

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G06F 17/50

H01L 21/82



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410102393.3

[43] 公开日 2005年5月25日

[11] 公开号 CN 1619550A

[22] 申请日 2004.11.10

[21] 申请号 200410102393.3

[30] 优先权

[32] 2003.11.10 [33] JP [31] 2003-380156

[71] 申请人 株式会社东芝

地址 日本东京

[72] 发明人 奥村淳之

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

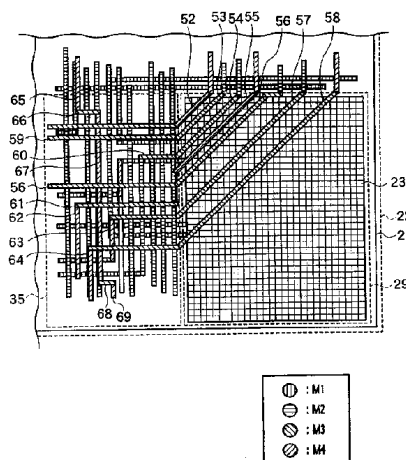
代理人 包于俊

权利要求书4页 说明书20页 附图28页

[54] 发明名称 具有倾斜布线的半导体集成电路、
及其布图方法和布图设计程序

[57] 摘要

提供一种不必延长布线长度、利用实际的处理时间来进行布线设计的半导体集成电路。在具有多层布线层的布图平面上设置具有引线的晶体管、单元和兆单元。在整个布图平面上设定初始指定区域，在初始指定区域内的布线层上指定布线方向。在初始指定区域内指定再指定区域，改变再指定区域内的布线层的布线方向。根据布线方向经过布线层来形成连接引线之间的布线。



ISSN 1008-4274

- 1、一种半导体集成电路，其特征在于，包括
在核心区内配置的逻辑单元的内侧区域和邻近的外侧区域以及所述核心区
5 的外周内侧区域的至少一个区域内、并且在多层布线层的至少一层的指定布线
层内，在0度、45度、90度和135度方向中的单一方向的第一方向上布线的多
条第一布线；以及
在所述指定区域之外的布线区域中、并且在所述指定布线层内，在与所述
第一方向不同的0度、45度、90度和135度方向中的单一方向的第二方向上布
10 线的多条第二布线。
- 2、根据权利要求1所述的半导体集成电路，其特征在于，
所述第一布线和所述第二布线是连接在所述核心区内配置的多个逻辑单元
之间的布线。
- 3、根据权利要求1所述的半导体集成电路，其特征在于，
15 所述逻辑单元是兆单元或标准单元阵列或I/O单元。
- 4、根据权利要求1所述的半导体集成电路，其特征在于，
所述逻辑单元是兆单元，
所述区域位于两个所述逻辑单元之间，
所述第一方向是平行于所述区域的两侧的两个所述逻辑单元的边的方向。
- 20 5、根据权利要求1所述的半导体集成电路，其特征在于，
所述逻辑单元是兆单元，
所述区域是所述逻辑单元的邻近外侧区域，并且是所述核心区的外周内侧
区域，
所述第一方向是平行于所述区域两侧的所述逻辑单元的边和所述核心区的
25 边的方向。
- 6、根据权利要求1所述的半导体集成电路，其特征在于，
所述区域位于与所述核心区的边邻接的所述逻辑单元的所述内侧区域，
所述第一方向是与所述边平行的方向。
- 7、根据权利要求1所述的半导体集成电路，其特征在于，
30 所述区域位于与所述核心区的边邻接的所述逻辑单元的所述内侧区域，所

