



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113283207 B

(45) 授权公告日 2024.03.01

(21) 申请号 202110563836.2

(22) 申请日 2021.05.24

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113283207 A

(43) 申请公布日 2021.08.20

(73) 专利权人 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 程画 晋大师 王毓千

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

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

(56) 对比文件
CN 106471537 A, 2017.03.01
CN 108494608 A, 2018.09.04

CN 110224981 A, 2019.09.10
CN 111722642 A, 2020.09.29
JP H0836596 A, 1996.02.06
CN 107203676 A, 2017.09.26
CN 112257375 A, 2021.01.22
CN 111950214 A, 2020.11.17
CN 112270156 A, 2021.01.26
CN 1619550 A, 2005.05.25
EP 2053462 A1, 2009.04.29
US 2019057177 A1, 2019.02.21
JP H11163148 A, 1999.06.18
CA 2950855 A1, 2017.10.22
US 2019058994 A1, 2019.02.21
EP 3760123 A1, 2021.01.06
US 2013236417 A1, 2013.09.12
US 2012166162 A1, 2012.06.28
US 2002069397 A1, 2002.06.06
CN 1374635 A, 2002.10.16 (续)

审查员 王轩

权利要求书3页 说明书16页 附图10页

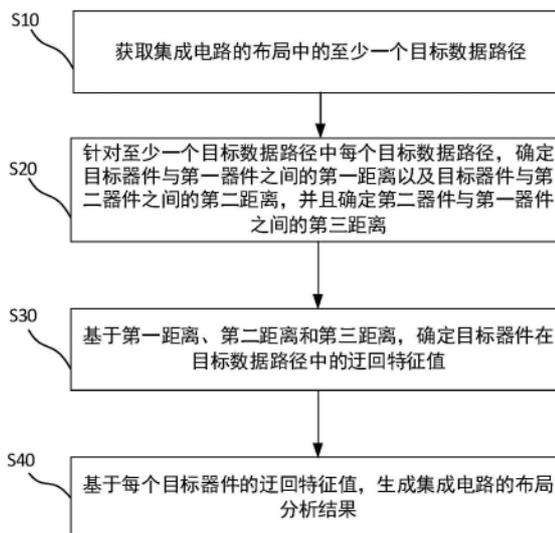
(54) 发明名称

集成电路的布局分析方法、装置、电子设备和存储介质

(57) 摘要

一种集成电路的布局分析方法、布局分析装置、电子设备和计算机可读存储介质。该布局分析方法包括:获取集成电路的布局中的至少一个目标数据路径,目标数据路径为数据信号在集成电路中传播时依次经过的多个器件所形成的路径,数据信号依次经过第一器件、目标器件和第二器件;确定目标器件与第一器件之间的第一距离以及目标器件与第二器件之间的第二距离,并且确定第二器件与第一器件之间的第三距离;基于第一距离、第二距离和第三距离,确定目标器件在目标数据路径中的迂回特征值;基于迂回特征值,生成集成电路的布局分析结果。该方法能够降低分析集成电路的布局所消耗的时间成本和人力成本,提高布局分析的量化程度,提升布

局分析的准确性。



CN 113283207 B

[接上页]

(56) 对比文件

CN 104252557 A, 2014.12.31

李辉林. 组合式多功能电工技术实验实训装

置的设计微探.《现代工业经济和信息化》.2018,
(第05期),

雷小文等. 沙洋县公路网布局方案设计.《交
通科技》.2010,

1. 一种集成电路的布局分析方法,包括:

获取所述集成电路的布局中的至少一个目标数据路径,其中,所述目标数据路径为数据信号在所述集成电路中传播时依次经过的多个器件所形成的路径,所述多个器件包括第一器件、目标器件和第二器件,所述数据信号依次经过所述第一器件、所述目标器件和所述第二器件,其中,所述目标数据路径包括起点器件和终点器件,所述第一器件为所述起点器件或者所述目标数据路径中位于所述起点器件和所述目标器件之间的器件,所述第二器件为所述终点器件或者所述目标数据路径中位于所述目标器件和所述终点器件之间的器件;

针对所述至少一个目标数据路径中每个目标数据路径,根据所述目标器件的坐标和所述第一器件的坐标确定所述目标器件与所述第一器件之间的第一距离以及根据所述目标器件的坐标和所述第二器件的坐标,确定所述目标器件与所述第二器件之间的第二距离,并且基于所述第二器件的坐标和所述第一器件的坐标,确定所述第二器件与所述第一器件之间的第三距离;

基于所述第一距离、所述第二距离和所述第三距离,确定所述目标器件在所述目标数据路径中的迂回特征值,其中,所述迂回特征值用于指示所述集成电路中所述目标数据路径的迂回程度;以及

基于每个所述目标器件的所述迂回特征值,生成所述集成电路的布局分析结果,

其中,所述至少一个目标数据路径包括多个目标数据路径,并且所述多个目标数据路径中至少两个目标数据路径中的目标器件为同一个目标器件,

基于每个所述目标器件的所述迂回特征值,生成所述集成电路的所述布局分析结果,包括:

针对每个所述目标器件,将所述目标器件分别在所述至少两个目标数据路径中的迂回特征值进行比较,并确定所述目标器件对应的最大的迂回特征值,以及根据所述最大的迂回特征值,生成所述集成电路的所述布局分析结果;或者

针对每个所述目标器件,计算所述目标器件分别在所述至少两个目标数据路径中的迂回特征值的平均值,以及根据所述平均值,生成所述集成电路的所述布局分析结果。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,基于所述第一距离、所述第二距离和所述第三距离,确定所述目标器件在所述目标数据路径中的所述迂回特征值,包括:

计算所述第一距离与所述第二距离之和与所述第三距离的差值;以及

计算所述差值与所述第三距离的比值,并且将所述比值作为所述迂回特征值。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,基于每个所述目标器件的所述迂回特征值,生成所述集成电路的布局分析结果,包括:

根据所述集成电路的布局建立二维坐标图,并且至少确定每个所述目标器件在所述二维坐标图中的目标位置;

根据每个所述目标器件在所述目标数据路径中的所述迂回特征值,确定每个所述目标器件对应的显示图像元素;以及

在每个所述目标器件位于所述二维坐标图中的所述目标位置,显示每个所述目标器件对应的所述显示图像元素。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,所述显示图像元素为单一颜色或图案。

5. 根据权利要求3或4所述的方法,其中,所述迂回特征值的数值与所述迂回特征值对

应的显示图像元素的颜色的色度负相关。

6. 根据权利要求3所述的方法,其中,根据每个所述目标器件在所述目标数据路径中的所述迂回特征值,确定每个所述目标器件对应的显示图像元素,包括:

确定每个所述目标器件在所述目标数据路径中的所述迂回特征值所属的迂回特征值区间;以及

将所述迂回特征值区间对应的显示图像元素作为所述目标器件对应的显示图像元素。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,所述迂回特征值区间的平均数值与所述迂回特征值区间对应的显示图像元素的颜色的色度负相关。

8. 根据权利要求6所述的方法,还包括:

获取所述至少一个目标数据路径的时序紧张程度表征参数;以及

根据所述时序紧张程度表征参数确定所述迂回特征值区间的宽度,

其中,所述时序紧张程度表征参数的数值与所述迂回特征值区间的宽度负相关。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中,获取所述集成电路的布局中的至少一个目标数据路径包括:

从所述集成电路的时序报告中获取所述集成电路的布局中的至少一个时序违例路径,并将所述至少一个时序违例路径作为所述至少一个目标数据路径。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一距离、所述第二距离和所述第三距离均为曼哈顿距离;或者

所述第一距离、所述第二距离和所述第三距离均为欧氏距离。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中,基于每个所述目标器件的所述迂回特征值,生成所述集成电路的所述布局分析结果,包括:

根据所述集成电路的布局建立三维坐标图,其中,所述三维坐标图的坐标系包括X轴、Y轴和Z轴,所述X轴和所述Y轴构成的平面为所述目标器件所在的平面;

至少确定每个所述目标器件在所述X轴和所述Y轴构成的平面中的目标位置;以及

将每个所述目标器件的迂回特征值作为所述目标位置与所述Z轴对应的值,以生成所述集成电路的所述布局分析结果。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述至少一个目标数据路径包括多个目标数据路径,并且所述多个目标数据路径中至少两个目标数据路径中的目标器件为同一个目标器件,

基于每个所述目标器件的所述迂回特征值,生成所述集成电路的所述布局分析结果,包括:

根据所述集成电路的布局建立三维坐标图,其中,所述三维坐标图的坐标系包括X轴、Y轴和Z轴,所述X轴和所述Y轴构成的平面为所述目标器件所在的平面,所述Z轴划分为至少两个区间段,所述至少两个区间段与所述至少两个目标数据路径一一对应;

基于所述目标器件的至少两个迂回特征值,确定所述目标器件对应的至少两个显示图像元素;以及

基于所述目标器件在所述X轴和所述Y轴构成的平面中的目标位置,分别在所述至少两个目标数据路径对应的区间段显示对应的显示图像元素,以生成所述集成电路的所述布局分析结果。

13. 一种集成电路的布局分析装置,包括:

路径获取单元,配置为获取所述集成电路的布局中的至少一个目标数据路径,其中,所述目标数据路径为数据信号在所述集成电路中传播时依次经过的多个器件所形成的路径,所述多个器件包括第一器件、目标器件和第二器件,所述数据信号依次经过所述第一器件、所述目标器件和所述第二器件,其中,所述目标数据路径包括起点器件和终点器件,所述第一器件为所述起点器件或者所述目标数据路径中位于所述起点器件和所述目标器件之间的器件,所述第二器件为所述终点器件或者所述目标数据路径中位于所述目标器件和所述终点器件之间的器件;

第一确定单元,配置为针对所述至少一个目标数据路径中每个目标数据路径,根据所述目标器件的坐标和所述第一器件的坐标确定所述目标器件与所述第一器件之间的第一距离以及根据所述目标器件的坐标和所述第二器件的坐标,确定所述目标器件与所述第二器件之间的第二距离,并且基于所述第二器件的坐标和所述第一器件的坐标,确定所述第二器件与所述第一器件之间的第三距离;

第二确定单元,配置为基于所述第一距离、所述第二距离和所述第三距离,确定所述目标器件在所述目标数据路径中的迂回特征值,其中,所述迂回特征值用于指示所述集成电路中所述目标数据路径的迂回程度;以及

结果生成单元,配置为基于每个所述目标器件的所述迂回特征值,生成所述集成电路的布局分析结果,

其中,所述至少一个目标数据路径包括多个目标数据路径,并且所述多个目标数据路径中至少两个目标数据路径中的目标器件为同一个目标器件,

所述结果生成单元配置为:

针对每个所述目标器件,将所述目标器件分别在所述至少两个目标数据路径中的迂回特征值进行比较,并确定所述目标器件对应的最大的迂回特征值,以及根据所述最大的迂回特征值,生成所述集成电路的所述布局分析结果;或者

