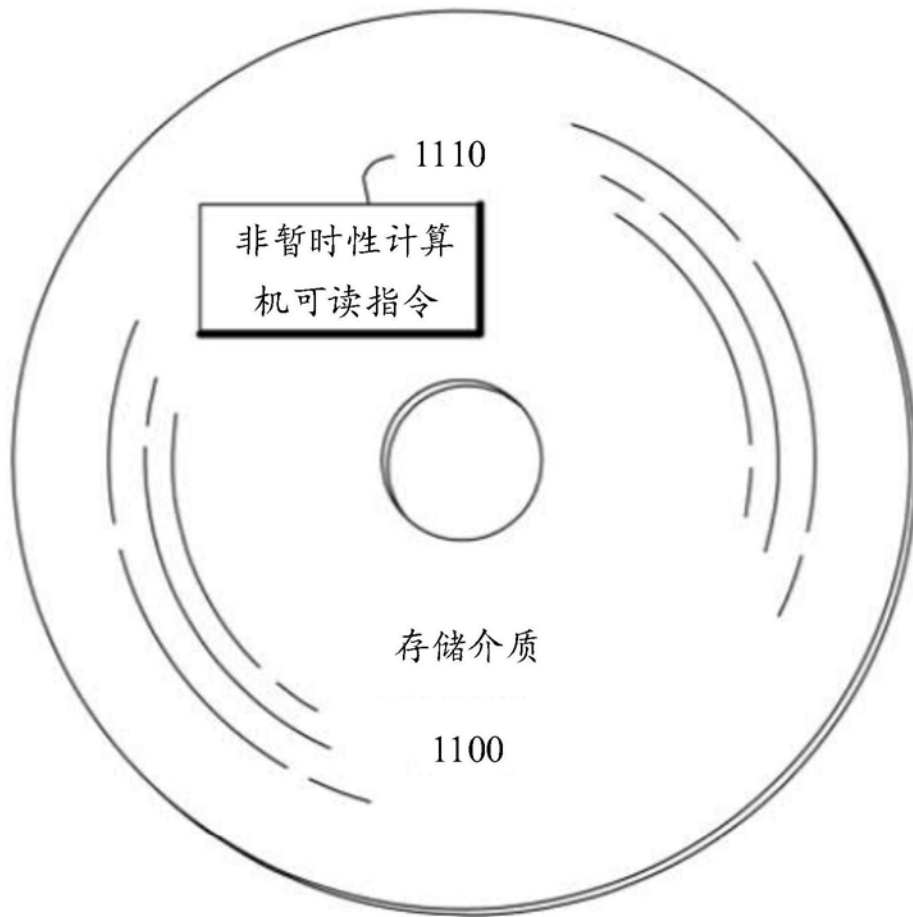


图11