述区域与所述核心区的边邻接的 I/O 单元邻接，

所述第一方向是与所述边垂直的方向。

8、根据权利要求 1 所述的半导体集成电路，其特征在于，

所述逻辑单元是兆单元，

5 所述区域位于与所述核心区的边邻接的所述逻辑单元的所述邻近外侧区域，并且位于所述核心区的外周内侧区域，所述区域与所述核心区的边邻接的 I/O 单元邻接，

所述第一方向是与所述边垂直的方向。

9、一种用于在半导体集成电路中路由选择导线的方法，其特征在于，包

10 括

在具有多层布线层的布图平面上配置逻辑单元，

在整个所述布图平面上设定初始区域，

对各所述初始区域内的所述布线层中指定布线方向，

在所述初始区域内指定再指定区域，

15 改变所述再指定区域内的所述布线层的所述布线方向，

根据所述布线方向，形成经过所述布线层的布线。

10、根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，还包括

进一步判定所述布线是否为迂回布线，

如果所述布线为迂回布线，就再次实施改变所述布线方向并形成所述布线。

20 11、根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，

判定所述布线是否为迂回布线，是判定所述布线的长为 {连接所述布线的引线之间的距离}、{在所述布线中存在布线分支点的情况下所述引线和所述布线分支点之间的距离} 与 {所述布线分支点之间的距离} 中的一个的距离与 2 的平方根之积} 以上。

25 12、根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，

如果所述布线为所述迂回布线，那么就判定是否需要再次实施指定所述再指定区域，

如果必须再次实施指定所述再指定区域，那么就再次实施指定所述再指定区域。

30 13、根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，

判定是否需要再次实施指定所述再指定区域，就是判定所述迂回布线是否位于所述再指定区域之外。

14、一种用于半导体集成电路的路由选择导线的方法，其特征在于，包括

5 在具有多层布线层的布图平面上配置逻辑单元，
在整个所述布图平面上设定初始区域，
在所述初始区域内的所述布线层中指定布线方向，
根据所述布线方向，形成经过所述布线层的初始布线，
判定所述初始布线是否为迂回布线，

10 如果所述初始布线是迂回布线，那么就在再指定区域内指定与所述初始区域内的所述迂回布线连接的引线之间的区域，

改变所述再指定区域内的所述布线层的所述布线方向，并根据改变的所述布线方向，形成经过所述布线层的再布线。

15、根据权利要求14所述的方法，其特征在于，

15 判定所述初始布线是否为迂回布线，是判定所述初始布线的长是否大于连接所述引线之间的距离与2的平方根之积以上。

16、根据权利要求14所述的方法，其特征在于，

对于形成所述再布线，也可在所述再指定区域的周边，根据改变前的所述布线方向和改变后的所述布线方向中任意方向来进行。

20 17、一种计算机程序，用于在半导体集成电路中产生路由选择导线，其特征在于，包括

在具有多层布线层的布图平面上配置逻辑单元的命令，
在整个所述布图平面内设定初始区域的命令，
在所述初始区域内的所述布线中指定布线方向的命令，
25 在所述初始区域内指定再指定区域的命令，

改变所述再指定区域内的所述布线层的所述布线方向的命令，以及
根据所述布线方向，形成经过所述布线层的布线的命令。

18、一种计算机程序，用于在半导体集成电路中产生路由选择导线，其特征在于，包括

30 在具有多层布线层的布图平面上配置逻辑单元的命令，

- 在整个所述布图平面内设定初始区域的指令，
在所述初始区域内的所述布线中指定布线方向的指令，
根据所述布线方向，形成经过所述布线层的初始布线的指令，
判定所述初始布线是否为迂回布线的指令，
- 5 如果所述初始布线为迂回布线，就在再指定区域内指定与所述初始区域内的所述迂回布线连接的引线之间的区域的命令
改变所述再指定区域内的所述布线层的所述布线方向的指令，以及
根据改变的所述布线方向，形成经过所述布线层的再布线的指令。

具有倾斜布线的半导体集成电路、及其布图方法和布图设计程序

5 相关申请的交叉参考

本申请基于并要求于2003年11月10日在先申请的日本专利申请No.P2003-380156的优先权；在此引用其全部内容作为参考。

发明领域

10 本发明涉及配置晶体管、单元和兆单元等的逻辑单元、在逻辑单元之间采用倾斜布线进行连接的半导体集成电路。

背景技术

15 由于在半导体集成电路中利用多条布线来连接晶体管、单元和兆单元（メガセル）等的逻辑单元的多个引线，因此布线和布线就会交叉。为此，半导体集成电路就具有多层布线层并在布线层内配置有布线。由于将交叉的布线配置在不同的布线层中，就可能产生交叉。

一般地，将布线层中的布线配置的布线方向固定在纵向或横向的一个方向上。在一个方向上固定的布线方向称为优先布线方向。根据优先布线方向进行
20 布线是为了在引线之间设计布线时方便。在布线方向设计为纵向和横向正交布线的情况下，通过在布线层上设定纵向为横向的优先布线方向，就能够使在不同方向上引进的布线的交叉变容易，并能够缩短设计布线所需的时间。