针对每个所述目标器件,计算所述目标器件分别在所述至少两个目标数据路径中的迂回特征值的平均值,以及根据所述平均值,生成所述集成电路的所述布局分析结果。

14. 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1-12任一项所述的集成电路的布局分析方法的指令。

15. 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1-12任一项所述的集成电路的布局分析方法。

集成电路的布局分析方法、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布局分析方法、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,后端实现的过程中,分析数据路径的时序是极其重要的。一般而言,较短的数据路径意味着时钟建立时间要求能够更好地满足,较长的数据路径意味着时钟建立时间要求不能很好地满足。因此,在进行布局设计时,需要对数据路径进行分析。

发明内容

[0003] 本公开至少一个实施例提供一种集成电路的布局分析方法,包括:获取集成电路的布局中的至少一个目标数据路径,目标数据路径为数据信号在集成电路中传播时依次经过的多个器件所形成的路径,多个器件包括第一器件、目标器件和第二器件,数据信号依次经过第一器件、目标器件和第二器件;针对至少一个目标数据路径中每个目标数据路径,确定目标器件与第一器件之间的第一距离以及目标器件与第二器件之间的第二距离,并且确定第二器件与第一器件之间的第三距离;基于第一距离、第二距离和第三距离,确定目标器件在目标数据路径中的迂回特征值;以及基于每个目标器件的迂回特征值,生成集成电路的布局分析结果。

[0004] 例如,在本公开一实施例提供的布局分析方法中,基于第一距离、第二距离和第三距离,确定目标器件在目标数据路径中的迂回特征值,包括:计算第一距离与第二距离之和与第三距离的差值;以及计算差值与第三距离的比值,并且将比值作为迂回特征值。

[0005] 例如,在本公开一实施例提供的布局分析方法中,基于每个目标器件的迂回特征值,生成集成电路的布局分析结果,包括:根据集成电路的布局建立二维坐标图,并且至少确定每个目标器件在二维坐标图中的目标位置;根据每个目标器件在目标数据路径中的迂回特征值,确定每个目标器件对应的显示图像元素;以及在每个目标器件位于二维坐标图中的目标位置,显示每个目标器件对应的显示图像元素。

[0006] 例如,在本公开一实施例提供的布局分析方法中,显示图像元素为单一颜色或者图案。

[0007] 例如,在本公开一实施例提供的布局分析方法中,迂回特征值的数值与迂回特征值对应的显示图像元素的颜色色度负相关。

[0008] 例如,在本公开一实施例提供的布局分析方法中,根据每个目标器件在目标数据路径中的迂回特征值,确定每个目标器件对应的显示图像元素,包括:确定每个目标器件在目标数据路径中的迂回特征值所属的迂回特征值区间;以及将迂回特征值区间对应的显示图像元素作为目标器件对应的显示图像元素。

[0009] 例如,在本公开一实施例提供的布局分析方法中,迂回特征值区间的平均数值与迂回特征值区间对应的显示图像元素的颜色色度负相关。

[0010] 例如,在本公开一实施例提供的布局分析方法中,还包括:获取至少一个目标数据路径的时序紧张程度表征参数;以及根据时序紧张程度表征参数确定迂回特征值区间的宽度,时序紧张程度表征参数的数值与迂回特征值区间的宽度负相关。

[0011] 例如,在本公开一实施例提供的布局分析方法中,获取集成电路的布局中的至少一个目标数据路径包括:从集成电路的时序报告中获取集成电路的布局中的至少一个时序违例路径,并将至少一个时序违例路径作为至少一个目标数据路径。

[0012] 例如,在本公开一实施例提供的布局分析方法中,至少一个目标数据路径包括多个目标数据路径,并且多个目标数据路径中至少两个目标数据路径中的目标器件为同一个目标器件,基于每个目标器件的迂回特征值,生成集成电路的布局分析结果,包括:针对每个目标器件,将目标器件分别在至少两个目标数据路径中的迂回特征值进行比较,并确定目标器件对应的最大的迂回特征值;以及根据最大的迂回特征值,生成集成电路的布局分析结果。

[0013] 例如,在本公开一实施例提供的布局分析方法中,至少一个目标数据路径包括多个目标数据路径,并且多个目标数据路径中至少两个目标数据路径中的目标器件为同一个目标器件,基于每个目标器件的迂回特征值,生成集成电路的布局分析结果,包括:针对每个目标器件,计算目标器件分别在至少两个目标数据路径中的迂回特征值的平均值;以及根据每个平均值,生成集成电路的布局分析结果。

[0014] 例如,在本公开一实施例提供的布局分析方法中,第一距离、第二距离和第三距离均为曼哈顿距离;或者第一距离、第二距离和第三距离均为欧氏距离。

[0015] 例如,在本公开一实施例提供的布局分析方法中,基于每个目标器件的迂回特征值,生成集成电路的布局分析结果,包括:根据集成电路的布局建立三维坐标图,三维坐标图的坐标系包括X轴、Y轴和Z轴,X轴和Y轴构成的平面为目标器件所在的平面;至少确定每个目标器件在X轴和Y轴构成的平面中的目标位置;以及将每个目标器件的迂回特征值作为目标位置与Z轴对应的值,以生成所述集成电路的所述布局分析结果。

[0016] 例如,在本公开一实施例提供的布局分析方法中,至少一个目标数据路径包括多个目标数据路径,并且多个目标数据路径中至少两个目标数据路径中的目标器件为同一个目标器件,基于每个目标器件的迂回特征值,生成集成电路的布局分析结果,包括:根据集成电路的布局建立三维坐标图,三维坐标图的坐标系包括X轴、Y轴和Z轴,X轴和Y轴构成的平面为目标器件所在的平面,Z轴划分为至少两个区间段,至少两个区间段与至少两个目标数据路径一一对应;基于目标器件的至少两个迂回特征值,确定目标器件对应的至少两个显示图像元素;以及基于目标器件在X轴和Y轴构成的平面中的目标位置,分别在至少两个目标数据路径对应的区间段显示对应的显示图像元素,以生成所述集成电路的所述布局分析结果。

[0017] 本公开至少一个实施例提供一种集成电路的布局分析装置,包括:路径获取单元,配置为获取集成电路的布局中的至少一个目标数据路径,目标数据路径为数据信号在集成电路中传播时依次经过的多个器件所形成的路径,多个器件包括第一器件、目标器件和第二器件,数据信号依次经过第一器件、目标器件和第二器件;第一确定单元,配置为针对至少一个目标数据路径中每个目标数据路径,确定目标器件与第一器件之间的第一距离以及目标器件与第二器件之间的第二距离,并且确定第二器件与第一器件之间的第三距离;第

二确定单元,配置为基于第一距离、第二距离和第三距离,确定目标器件在目标数据路径中的迂回特征值;以及结果生成单元,配置为基于每个目标器件的迂回特征值,生成集成电路的布局分析结果。

[0018] 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布局分析方法的指令。

[0019] 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布局分析方法。

附图说明

[0020] 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。

[0021] 图1示意性示出了一种集成电路的布局分析方法的应用场景;

[0022] 图2示出了本公开至少一实施例提供的一种集成电路的布局分析方法的流程图;

[0023] 图3示出了本公开至少一实施例提供的步骤S20的示例性示意图;

[0024] 图4A示出了本公开至少一个实施例提供的一种图2中步骤S40的方法流程图;

[0025] 图4B示出了本公开至少一个实施例提供的在目标器件位于的目标位置显示显示图像元素的示意图;

[0026] 图5A示出了本公开至少一个实施例提供的另一种图2中步骤S40的方法流程图;

[0027] 图5B示出了本公开至少一实施例提供的如图5A所描述的实施例的显示效果示意图;

[0028] 图6A示出了本公开至少一个实施例提供的一种图2中步骤S40的方法流程图;

[0029] 图6B示出了本公开至少一个实施例提供的另一种图2中步骤S40的方法流程图;

[0030] 图7A示出了本公开至少一个实施例提供的另一种图2中步骤S40的方法流程图;

[0031] 图7B示出了本公开至少一实施例提供的如图7A所描述的实施例的显示效果示意图;

[0032] 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布局分析装置的示意框图;

[0033] 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;

[0034] 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

[0035] 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

[0036] 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。

[0037] 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。

[0038] 由于集成电路设计工具对数据路径的算法或者布局中物理条件限制等原因,某些器件(例如,标准单元、宏模块等)的数据路径可能会被另外一些器件所拉扯,产生距离上的迂回现象,导致数据路径变长。

[0039] 图1示意性示出了一种集成电路的布局分析方法的应用场景。需要注意的是,图1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。

[0040] 如图1所示,通过设计中的集成电路100的示意图可知,集成电路100中可以包括一个数据路径,数据信号在该数据路径中传播时依次经过起点器件、器件A、器件B、器件C和终点器件。

[0041] 如图1所示,理想的器件布局例如可以是起点器件被布局在位置110处,器件A被布局在位置101处,器件B被布局在位置102处、器件C被布局在位置103处,以及终点器件被布局在位置120处,由此,该数据路径经过的位置形成的路径为110-101-102-103-120。然而,由于集成电路的算法等原因,例如器件A可能会被布局到不同于位置101的其他位置。例如,器件A被布局到位置104。若器件A被布局到位置104,则该数据路径经过的位置所形成的路径为110-104-102-103-120。从图1可以看出,路径110-104-102-103-120长于路径110-101-102-103-120,也就是,器件A被布局到位置104所形成的数据路径相对于器件A被布局到位置101所形成的数据路径的迂回程度较大。因此,器件A被布局到位置104不利于满足时钟建立时间。

[0042] 在相关技术中,若要判断集成电路的布局是否合理,在设计过程中往往需要通过集成电路设计工具获取该集成电路的时序报告,然后通过嵌入在集成电路设计工具中的浏览工具或者独立于集成电路设计工具的浏览工具打开集成电路的时序报告,从时序报告中观察哪些数据路径比较长,然后再通过集成电路设计工具分析这些比较长的数据路径,然而打开时序报告和集成电路设计工具不仅费时费力,并且通过观察并难以准确地判断数据路径是否较长。

[0043] 为此,本公开至少一实施例提供了一种集成电路的布局分析方法、装置、电子设备和计算机可读存储介质,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,提高布局分析的量化程度,提升布局分析的准确性。

[0044] 该集成电路的布局分析方法包括:获取集成电路的布局中的至少一个目标数据路径,目标数据路径为数据信号在集成电路中传播时依次经过的多个器件所形成的路径,多个器件包括第一器件、目标器件和第二器件,数据信号依次经过第一器件、目标器件和第二

器件;针对至少一个目标数据路径中每个目标数据路径,确定目标器件与第一器件之间的第一距离以及目标器件与第二器件之间的第二距离,并且确定第二器件与第一器件之间的第三距离;基于第一距离、第二距离和第三距离,确定目标器件在目标数据路径中的迂回特征值;以及基于每个目标器件的迂回特征值,生成集成电路的布局分析结果。该方法能够直观地体现出集成电路中目标数据路径的迂回程度,从而降低分析集成电路的布局所消耗的时间成本和人力成本,提高布局分析的量化程度,提升布局分析的准确性。

[0045] 需要说明的是,在本公开中所描述的器件可以是标准单元、功能模块、宏模块等任意的在集成电路中使用的器件。

[0046] 图2示出了本公开至少一实施例提供的一种集成电路的布局分析方法的流程图。

[0047] 如图2所示,该方法可以用于集成电路的设计,包括步骤S10~S40。

[0048] 在步骤S10中,获取集成电路的布局中的至少一个目标数据路径。

[0049] 在步骤S20中,针对至少一个目标数据路径中每个目标数据路径,确定目标器件与第一器件之间的第一距离以及目标器件与第二器件之间的第二距离,并且确定第二器件与第一器件之间的第三距离。

[0050] 在步骤S30中,基于第一距离、第二距离和第三距离,确定目标器件在目标数据路径中的迂回特征值。

[0051] 在步骤S40中,基于每个目标器件的迂回特征值,生成集成电路的布局分析结果。

[0052] 该方法提出利用第一距离、第二距离和第三距离来计算目标器件在目标数据路径中的迂回特征值,通过迂回特征值来直观地体现集成电路中目标数据路径的迂回程度,从而降低分析集成电路的布局所消耗的时间成本和人力成本,提高布局分析的量化程度,提升布局分析的准确性。

[0053] 对于步骤S10,目标数据路径为数据信号在集成电路中传播时依次经过的多个器件所形成的路径,多个器件包括第一器件、目标器件和第二器件,数据信号依次经过第一器件、目标器件和第二器件。

[0054] 目标数据路径例如可以从集成电路的时序报告中获取。在本公开的一些实施例中,时序报告所包含的全部数据路径中的每个数据路径都可以作为目标数据路径。将时序报告中的每个数据路径都作为目标数据路径,从而对每个目标数据路径进行迂回程度的分析,可以保证对集成电路的布局进行分析的全面性。

[0055] 在本公开的另一一些实施例中,例如时序报告中的时序违例路径可以作为目标数据路径。在该实施例中,步骤S10获取集成电路的布局中的至少一个目标数据路径包括:从集成电路的时序报告中获取集成电路的布局中的至少一个时序违例路径,并将至少一个时序违例路径作为至少一个目标数据路径。时序违例路径是指时序出现违例的数据路径。即,数据信号无法满足建立时间(setup time)或者保持时间(hold time)的要求的数据路径。该实施例提供的方法可以从时序报告中提取出时序违例路径,针对性地对时序出现违例的数据路径进行迂回程度的分析,进一步地节省了集成电路的布局分析的时间成本,提高了布局分析的针对性。

[0056] 在本公开的另一一些实施例中,集成电路布局中的至少一个目标数据路径也可以从利用集成电路的设计工具获取,或者也可以是本领域技术人员熟知的其他方式获取,本公开对获取集成电路的布局中的至少一个目标数据路径的方式不做限定。

[0057] 对于步骤S10,例如某个数据信号在集成电路中传播时依次经过多个器件,该多个器件依次为起点器件、器件A、器件B、器件C和终点器件,则起点器件、器件A、器件B、器件C和终点器件形成数据路径。该数据路径为起点器件-器件A-器件B-器件C-终点器件,该数据路径例如可以作为目标数据路径。需要说明的是,在本文中除非特别说明,起点器件为在数据路径中作为起点的器件,终点器件为在数据路径中作为终点的器件。

[0058] 目标器件可以是该数据路径中除起点器件和终点器件之外的其他任意一个器件。第一器件可以是数据信号在该数据路径传播时依次经过的多个器件中早于目标器件经过的器件。在本公开的一些实施例中,第一器件可以是数据信号在该数据路径传播时依次经过的多个器件中早于目标器件经过的器件,并且与目标器件紧邻的器件。第二器件可以是数据信号在该数据路径传播时依次经过的多个器件中晚于目标器件经过的器件。在本公开的一些实施例中,第二器件可以是数据信号在该数据路径传播时依次经过的多个器件中晚于目标器件经过的器件,并且与目标器件紧邻的器件。例如,在起点器件-器件A-器件B-器件C-终点器件这一数据路径中,若目标器件为器件A,则第一器件可以是起点器件,第二器件可以是器件B。当然,第一器件和第二器件也可以是不与目标器件紧邻的器件。

[0059] 图3示出了本公开至少一实施例提供的步骤S20的示例性示意图。下面结合图3说明步骤S20。

[0060] 例如,在图3所示的情景中,集成电路200例如包括目标数据路径310和目标数据路径320。目标数据路径310为起点器件D1-器件E-器件F-终点器件D2,目标数据路径320为起点器件D3-器件P-终点器件D4。

[0061] 在步骤S20中,可以针对目标数据路径310中的目标器件,确定目标器件与第一器件之间的第一距离以及目标器件与第二器件之间的第二距离,并且确定第二器件与第一器件之间的第三距离,以及针对目标数据路径320中的目标器件,确定目标器件与第一器件之间的第一距离以及目标器件与第二器件之间的第二距离,并且确定第二器件与第一器件之间的第三距离。也即是,分别针对目标数据路径310中的目标器件和目标数据路径320中的目标器件确定各个距离。下面以目标数据路径310为例来进一步说明步骤S20。

[0062] 例如,在目标数据路径310中,目标器件可以是器件E和器件F中的任意一个,在步骤S20可以分别确定器件E作为目标器件时的第一距离、第二距离和第三距离以及器件F作为目标器件时的第一距离、第二距离和第三距离。或者,在步骤S20也可以是只确定器件E作为目标器件时的第一距离、第二距离和第三距离或者器件F作为目标器件时的第一距离、第二距离和第三距离。下面以目标器件为器件E为例来进一步说明步骤S20。

[0063] 例如,目标器件为器件E,那么根据步骤S10的描述第一器件可以为起点器件D1,第二器件可以为器件F。在步骤S20可以确定器件E和起点器件D1之间的第一距离,确定器件E与器件F之间的第二距离以及确定起点器件D1和器件F之间的第三距离。

[0064] 在本公开的一些实施例中,第一距离、第二距离和第三距离可以均为曼哈顿距离。两点之间的曼哈顿距离的计算公式为:

$$[0065] \quad S1 = |x_2 - x_1| + |y_2 - y_1|,$$

[0066] 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。

[0067] 如图3所示,器件E和起点器件D1的曼哈顿距离可以是 $|\Delta x| + |\Delta y|$, 其中, Δx 为器件E的横坐标和起点器件D1的横坐标之间的差值, Δy 为器件E的纵坐标和起点器件D1的纵

坐标之间的差值。类似地,可以利用曼哈顿距离的计算公式计算第二距离和第三距离。

[0068] 在本公开的另一些实施例中,第一距离、第二距离和第三距离均为欧氏距离。两点之间的欧式距离S2的计算公式为:

$$[0069] \quad S2 = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2},$$

[0070] 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, (x_1, y_1) 为器件E的坐标, (x_2, y_2) 为起点器件D1的坐标。

[0071] 对于步骤S30,迂回特征值的计算公式例如可以为:

[0072] 迂回特征值 = (第一距离+第二距离-第三距离)/第三距离。

[0073] 例如,目标器件E与起点器件D1之间的第一距离为 S_{ED1} ,目标器件E与器件F之间的第二距离为 S_{EF} ,以及起点器件D1和器件F之间的第三距离为 S_{D1F} ,则目标器件E在目标数据路径310中的迂回特征值 V_E 为:

$$[0074] \quad V_E = (S_{ED1} + S_{EF} - S_{D1F}) / S_{D1F}$$

[0075] 需要理解的是,本领域技术人员也可以采用其他不同于上述实施例的计算方法来计算目标器件在目标数据路径中的迂回特征值。例如,目标器件在目标数据路径中的迂回特征值可以等于:第一距离+第二距离-第三距离。

[0076] 图4A示出了本公开至少一个实施例提供的一种图2中步骤S40的方法流程图。

[0077] 如图4A所示,步骤S40可以包括步骤S41~步骤S43。

[0078] 在步骤S41中,根据集成电路的布局建立二维坐标图,并且至少确定每个目标器件在二维坐标图中的目标位置。

[0079] 例如,从集成电路的布局中选择一个初始位置与二维坐标图的原点对应,即该初始位置在二维坐标图中的坐标为(0,0),从而可以根据目标器件的特征点(例如,矩形器件的特征点可以是四个顶点)与该初始位置之间的位置关系来确定目标器件在该二维坐标系中的位置,目标器件在二维坐标图中的位置称为目标位置。

[0080] 例如在图3所示的情景中,集成电路的布局中的初始位置SP与二维坐标图的原点对应,那么可以根据器件F的四个顶点 F_1 、 F_2 、 F_3 以及 F_4 分别与初始位置SP之间的位置关系来确定器件F在二维坐标图的目标位置。

[0081] 需要理解的是,在步骤S41中,除了确定每个目标器件在二维坐标图中的目标位置,还可以根据集成电路的布局建立二维坐标图,确定其他非目标器件(例如,数据路径中的起点器件和终点器件)的目标位置。例如确定集成电路的布局中全部器件各自在二维坐标图中的目标位置。

[0082] 在步骤S42中,根据每个目标器件在目标数据路径中的迂回特征值,确定每个目标器件对应的显示图像元素。

[0083] 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,每个迂回特征值对应一种颜色,该迂回特征值对应的颜色所形成的单一颜色图像即为目标器件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。不同的迂回特征值可以对应于不同的图案。迂回特征值与图案之间的对应关系可以是预先设定的。

[0084] 在本公开的一些实施例中,迂回特征值的数值与迂回特征值对应的显示图像元素的颜色的色度负相关。色度可以反映颜色的色调和饱和度。在本公开的至少一实施例中,例

如,迂回特征值的数值越大,则对应的显示图像元素的颜色越暖。例如,蓝色的色调比红色色调冷,则较小的迂回特征值与蓝色对应,较大的迂回特征值与红色对应。该实施例中较大的迂回特征值对应于越暖的色调,使得迂回特征值较大的目标器件的目标位置显示较醒目的颜色图像,便于方便地观察到哪些目标数据路径的迂回程度较大,提高了用户体验。

[0085] 在本公开的另一些实施例中,例如,迂回特征值的数值与迂回特征值对应的显示图像元素的颜色灰度值正相关。即,迂回特征值的数值越高,显示图像元素的颜色灰度值越高。

[0086] 在本公开的另一些实施例中,根据每个目标器件在目标数据路径中的迂回特征值,确定每个目标器件对应的显示图像元素,包括:确定每个目标器件在目标数据路径中的迂回特征值所属的迂回特征值区间,以及将迂回特征值区间对应的显示图像元素作为目标器件对应的显示图像元素。