此外，对于至少四层的布线层，有在各个布线层上，设定纵向、横向、倾斜45度的方向、倾斜135度的方向的四个方向作为优先布线方向来进行布线的
25 半导体集成电路。

在有在多个布线层上，设定纵向、横向、倾斜45度的方向、倾斜135度的方向的四个方向作为优先布线方向来进行布线的半导体集成电路中，在存储器等的微处理单元附近的布线区域中，多数要求在纵向和横向两个方向上布线，而少数要求连接沿倾斜45度的方向和倾斜135度的方向的两个方向配置的布
30 线。但是，在纵向的布线中，只能使用优先布线方向为纵向的布线层，未纳入

优先布线方向为纵向布线层的纵向布线利用倾斜 45 度的方向和倾斜 135 度的方向为优先布线方向的布线层来进行锯齿状布线。并且，布线长度就必须更长。

- 另一方面，如果在布线层中不设定优先布线方向，在一个布线层内，在正交布线的情况下，在纵向和横向、倾斜布线也可以的情况下，在纵向、横向、
- 5 倾斜 45 度的方向和倾斜 135 度的方向上可进行布线的方法中，就能够提高布线设计的自由度，由于增加了用于获得的布线路径的计算量，所以就不可能按现实的处理时间来进行大规模电路的半导体集成电路的布线。

发明内容

- 10 本发明的半导体集成电路，包括
- 在核心区内配置的逻辑单元的内侧区域和邻近的外侧区域以及所述核心区的外周内侧区域的至少一个区域内、并且在多层布线层的至少一层的指定布线层内，在 0 度、45 度、90 度和 135 度方向中的单一方向的第一方向上布线的多条第一布线；以及
- 15 在所述指定区域之外的布线区域中、并且在所述指定布线层内，在与所述第一方向不同的 0 度、45 度、90 度和 135 度方向中的单一方向的第二方向上布线的多条第二布线。

附图说明

- 20 图 1 是实施例 1 的半导体集成电路的设计装置的结构图。
图 2 是实施例 1 的半导体集成电路的设计方法的流程图。
图 3 是实施例 1 的半导体集成电路布图的设计方法的流程图。
图 4 是实施例 1 的半导体集成电路布图的设计过程中的示意图。
图 5 是表示初始指定区域内的布线层和布线层的布线方向的数据库的图
- 25 表。
- 图 6 是根据初始指定区域内的布线层和布线层的布线方向，进行布线的模式图。
- 图 7 是实施例 1 的半导体集成电路布图的设计过程中的示意图。
- 图 8 和 9 是表示再指定区域内的布线层和变更前后的布线层的布线方向的
- 30 数据库的图表。图 8 涉及在矩形半导体集成电路的角部配置的兆单元的上方的

布线层的布线方向。图 9 涉及与在矩形半导体集成电路的角部配置的兆单元相邻的再指定区域的布线层的布线方向。

图 10 是根据在矩形半导体集成电路的角部配置的兆单元上和邻接兆单元的再指定区域内的布线层的布线方向进行布线的模式图。

5 图 11 是表示再指定区域内的布线层和变更前后的布线层的布线方向的数据库的图表。图 11 涉及与在半导体集成电路的中央配置的兆单元相邻的再指定区域的上方的布线层的布线方向。

图 12 是根据与在半导体集成电路的中央配置的兆单元相邻的再指定区域内的布线层和布线层的布线方向进行布线的模式图。

10 图 13—图 16 是表示再指定区域内的布线层和变更前后的布线层的布线方向的数据库的图表。图 13 涉及在半导体集成电路中央配置的兆单元的上方的再指定区域的布线层的布线方向。图 14 涉及在半导体集成电路的边上配置的兆单元的上方的再指定区域的布线层的布线方向。图 15 涉及在没有配置兆单元的半导体集成电路的角部设定的再指定区域的布线层的布线方向。图 16 涉及在没有
15 配置兆单元的半导体集成电路的边上设定的再指定区域的布线层的布线方向。