[0087] 例如可以预先建立迂回特征值区间和显示图像元素之间的对应关系,然后确定目标器件在目标数据路径中的迂回特征值所属的迂回特征值区间,从而根据迂回特征值区间和显示图像元素之间的对应关系来确定该迂回特征值对应的显示图像元素,该显示图像元素即为目标器件对应的显示图像。

[0088] 在本公开的一些实施例中,例如可以根据最大迂回特征值确定迂回特征值区间。例如可以将每个目标器件在目标数据路径中的迂回特征值相互比较而得到最大迂回特征值。例如,最大迂回特征值与迂回特征值区间正相关,即,最大迂回特征值越大,则迂回特征值区间的宽度越大。例如,在一些示例中,经计算,在图1所示的集成电路100中,目标器件在目标数据路径中的迂回特征值的最大值为1,则可以设置迂回特征值区域的宽度为0.1。又例如,经计算,在图1所示的集成电路100中,目标器件在目标数据路径中的迂回特征值的最大值为2,则可以设置迂回特征值区域的宽度为0.2。

[0089] 在本公开的另一些实施例中,例如可以根据至少一个目标数据路径的时序紧张程度表征参数确定迂回特征值区间的宽度。在该实施例中,上述集成电路的分析方法还可以包括:获取至少一个目标数据路径的时序紧张程度表征参数;以及根据时序紧张程度表征参数确定迂回特征值区间的宽度,时序紧张程度表征参数的数值与迂回特征值区间的宽度负相关。

[0090] 例如,时序紧张程度表征参数的数值越大,则集成电路中的至少一个目标数据路径的时序越紧张。在集成电路中的至少一个目标数据路径的时序较紧张的情况下,可以设置较小的迂回特征值区间宽度,以及在在集成电路中的至少一个目标数据路径的时序较松弛的情况下,可以设置较大的迂回特征值区间宽度。时序紧张可以是指数据信号的建立时间和保持时间较短。时序紧张的集成电路对减少迂回程度的要求较高,通过对时序紧张的集成电路设置较小的迂回特征值区间宽度能够使得集成电路的布局分析结果的粒度更细,便于对集成电路布局进行更加细致的分析,从而能减少由于数据路径的迂回导致的时序违例。

[0091] 当然,本领域技术人员也可以根据实际情况来设定迂回特征值区间的宽度,本公开对此不作限定。

[0092] 在本公开的一些实施例中,迂回特征值区间的平均数值与上述迂回特征值区间对应的显示图像元素的颜色色度负相关。例如,迂回特征值区间的平均数值越大,显示图像

的色调越暖。通过较暖的色调表示较大的迂回程度可以更加方便地观察到哪些目标数据路径的迂回程度较大,提高了用户体验。

[0093] 在步骤S43中,在每个目标器件位于二维坐标图中的目标位置,显示每个目标器件对应的显示图像元素。

[0094] 图4B示出了本公开至少一个实施例提供的在目标器件位于的目标位置显示显示图像元素的示意图。

[0095] 如图4B所示,在该示意图中可以包括条形图410和二维坐标图420。条形图410表示迂回特征值与单一颜色的显示图像元素之间的对应关系。二维坐标图420表示每个目标位置分别对应的显示图像元素。例如,每个矩形代表一个目标器件在二维坐标图中的目标位置。

[0096] 如图4B所示,每个目标位置显示有单一颜色的显示图像元素,该显示图像为位于该目标位置的目标器件对应的显示图像元素。

[0097] 下面以纵坐标Y为[6.5,7.5]之间的一行目标位置为例来说明每个目标器件对应的显示图像元素。

[0098] 例如,该行可以包括10个目标器件。根据条形图410,分别确定该10个目标器件的迂回特征值各自对应的单一颜色的显示图像元素。例如从图4B的最左侧数起,第一个目标器件、第四个目标器件、第六个目标器件、第七个目标器件、第九个目标器件和第十个目标器件(即,使用三角形标记的目标器件)为暖色调对应的单一颜色,剩余的4个器件(即,使用圆形标记的目标器件)为冷色调对应的单一颜色。

[0099] 需要理解的是,在图4B所示的实施例中,目标器件在二维坐标图中的目标位置所在的区域的形状都是矩形,但是在实际中,目标器件在二维坐标图中的目标位置所在的区域的形状也可以是圆形或者其他不规则形状。目标器件在二维坐标图中的目标位置所在的区域的形状可以根据目标器件自身的外形决定。

[0100] 图4A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器件的迂回程度,而且可以在二维坐标图中同时展示多个目标器件各自的迂回程度,从而能够从整体上或全局上展示所有数据路径的迂回程度,使得集成电路的设计者能够迅速地判断数据路径的迂回程度,使得布局分析结果可视化,提高了用户体验。

[0101] 图5A示出了本公开至少一个实施例提供的另一种图2中步骤S40的方法流程图。

[0102] 如图5A所示,步骤S40可以包括步骤S44~步骤S46。

[0103] 在步骤S44中,根据集成电路的布局建立三维坐标图。

[0104] 在步骤S45中,至少确定每个目标器件在X轴和Y轴构成的平面中的目标位置。

[0105] 在步骤S46中,将每个目标器件的迂回特征值作为目标位置与Z轴对应的值,以生成所述集成电路的所述布局分析结果。

[0106] 图5B示出了本公开至少一实施例提供的图5A所描述的实施例的显示效果示意图。下面结合图5B说明上述图5A所描述的实施例。

[0107] 对于步骤S45,三维坐标图的坐标系可以包括X轴、Y轴和Z轴,X轴和Y轴构成的平面为目标器件所在的平面。例如,至少每个目标器件被映射到X轴和Y轴构成的平面。例如可以按照步骤S41描述的方法确定每个目标器件被映射到X轴和Y轴构成的平面中对应的目标位置。例如,如图5B所示,在图3所示的情景中,按照步骤S41描述的方法确定器件P映射到X轴

和Y轴构成的平面中对应的目标位置为区域W。类似地,可以确定起点器件D1、器件E、器件F、终点器件D2、起点器件D3、终点器件D4、器件H和终点器件J在X轴和Y轴构成的平面中的目标位置。

[0108] 在步骤S46中,将每个目标器件的迂回特征值作为目标位置与Z轴对应的值,以生成所述集成电路的所述布局分析结果。

[0109] 例如,如图5B所示,器件P的迂回特征值作为目标位置(即区域W)对应的Z轴的值。其他器件与器件P类似,即,器件的迂回特征值作为器件的目标位置对应的Z轴的值,在此不再赘述。

[0110] 这种方法可以将目标器件在每个数据路径中的迂回特征值以立体效果显示出来,从而使得布局分析结果的展示内容更加丰富。

[0111] 在本公开的一些实施例中,至少一个目标数据路径包括多个目标数据路径,并且多个目标数据路径中至少两个目标数据路径中的目标器件为同一个目标器件。

[0112] 例如,如图3所示,除包括目标数据路径310和目标数据路径320外,集成电路200还包括目标数据路径330。目标数据路径330为起点器件G-器件P-器件H和终点器件J。目标数据路径320和目标数据路径330都包括器件P这个目标器件。

[0113] 下面结合图6A和图6B说明多个目标数据路径中至少两个目标数据路径中的目标器件为同一个目标器件的情形中,图2中步骤S40的实施方式。

[0114] 图6A示出了本公开至少一个实施例提供的一种图2中步骤S40的方法流程图。

[0115] 如图6A所示,步骤S40包括步骤S61和步骤S62。

[0116] 在步骤S61中,针对每个目标器件,将目标器件分别在至少两个目标数据路径中的迂回特征值进行比较,并确定目标器件对应的最大的迂回特征值。

[0117] 例如,在图3中,将器件P在目标数据路径320中的迂回特征值 V_{p1} 和器件P在目标数据路径330中的迂回特征值 V_{p2} 进行比较。若 $V_{p1} > V_{p2}$,则将 V_{p1} 确定为器件P对应的最大的迂回特征值。若 $V_{p1} < V_{p2}$,则将 V_{p2} 确定为器件P对应的最大的迂回特征值。

[0118] 在步骤S62中,根据每个最大的迂回特征值,生成集成电路的布局分析结果。

[0119] 例如,在图4A所描述的实施例中,在步骤S42中,即,在根据每个目标器件的迂回特征值,确定目标器件对应的显示图像元素的过程中,可以根据每个目标器件的最大的迂回特征值来确定每个目标器件对应的显示图像元素,从而将该显示图像元素显示在二维坐标图中将该目标器件对应的目标位置。

[0120] 例如,在图3所示的例子中, $V_{p1} > V_{p2}$,即, V_{p1} 为器件P对应的最大的迂回特征值,而 V_{p1} 所在的迂回特征值区间对应的显示图像元素为灰度值为120的单一颜色图像,则在器件P在二维坐标图中的目标位置显示该灰度值为120的单一颜色图像。

[0121] 根据目标器件对应的最大的迂回特征值生成集成电路的布局分析结果,更能展示出哪些目标器件的迂回程度较高,有利于布局分析。

[0122] 图6B示出了本公开至少一个实施例提供的另一种图2中步骤S40的方法流程图。

[0123] 如图6B所示,步骤S40包括步骤S63和步骤S64。

[0124] 在步骤S63中,针对每个目标器件,计算目标器件分别在至少两个目标数据路径中的迂回特征值的平均值。

[0125] 例如,在图3所示的情景中,计算器件P在目标数据路径320中的迂回特征值 V_{p1} 和器

件P在目标数据路径330中的迂回特征值 V_{p2} 的平均值。

[0126] 在步骤S64中,根据平均值,生成集成电路的布局分析结果。

[0127] 将平均值作为迂回特征值生成集成电路的布局分析结果,能够展示目标器件的在各个目标数据路径中的综合迂回程度。

[0128] 例如,在图4A所描述的实施例中,在步骤S42中,即,在根据每个目标器件的迂回特征值,确定目标器件对应的显示图像元素的过程中,可以根据平均值来确定目标器件对应的显示图像元素,从而将该显示图像元素显示在二维坐标图中将该目标器件对应的目标位置。

[0129] 例如,在图3所示的例子中, V_{p1} 和 V_{p2} 的平均值所在的迂回特征值区间对应的显示图像元素为灰度值为100的单一颜色图像,则在器件P在二维坐标图中的目标位置显示该灰度值为100的单一颜色图像。

[0130] 可以理解的是,在上述图5A所述的实施例中,若多个目标数据路径中至少两个目标数据路径中的目标器件为同一个目标器件,则步骤S46也可以按照图6A或者图6B所描述的方法来确定每个目标器件的迂回特征值。

[0131] 图7A示出了本公开至少一个实施例提供的另一种图2中步骤S40的方法流程图。该方法可以应用于多个目标数据路径中至少两个目标数据路径中的目标器件为同一个目标器件的情形。