图 17 是实施例 2 的半导体集成电路布图的设计方法的流程图。

图 18 是表示再指定区域内的布线层和变更前后的布线层的布线方向的数据库的图表。

图 19—图 22 是实施例 2 的半导体集成电路布图的设计过程中的布线图。

20 图 23 是实施例 3 的半导体集成电路的典型的布图的顶视图。

图 24 是实施例 3 的半导体集成电路的典型的布图的剖面图。

图 25 是表示初始指定区域内的布线层和布线层的布线方向的数据库的图表。

图 26—图 29 是实施例 3 的半导体集成电路的布图的顶视图。

25

具体实施方式

见参照附图来说明本发明的各个实施例。应当注意，在整个附图中，相同或相似参考标记表示相同或类似部件和元件，并且将省略或简化相同或类似部件和元件的说明。

30 第一实施例

如图1所示,本发明的实施例1的半导体集成电路的设计装置1包括系统设计部2、功能设计部3、逻辑电路设计部4和布图设计部5。布图设计部5包括单元配置部6、初始区域设定部7、方向指定部8、区域先行设定部9、方向先行改变部10、布线部11、迂回判定部12、再指定判定部13。再有,半导体集成电路的设计装置1也可以是计算机、也可以通过执行写入计算机程序中的操作程序来完成半导体集成电路的设计装置1。

如图2中所示,对于本发明的实施例1的半导体集成电路设计方法,首先在步骤S1中,在系统设计部2中进行包括半导体集成电路的系统的设计。在步骤S2中,在功能设计部3中根据系统来设计半导体集成电路所需的功能。在步骤S3中,在逻辑电路设计部4中根据功能来设计半导体集成电路的逻辑电路。在步骤S4中,在布图设计部5中根据逻辑电路来设计半导体集成电路的布图。结束半导体集成电路的设计方法。再有,步骤S4的详情在图3的半导体集成电路布图的设计方法中示出。半导体集成电路的设计方法,作为操作程序能够利用计算机可实行的半导体集成电路的设计程序加以表现。通过在计算机中执行该半导体集成电路的设计程序,就能够实施半导体集成电路的设计方法。

简要说明本发明的实施例1的半导体集成电路布图的设计方法。

首先,在图3的步骤S11中,在单元配置部6中,在布图平面上配置晶体管、单元和兆单元。布图平面具有多层布线层。

然后,在步骤S12中,在初始区域设定部7中,在整个布图平面中设定初始指定区域。

在步骤S13中,在方向指定部8中,在初始指定区域内的布线层中指定布线方向。

在步骤S14中,在区域先行设定部9中,在初始指定区域内指定再指定区域。

在步骤S15中,在方向先行改变部10中,根据预先记录的数据库来变更再指定区域中的布线层的布线方向。

在步骤S16中,在布线部11中,根据布线方向,经过布线层形成连接引线间的布线。

在步骤S17中,在迂回判定部12中,判定布线是否为迂回布线。如果布线不是迂回布线,那么就停止半导体集成电路布图的设计方法。如果布线是迂回

布线,那么就进行步骤 S18。在判定布线是否为迂回布线的过程中,也可以在连接的引线之间的距离或布线中存在布线分支点的情况下,判定布线的长度是否为引线和布线分支点之间的距离或布线分支点之间的距离与 2 的平方根之积以上。而且,最好是可判定布线的长度为连接的引线之间的距离和 1.3 乘积以上。更加是可判定布线的长度为连接的引线之间的距离和 1.2 乘积以上。即,乘积约接近 1,就越能缩小迂回程度。此外,因反复进行布线需要用于无迂回布线的时

5 间,所以也可以在时间许可范围之内,使乘积接近 1。

在步骤 S18 中,在再指定判定部 13 中判定是否需要再度实施指定再指定区域。在判定为有必要再度实施的情况下,进行步骤 S14。在判定为不必再度实施

10 的情况下,进行步骤 S15。在再指定区域之外配置迂回布线的情况下,判定为必须进行再度实施。在与迂回布线连接的引线位于再指定区域之外的情况下,判定为必须进行再度实施。在整个再指定区域配置迂回布线的情况下,就不必进行再度实施。在再指定区域的一部分中配置迂回布线的情况下,就必须实施在再指定区域内指定新的再指定区域。