[0132] 如图7A所示,步骤S40包括步骤S71~步骤S73。

[0133] 在步骤S71中,根据集成电路的布局建立三维坐标图。

[0134] 在步骤S72中,基于目标器件的至少两个迂回特征值,确定目标器件对应的至少两个显示图像元素。

[0135] 在步骤S73中,基于目标器件在X轴和Y轴构成的平面中的目标位置,分别在至少两个目标数据路径对应的区间段显示对应的显示图像元素,以生成所述集成电路的所述布局分析结果。

[0136] 图7B示出了本公开至少一实施例提供的图7A所描述的方法的显示效果示意图。下面结合图7B,并且以图3所示的情景为例来说明图7A所描述的方法。

[0137] 在本公开的一些实施例中,对于步骤S71,三维坐标图的坐标系可以包括X轴、Y轴和Z轴。X轴和Y轴构成的平面为目标器件所在的平面,Z轴划分为至少两个区间段,至少两个区间段与至少两个目标数据路径一一对应。

[0138] 由于多个目标数据路径中至少两个目标数据路径中的目标器件为同一个目标器件,因此可以将Z轴划分为至少两个区间段,至少两个区间段与至少两个目标数据路径一一对应。

[0139] 例如,在图3所示的情景中,器件P既在目标数据路径320中也在目标数据路径330中,则可以将器件Z轴划分为多个区间段。如图7B所示,例如Z轴的一个区间段 $[0, 1]$ 与目标数据路径320对应,以通过该区间段 $[0, 1]$ 表示器件P在目标数据路径320中的迂回特征值,另一个区间段 $[1, 2]$ 与目标数据路径330对应,以通过该区间段 $[1, 2]$ 表示器件P在目标数据路径330中的迂回特征值。

[0140] 在本公开的一些实施例中,如果多个目标数据路径中M个目标数据路径中的目标器件为同一个目标器件,则Z轴被划分的区间段的数量可以与M的最大值 M_{MAX} 相同。也就是

说,如果多个目标数据路径中最多有 M_{MAX} 个目标数据路径的目标器件为同一个目标器件,那么Z轴被划分为 M_{MAX} 个区间段。例如,如果多个目标数据路径中最多有3个目标数据路径的目标器件为同一个目标器件,那么Z轴被划分为3个区间段。

[0141] 对于步骤S72,基于目标器件在每个目标数据路径中的迂回特征值,确定每个迂回特征值对应的显示图像元素。例如,器件P在目标数据路径310中的迂回特征值为 V_{p1} ,器件P在目标数据路径起点器件330中的迂回特征值 V_{p2} ,则分别确定迂回特征值为 V_{p1} 和迂回特征值 V_{p2} 对应的显示图像元素。

[0142] 在步骤S73中,基于目标器件在X轴和Y轴构成的平面中的目标位置,分别在至少两个目标数据路径对应的区间段显示对应的显示图像元素。

[0143] 如图7B所示,目标器件P在X轴和Y轴构成的平面中的目标位置为区域W,则在区间段 $[0, 1]$ 显示 V_{p1} 对应的显示图像元素,在区间段 $[1, 2]$ 显示 V_{p2} 对应的显示图像元素。

[0144] 这种显示方法可以将目标器件在每个数据路径中的迂回程度通过显示图像元素表示出来,从而使得布局分析结果的展示内容更加直观且丰富。

[0145] 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布局分析装置800的示意框图。

[0146] 例如,如图8所示,该集成电路的布局分析装置800可以用于集成电路的设计,包括路径获取单元810、第一确定单元820、第二确定单元830和结果生成单元840。

[0147] 路径获取单元810配置为获取所述集成电路的布局中的至少一个目标数据路径。例如,所述目标数据路径为数据信号在所述集成电路中传播时依次经过的多个器件所形成的路径,所述多个器件包括第一器件、目标器件和第二器件,所述数据信号依次经过所述第一器件、所述目标器件和所述第二器件。路径获取单元810例如可以执行图2描述的步骤S10。

[0148] 在本公开的一些实施例中,路径获取单元810包括:路径获取子单元,配置为从集成电路的时序报告中获取集成电路的布局中的至少一个时序违例路径,并将至少一个时序违例路径作为至少一个目标数据路径。

[0149] 第一确定单元820配置为针对至少一个目标数据路径中每个目标数据路径的目标器件,确定目标器件与第一器件之间的第一距离以及目标器件与第二器件之间的第二距离,并且确定第二器件与第一器件之间的第三距离。第一确定单元820例如可以执行图2描述的步骤S20。

[0150] 在本公开的一些实施例中,第一距离、第二距离和第三距离均为曼哈顿距离,或者第一距离、第二距离和第三距离均为欧氏距离。

[0151] 第二确定单元830配置为基于第一距离、第二距离和第三距离,确定目标器件在目标数据路径中的迂回特征值。第二确定单元830例如可以执行图2描述的步骤S30。

[0152] 结果生成单元840配置为基于每个目标器件的迂回特征值,生成集成电路的布局分析结果。结果生成单元840例如可以执行图2描述的步骤S40。

[0153] 在本公开的一些实施例中,第二确定单元830包括第一计算子单元和第二计算子单元。第一计算子单元配置为计算第一距离与第二距离之和与第三距离的差值,第二计算子单元配置为计算差值与第三距离的比值,并且将比值作为迂回特征值。

[0154] 在本公开的一些实施例中,结果生成单元840包括第一确定子单元、第二确定子单

元和显示子单元。

[0155] 第一确定子单元配置为根据集成电路的布局建立二维坐标图,并且至少确定每个目标器件在二维坐标图中的目标位置。

[0156] 第二确定子单元配置为根据每个目标器件在目标数据路径中的迂回特征值,确定每个目标器件对应的显示图像元素。

[0157] 在本公开的一些实施例中第二确定子单元包括:区间确定子单元,配置为确定每个目标器件在目标数据路径中的迂回特征值所属的迂回特征值区间;以及第一元素确定子单元,配置为将迂回特征值区间对应的显示图像元素作为目标器件对应的显示图像元素。

[0158] 在本公开的一些实施例中,迂回特征值区间的平均数值与迂回特征值区间对应的显示图像元素的颜色的色度负相关。

[0159] 显示子单元配置为在每个目标器件位于二维坐标图中的目标位置,显示每个目标器件对应的显示图像元素。

[0160] 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。

[0161] 在本公开的一些实施例中,迂回特征值的数值与迂回特征值对应的显示图像元素的颜色的色度负相关。

[0162] 在本公开的一些实施例中,集成电路的布局分析装置在前述实施例的基础上还可以包括参数获取单元和宽度确定单元。

[0163] 参数获取单元配置为获取至少一个目标数据路径的时序紧张程度表征参数。

[0164] 宽度确定单元配置为根据时序紧张程度表征参数确定迂回特征值区间的宽度。

[0165] 时序紧张程度表征参数的数值与迂回特征值区间的宽度负相关。

[0166] 在本公开的一些实施例中,至少一个目标数据路径包括多个目标数据路径,并且多个目标数据路径中至少两个目标数据路径中的目标器件为同一个目标器件,结果生成单元840包括第一生成子单元或者第二生成子单元。

[0167] 第一生成子单元配置为针对每个目标器件,将目标器件分别在至少两个目标数据路径中的迂回特征值进行比较,并确定目标器件对应的最大的迂回特征值,以及根据最大的迂回特征值,生成集成电路的布局分析结果。

[0168] 第二生成子单元配置为针对每个目标器件,计算目标器件分别在至少两个目标数据路径中的迂回特征值的平均值,以及根据平均值,生成集成电路的布局分析结果。

[0169] 在本公开的一些实施例中,结果生成单元840包括:第一建立子单元,配置为根据集成电路的布局建立三维坐标图,三维坐标图的坐标系包括X轴、Y轴和Z轴,X轴和Y轴构成的平面为目标器件所在的平面;位置确定子单元,配置为至少确定每个目标器件在X轴和Y轴构成的平面中的目标位置;以及第三生成子单元,配置为将每个目标器件的迂回特征值作为目标位置与Z轴对应的值,以生成集成电路的布局分析结果。

[0170] 在本公开的一些实施例中,至少一个目标数据路径包括多个目标数据路径,并且多个目标数据路径中至少两个目标数据路径中的目标器件为同一个目标器件,结果生成单元840包括:第二建立子单元,配置为根据集成电路的布局建立三维坐标图,其中,三维坐标图的坐标系包括X轴、Y轴和Z轴,X轴和Y轴构成的平面为目标器件所在的平面,Z轴划分为至少两个区间段,至少两个区间段与至少两个目标数据路径一一对应;第二元素确定子单元,配置为基于目标器件的至少两个迂回特征值,确定目标器件对应的至少两个显示图像元

素;以及显示子单元,配置为基于目标器件在X轴和Y轴构成的平面中的目标位置,分别在至少两个目标数据路径对应的区间段显示对应的显示图像元素,以生成集成电路的布局分析结果。

[0171] 例如,路径获取单元810、第一确定单元820、第二确定单元830和结果生成单元840可以为硬件、软件、固件以及它们的任意可行的组合。例如,路径获取单元810、第一确定单元820、第二确定单元830和结果生成单元840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。

[0172] 需要说明的是,本公开的实施例中,集成电路的布局分析装置800的各个单元与前述的布局分析方法的各个步骤对应,关于集成电路的布局分析装置800的具体功能可以参考关于集成电路的布局分析方法的相关描述,此处不再赘述。图8所示的集成电路的布局分析装置800的组件和结构只是示例性的,而非限制性的,根据需要,该集成电路的布局分析装置800还可以包括其他组件和结构。

[0173] 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布局分析方法的指令。该电子设备可以利用第一距离、第二距离和第三距离来计算目标器件在目标数据路径中的迂回特征值,通过迂回特征值来直观地体现集成电路中目标数据路径的迂回程度,从而降低分析集成电路的布局所消耗的时间成本和人力成本,提高布局分析的量化程度,提升布局分析的准确性。

[0174] 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布局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。

[0175] 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。

[0176] 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。

[0177] 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布局分析方法的描述,此处不再赘述。

[0178] 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布局分析方法。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。

[0179] 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。

[0180] 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。

[0181] 例如,根据本公开的实施例,上述集成电路的布局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布局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布局分析方法中限定的功能。

[0182] 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布局分析方法。利用该计算机可读存储介质,可以利用第一距离、第二距离和第三距离来计算目标器件在目标数据路径中的迂回特征值,通过迂回特征值来直观地体现集成电路中目标数据路径的迂回程度,从而降低分析集成电路的布局所消耗的时间成本和人力成本,提高布局分析的量化程度,提升布局分析的准确性。

[0183] 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布局分析方法中的一个或多个步骤。

[0184] 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。

[0185] 有以下几点需要说明:

[0186] (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。

[0187] (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。

[0188] 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。

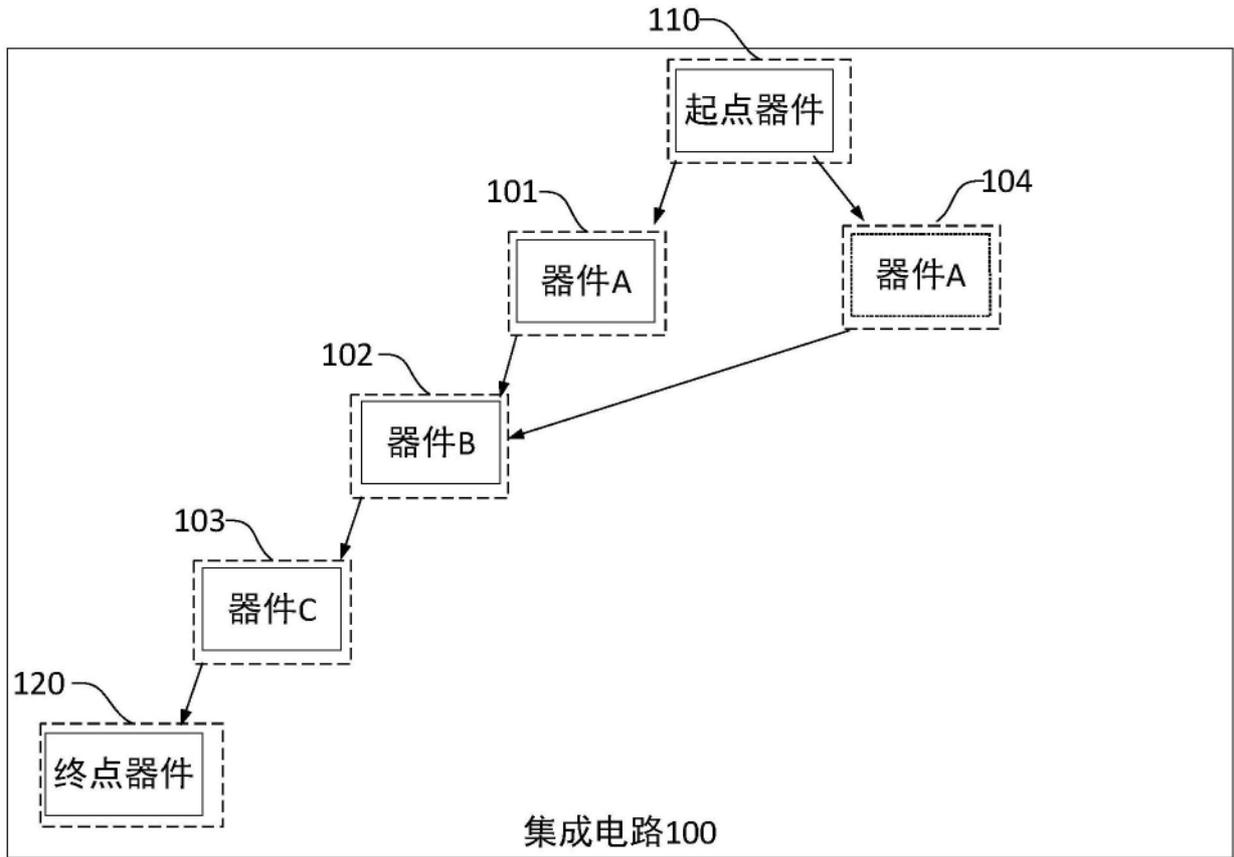


图1

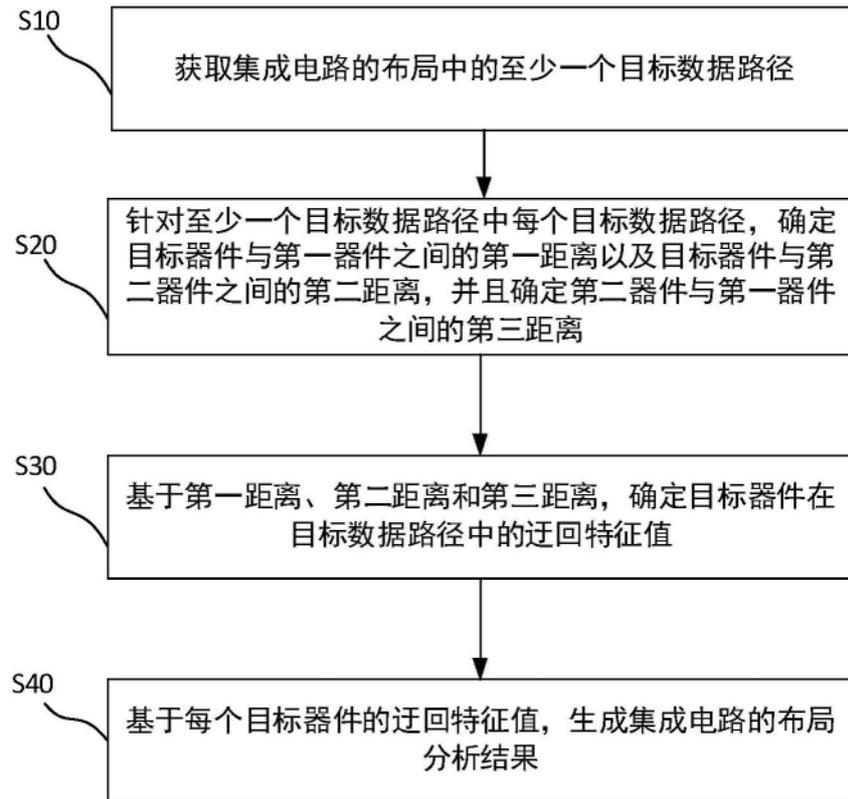


图2