15 根据具体实例来说明本发明实施例 1 的半导体集成电路布图的设计方法。

首先,如图 4 所示,在图 3 的步骤 S11 中,在矩形布图平面 21 中配置晶体管、单元和兆单元 23-26。布图平面 21 具有多层布线层。

然后,在步骤 S12 中,在整个布图平面 21 中设定初始指定区域 22。

在步骤 S13 中,在初始指定区域 22 内的布线层中指定布线方向。具体地,

20 根据图 5 所示的布线层,制成可检索布线方向的数据库。数据库具有根据指定的布线层能检索布线方向的记录器 28。记录器 28 具有布线层的场 26 和布线方向的场 27。由此,可从第一层布线层开始检索 0 度方向(横向)的布线方向。同样地,可以从第二层至第四层的布线层开始检索 90 度方向(纵向)、倾斜 45 度方向和倾斜 135 度方向的布线方向。如图 6 所示,通过这种检索,就可以在

25 第一层的布线层中配置布线方向为 0 度方向的布线 31。可以在第二层的布线层中配置布线方向为 90 度方向的布线 32。可以在第三层的布线层中配置布线方向为 45 度方向的布线 33。可以在第四层的布线层中配置布线方向为 135 度方向的布线 34。

在步骤 14 中,如图 7 所示,在初始指定区域 22 内指定再指定区域 29、35

30 -43。在与布图平面 21 角部配置的单元 23 重叠的区域中设置再指定区域 29。

在与布图平面 21 角部配置的单元 23 相邻的区域中设置再指定区域 35。在与布图平面 21 中央配置的单元 24 重叠的区域中设置再指定区域 37。在与布图平面 21 中央配置的单元 24 相邻的区域中设置再指定区域 36。在与布图平面 21 中央配置的单元 25 重叠的区域中设置再指定区域 39。在与布图平面 21 中央配置的单元 25 相邻的区域中设置再指定区域 38。在与布图平面 21 的矩形边上配置的单元 26 重叠区域中设置再指定区域 40。在未配置兆单元的布图平面 21 的角部设置再指定区域 41 和 42。在未配置兆单元的布图平面 21 的边上设置再指定区域 43。

在步骤 S15 中，根据预先记录的数据库，变更再指定区域 29、35—43 内的
10 布线层的布线方向。

关于再指定区域 29，事先准备图 8 所示的数据库。数据库根据布线层，能够检索变更前的布线方向和变更后的布线方向。数据库具有根据指定的布线层，能够检索变更前的布线方向和变更后的布线方向的记录器 47。记录器 47 具有布线层的场 44、初始布线方向的场 45 和第一次至第三次变更后的布线方向的场
15 46。由此，在第一次的变更中，就可以检索变更前后的第一层—第四层的布线层的布线方向。表明第一变更前后，没有改变第一层至第四层的布线层的布线方向。表明第一变更前后，第四层的布线层的布线方向从倾斜 135 度方向变化为 90 度方向。表明第二变更前后，第三层的布线层的布线方向从倾斜 45 度方向变化为 0 度方向，第四层的布线层的布线方向从 90 度方向变化为倾斜 45 度
20 方向。表明第三变更前后，第三层的布线层的布线方向从 0 度方向变化为倾斜 45 度方向。在兆单元 23 为纵向长的情况下，可以适当考虑第一变更。在兆单元 23 为横向长的情况下，可以适当考虑第二变更。在兆单元 23 为正方形的情况下，可以适当考虑第三变更。

关于再指定区域 35，事先准备图 9 所示的数据库。数据库根据布线层能够
25 检索变更前的布线方向和变更后的布线方向。数据库具有根据指定的布线层，可检索变更前的布线方向和变更后的布线方向的记录器 51。记录器 51 具有布线层的场 48、初始布线方向的场 49 和第一次变更后的布线方向的场 50。由此，在第一次变更中，能够检索变更前后的第一层—第四层的布线层的布线方向。表明变更前后，没有改变第一层和第二层的布线层的布线方向。表明变更前后，
30 第三层的布线层的布线方向从倾斜 45 度方向变化为 0 度方向。表明变更前后，

第四层的布线层的布线方向从倾斜 135 度方向变化为 90 度方向。

在步骤 S16 中，如图 10 所示，关于再指定区域 29 和 35，根据图 8 和图 9 的数据库的布线方向，经过布线层形成连接的引线之间的布线。当在配置在布图平面 21 的角部的兆单元 23 上制作通过布线时，兆单元 23 内部通过第一层和
5 第二层的布线层进行布线的情况下，在兆单元 23 上能够利用第三层以上的布线层形成布线。再指定区域 29 的第三层和第四层的布线层的布线方向为如图 8 的第一变更所示的同一方向的倾斜 45 度方向。即，根据配置兆单元 23 的角部的布图平面 21 内的位置，将第三层和第四层的布线层的布线方向设定为倾斜 135 度方向。不仅是第三层的布线 53、54、56—58，还有第四层的布线 52、55 也能
10 够利用短的距离从兆单元 23 上通过。如此，没有必要使必须连接的第三层和第四层的布线层的布线方向不同，使其相同也可以。

此外，在与配置在布图平面 21 的角部的兆单元 23 相邻的再指定区域 35 中形成布线时，要求倾斜 45 度方向和倾斜 135 度方向的布线方向的布线的情况为少数。因此，将再指定区域 35 的第三层的布线层的布线方向从图 9 的倾斜 45
15 度方向变更为 0 度方向。同样地，将第四层的布线层的布线方向从倾斜 135 度方向变更为 90 度方向。如图 10 中所示，第三层的布线 56、59、60、61、66、68 等的布线方向为 0 度方向。第四层的布线 62、63、64、65、67、69 等的布线方向为 90 度方向。

如此，由于相对于第一布线层存在多个布线方向，就可以利用在连接要求
20 多的布线方向上的增多的布线层。能获得缩短布线长度的效果，不必要增加布线长度。而且，进行布线时，由于在确定各布线层的各区域的优先布线方向上，减少了迂回布线，提高了接线率，因此就能够按现实的处理时间来设计布线。

接下来，说明图 7 的再指定区域 36、38。

在步骤 S15 中，变更再指定区域 36、38 中的布线层的布线方向。关于再指
25 定区域 36、38，事先准备图 11 所示的数据库。数据库根据布线层能够检索变更前的布线方向和变更后的布线方向。数据库具有根据指定的布线层，能够检索变更前的布线方向和变更后的布线方向的记录器 76。记录器 76 具有布线层的场 71、初始布线方向的场 72、第一次变更后的布线方向的场 73、第二次变更后的布线方向的场 74 和第三次变更后的布线方向的场 75。由此，使从第一次至第三
30 次的变更成为可能，并且可检索各次变更后的第一层至第四层的布线层的布线

方向。在变更前后，表明没有改变第一层和第二层的布线层的布线方向。表明通过第一次的变更，第三层的布线层的布线方向变为 0 度方向，且第四层的布线层的布线方向变为 90 度方向。表明通过第二次的变更，第三层的布线层的布线方向变为 45 度方向，且第四层的布线层的布线方向照旧保持为 90 度方向。

- 5 表明通过第三次的变更，第三层的布线层的布线方向变为 0 度方向，且第四层的布线层的布线方向变为 135 度方向。如此，按相邻的上下两层的布线方向不同来进行设定。

在步骤 S16 中，如图 12 所示，关于再指定区域 36、38，根据图 11 的数据库的第一变更的布线方向，经过布线层形成连接引线之间的布线。当在与配置在布图平面 21 的中央的兆单元 24、25 相邻的再指定区域 35 中制作布线时，减少了要求倾斜 45 度方向和倾斜 135 度方向的布线方向上的布线情况为少数。另一方面，与兆单元 24、25 的引线 77—82 连接的布线 104、108 等的布线方向为与布线 104、108 等连接的兆单元 24 的引线 77—82 的某一边垂直的方向，为图 12 的 0 度方向。并且，根据与兆单元 24、25 平行的布线方向，要求图 12 的 90 度方向的布线 91、93、95、96、98、100、101、103。这是因为与边平行的布线方向的布线不连接兆单元 24、25。因此，通过第一变更，将再指定区域 36、38 的第三层的布线层的布线方向变更为图 11 的 0 度方向。同样地，将第四层的布线层的布线方向变更为 90 度方向。如图 12 所示，第三层的布线 92、94、97、99、102 等的布线方向为 0 度方向。第四层的布线 91、93、95、96、98、100、101、103 等的布线方向为 90 度方向。