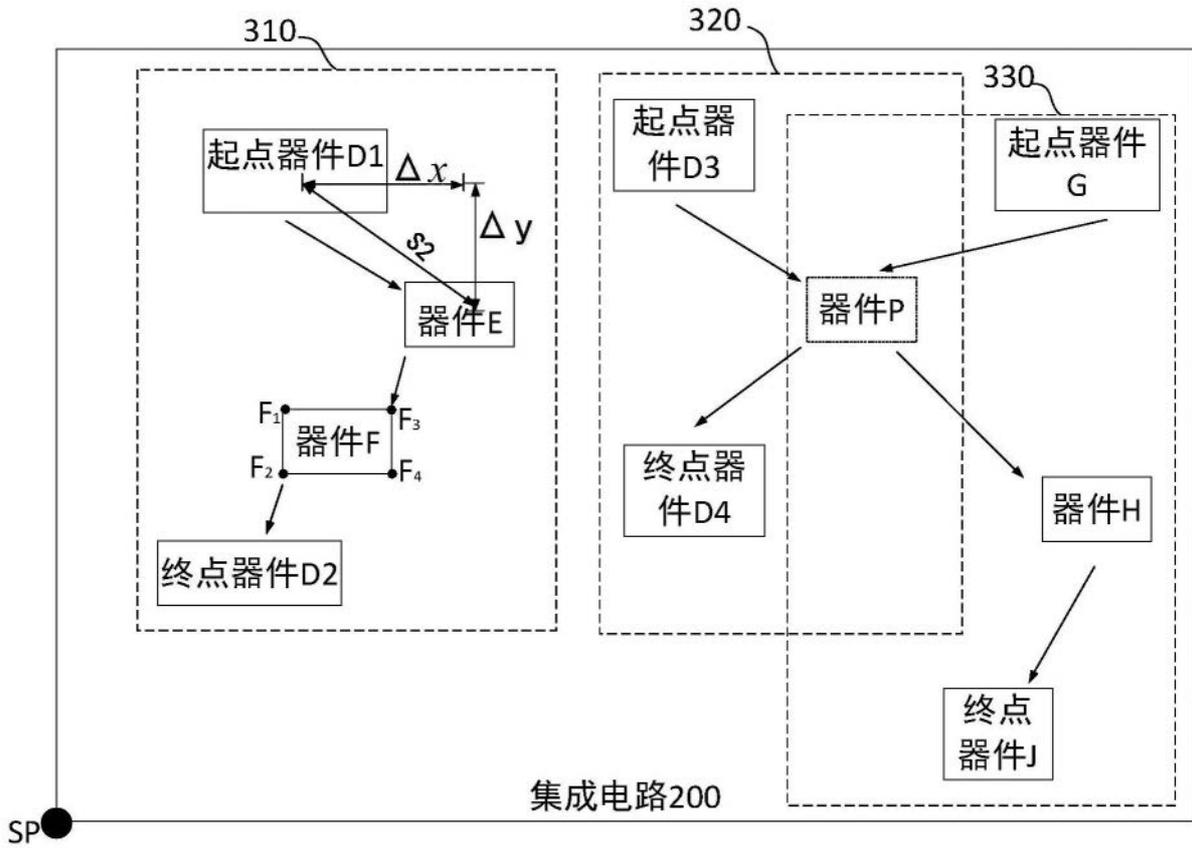


图3

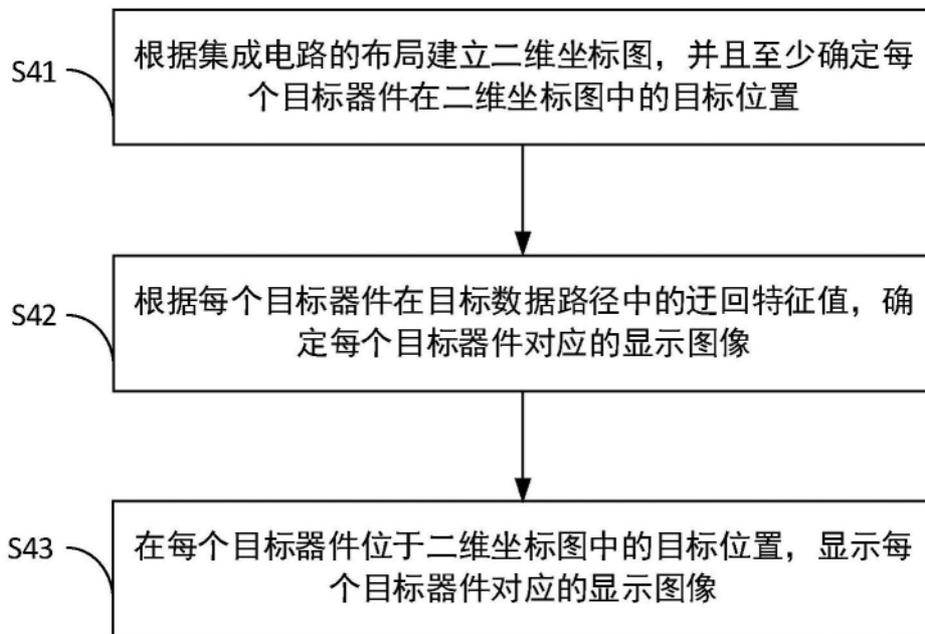


图4A

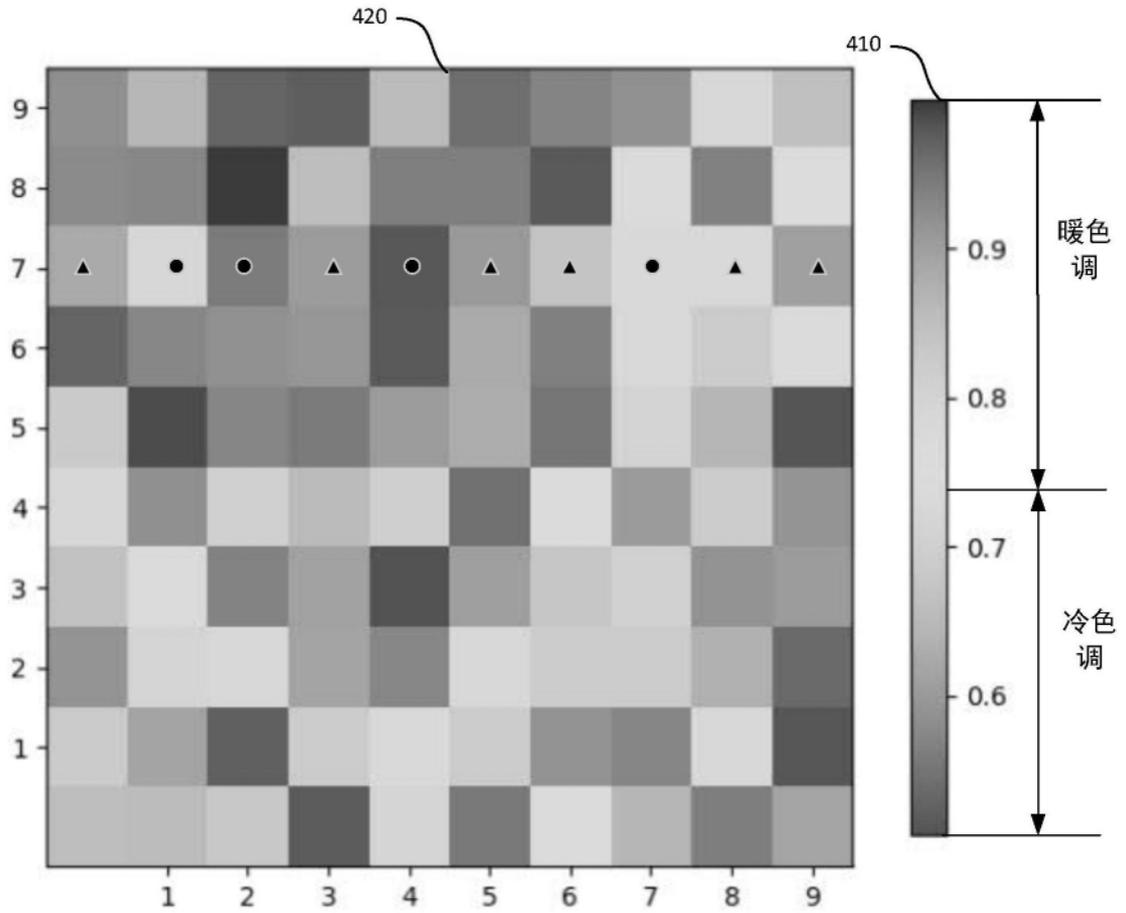


图4B

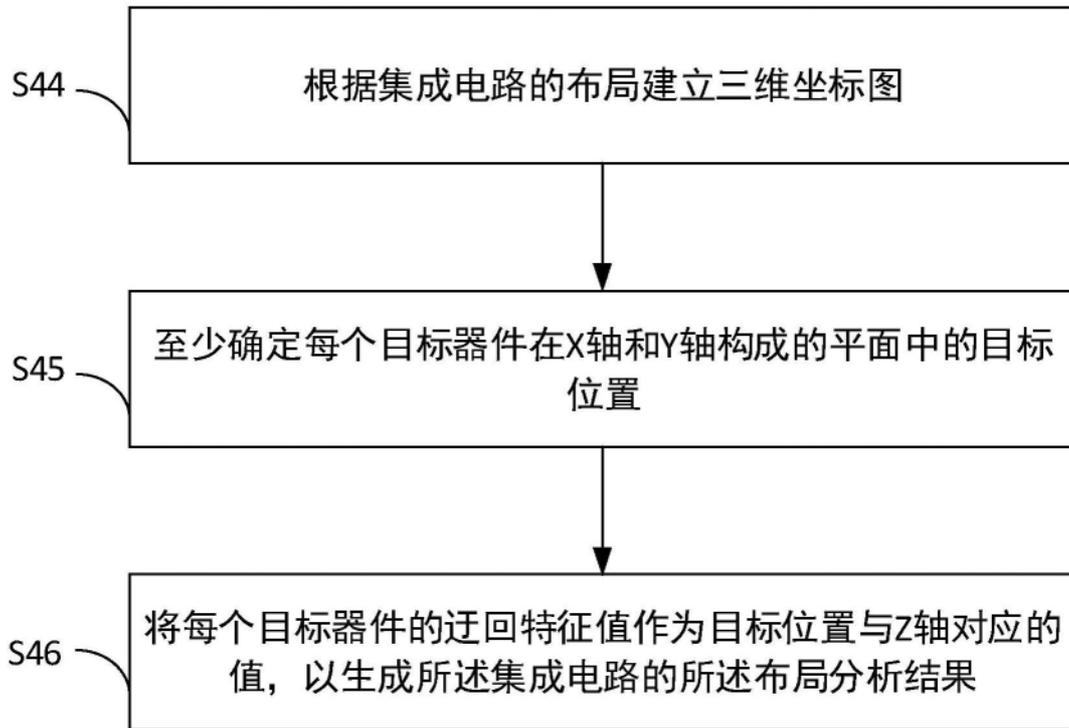


图5A

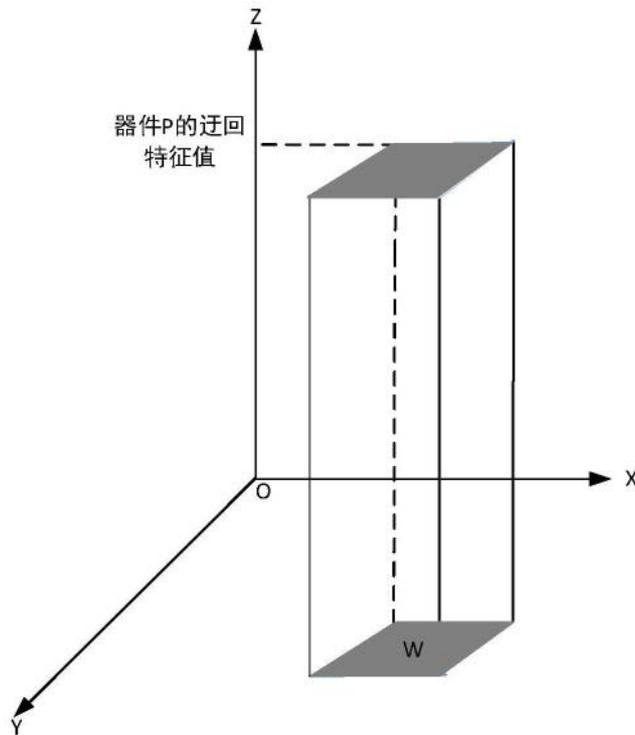


图5B

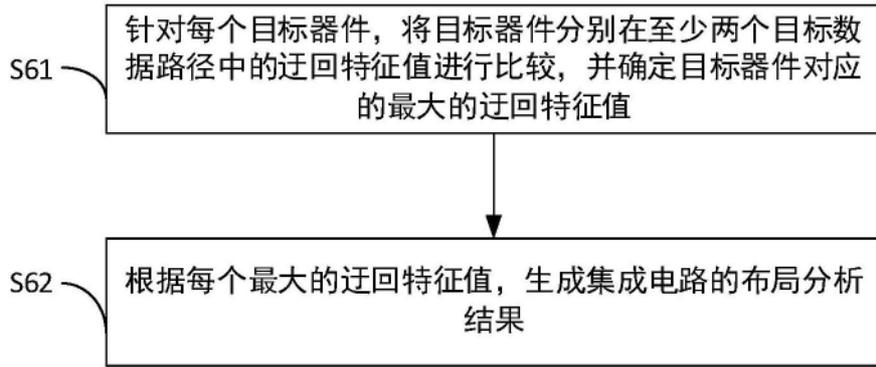


图6A

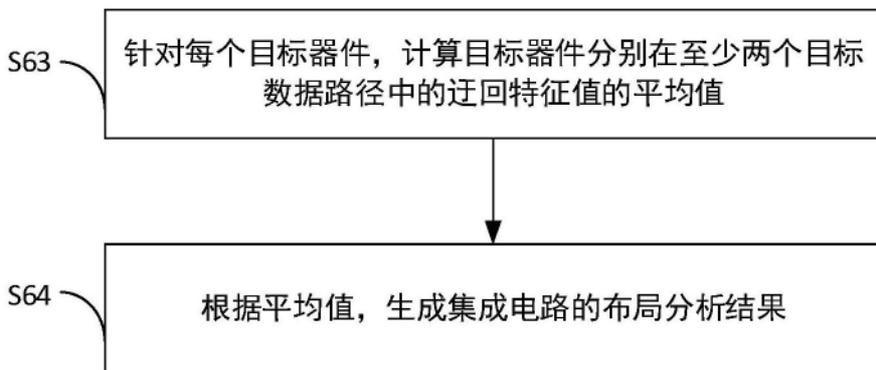