如此，由于相对于第一布线层存在多个布线方向，就可以利用在连接要求多的布线方向上的增多的布线层。能获得缩短布线长度的效果，不必要增加布线长度。而且，进行布线时，由于在确定各布线层的各区域的优先布线方向上，减少了迂回布线，提高了接线率，因此就能够按现实的处理时间来设计布线。

25 并且，如图 7 和图 12 中所示，根据设计的布图制造的半导体集成电路具有半导体基板 21、晶体管、单元和具有引线 77—88 的兆单元 23—26、具有连接引线 77—88 之间的布线 91—106。在半导体基板 21 的表面上配置晶体管、单元和兆单元 23—26。在半导体基板 21 之上以层状配置多层布线层。在各布线层的整个表面设定初始指定区域 22，并且将再指定区域 29、35—43 设定在初始指定区域 22 内的布线层彼此重叠的区域。在每个布线层初始指定区域 22 的布线方

30

向和再指定区域 29、35—43 的布线方向不同。布线 91—106 经过多层布线层的初始指定区域 22 和再指定区域 29、35—43 连接在引线 77—88 之间。

在步骤 S17 中, 判定一连串布线 91—95 是否为迂回布线。在判定一连串布线 91—95 是否为迂回布线中, 判定一连串布线 91—95 之和的长度是大于连接的引线 83 和 87 之间的距离与 2 的平方根之积的。同样地, 对于一连串布线 96—100, 判定一连串布线 96—100 之和的长度是大于连接的引线 84 和 88 之间的距离与 2 的平方根之积的。对于一连串布线 101—103, 判定一连串布线 101—103 之和的长度是大于连接的引线 85 和 86 之间的距离与 2 的平方根之积的。如果所有的一连串布线 91—95、96—100、101—103 都不是迂回布线, 就停止半导体集成电路布图的设计方法。如果一连串布线 91—95、96—100、101—103 为迂回布线, 就进行步骤 S18。

在步骤 S18 中, 判定是否再度实施指定再指定区域 36、38。在判定为必须再度实施的情况下, 就进行步骤 S14。在判定为不必再度实施的情况下, 就进行步骤 S15。

在再度进行 S15 中, 根据图 11 的数据库的第二变更的布线方向, 变更再指定区域 36、38 的布线层的布线方向。同样地, 在又再一次进行 S15 中, 根据图 11 的数据库的第三变更的布线方向, 变更再指定区域 36、38 的布线层的布线方向。

然后, 说明图 7 的再指定区域 37、39。

在步骤 S15 中, 变更再指定区域 37、39 中的布线层的布线方向。关于再指定区域 37、39, 事先准备图 13 所示的数据库。数据库根据布线层能够检索变更前的布线方向和变更后的布线方向。数据库具有根据指定的布线层能够检索变更前的布线方向和变更后的布线方向的记录器 114。记录器 114 具有布线层的场 111、初始布线方向的场 112 和第一次变更后的布线方向的场 113。因此, 第一变更是可能的, 能够检索变更前后的第一层至第四层的布线层的布线方向。表明在变更前后没有改变的第一层和第二层的布线层的布线方向。表明通过第一次的变更, 第三层的布线层的布线方向变为 0 度方向, 且第四层的布线层的布线方向变为 90 度方向。再有, 在第一次变更中产生迂回布线的情况下, 采用第二次变更, 在第二次变更中产生迂回布线的情况下, 采用第三次变更。在第三次变更中产生迂回布线的情况下, 也可改变初始值作为第四次变更。

说明这种变更的理由。当在配置在布图平面 21 的中央的兆单元 24、25 上形成通过布线时，在通过第一层和第二层的布线层来对兆单元 24、25 内部进行布线的情况下，能够在兆单元 24、25 上通过第三层以上的布线层来形成布线。再指定区域 37、39 的第三层的布线层的布线方向为如图 13 的第一变更所示的 0 度方向，且第四层的布线层的布线方向为 90 度方向。作为通过兆单元 24、25 的布线的布线方向的组合，考虑到 0 度方向和 90 度方向的组合与倾斜 45 度方向和倾斜 135 度方向的组合、90 度方向和 45 度方向的组合、0 度方向和 135 度方向的组合、135 度方向和 90 度方向的组合、0 度方向和 45 度方向的组合等。这是由于没有特别地要求第三层和第四层的布线方向必须正交。