图6B

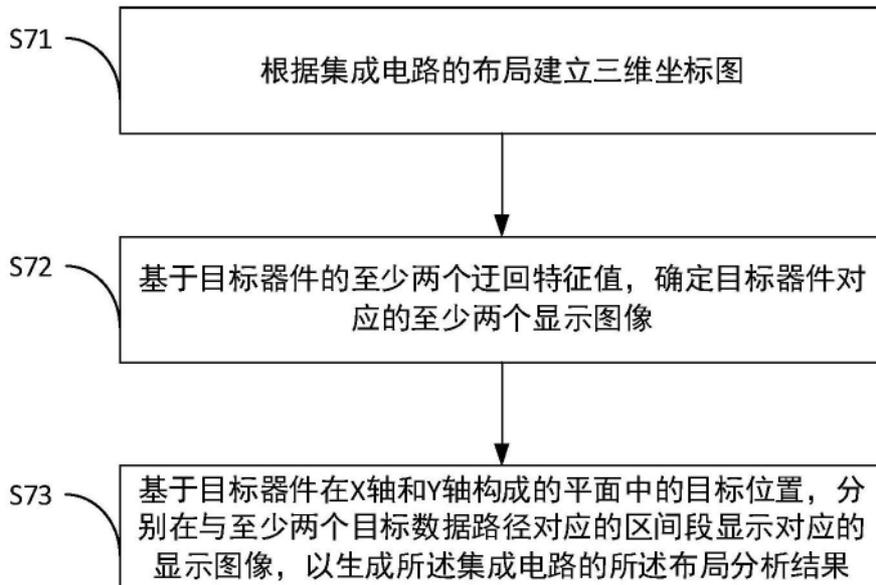


图7A

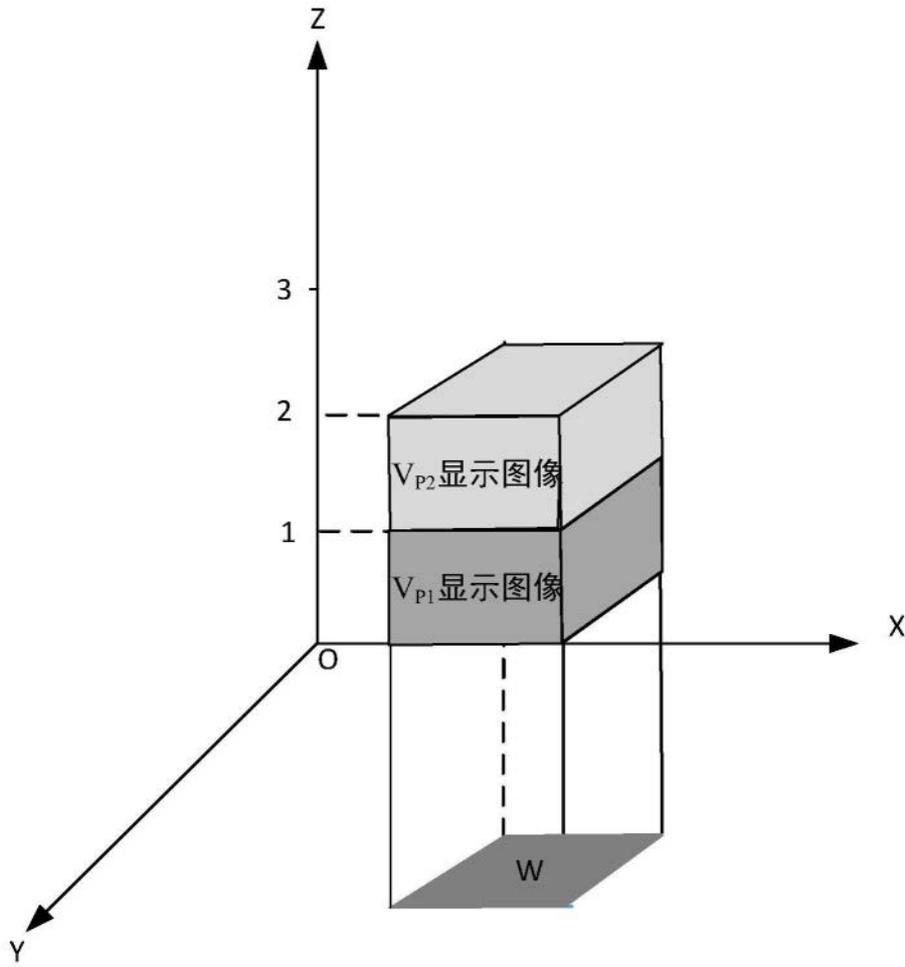


图7B

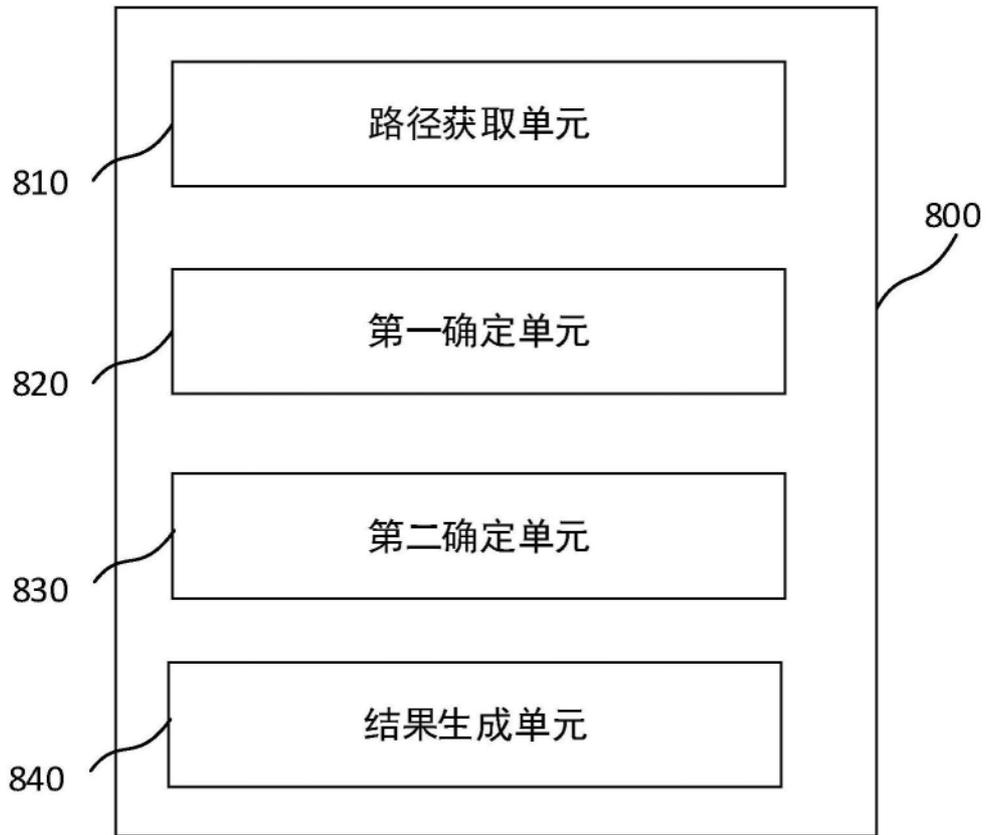


图8

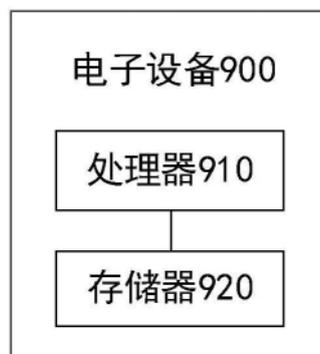


图9

1000

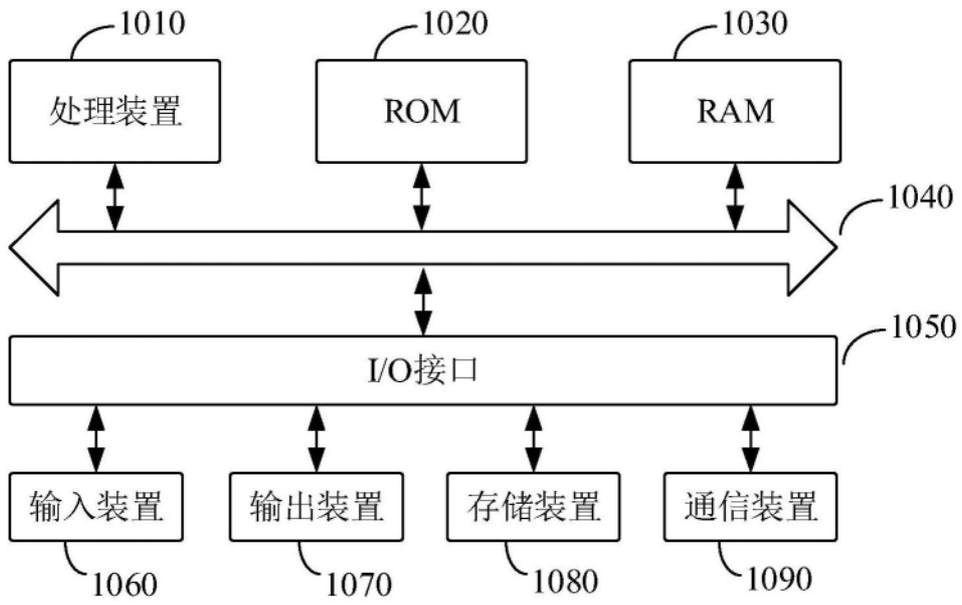


图10

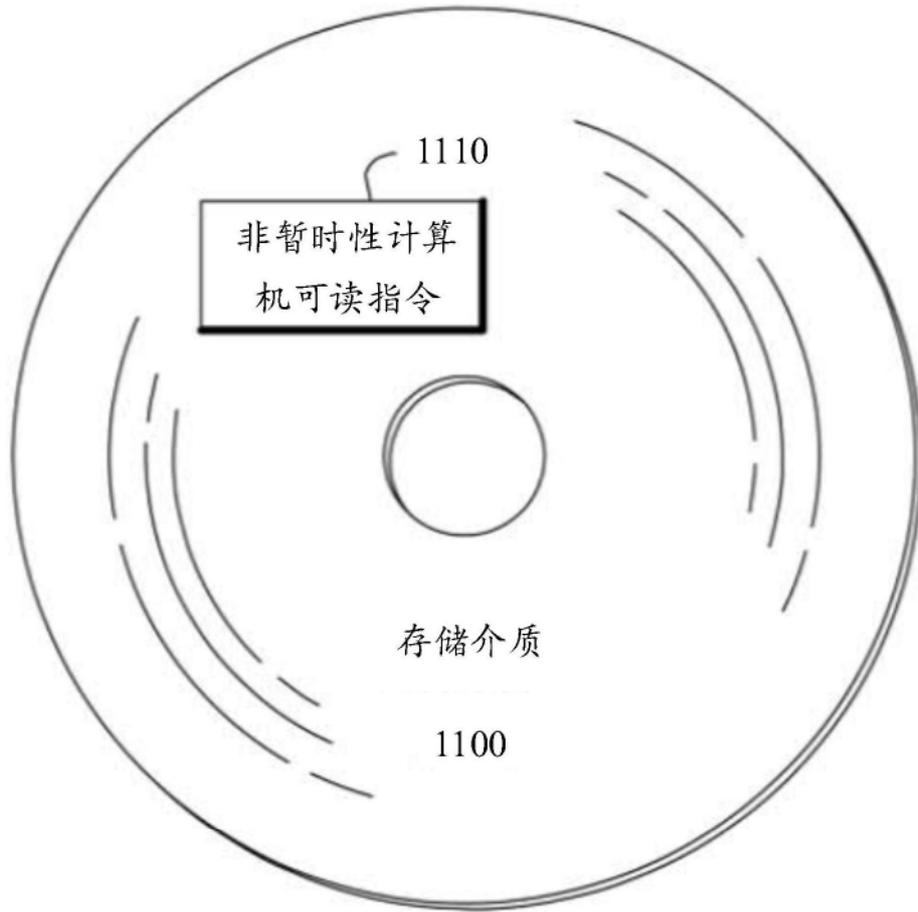


图11