10 然后，说明图 7 的再指定区域 40。

在步骤 S15 中，变更再指定区域 40 的布线层的布线方向。关于再指定区域 40，事先准备图 14 所示的数据库。数据库根据布线层能够检索变更前的布线方向和变更后的布线方向。数据库具有根据指定的布线层能够检索变更前的布线方向和变更后的布线方向的记录器 119。记录器 119 具有布线层的场 115、初始的布线方向的场 116、第一次变更后的布线方向的场 117 和第二次变更后的布线方向的场 118。由此，可进行第一变更和第二变更，可检索变更前后的第一层至第四层的布线层的布线方向。表明在变更前后没有改变第一层和第二层的布线层的布线方向。表明通过第一次的变更将第四层的布线层的布线方向变为与布图平面 21 的边相平行方向的 90 度方向。再有，在第一变更产生迂回布线的情况下，根据第二次变更来变更布线方向。表明通过第二次变更将第三层的布线层的布线方向变为 135 度方向。如此，就可以将相邻上下的两层设定为不同的布线方向。

25 说明这种变更的理由。当在配置在布图平面 21 的边上的兆单元 26 上制作通过布线时，在通过第一层和第二层的布线层对兆单元 26 的内部进行布线的情况下，在兆单元 26 上就可以利用第三层以上的布线层来形成布线。作为通过兆单元 26 的布线的布线方向，可考虑与配置兆单元 26 的边平行方向的图 7 的 90 度方向。

然后，说明图 7 的再指定区域 41、42。

30 在步骤 S15 中，变更再指定区域 41、42 中的布线层的布线方向。关于再指定区域 41、42，事先准备图 15 所示的数据库。数据库根据布线层能够检索变更

前的布线方向和变更后的布线方向。数据库具有根据指定的布线层能够检索变更前的布线方向和变更后的布线方向的记录器 124。记录器 124 具有布线层的场 120、初始的布线方向的场 121、第一次变更后的布线方向的场 122、第二次变更后的布线方向的场 123 和第三次变更后的布线方向的场 180。由此,可进行第一变更至第三变更,可检索变更前后的第一层至第四层的布线层的布线方向。表明通过第一次的变更将第三层的布线层的布线方向变为 0 度方向,将第四层的布线层的布线方向变为 90 度方向。再有,在第一变更中产生迂回布线的情况下,根据第二次变更,变更布线方向。表明通过第二次变更,将第四层的布线层的布线方向变为 135 度方向。在第二变更产生迂回布线的情况下,根据第三次变更,变更布线方向。表明通过第三次变更,将第三层的布线层的布线方向变为 45 度方向,将第四层的布线层的布线方向变为 90 度方向。说明这种变更的理由。作为在配置在未配置兆单元的布图平面 21 的角部的再指定区域 41、42 中所要求的布线的布线方向的组合,可考虑 0 度方向和 90 度方向的组合与倾斜 45 度方向和倾斜 135 度方向的组合。由于在多数情况的再指定区域 41、42 中配置标准单元,所以在第一层和第二层中不使用 45 度和 135 度的布线。而且也不必使第三层和第四层的布线方向正交。

然后说明图 7 的再指定区域 43。

在步骤 S15 中,变更再指定区域 43 中的布线层的布线方向。关于再指定区域 43,事先准备图 16 所示的数据库。数据库根据布线层能够检索变更前的布线方向和变更后的布线方向。数据库具有根据指定的布线层能够检索变更前的布线方向和变更后的布线方向的记录器 130。记录器 130 具有布线层的场 125、初始的布线方向的场 126、第一次变更后的布线方向的场 127、第二次变更后的布线方向的场 128 和第三次变更后的布线方向的场 129。由此,可进行第一变更至第三变更,可检索变更前后的第一层至第四层的布线层的布线方向。在变更前后没有改变第一层和第二层的布线层的布线方向。表明通过第一次的变更将第三层的布线层的布线方向变为 0 度方向且将第四层的布线层的布线方向变为 90 度方向。再有,在第一变更中产生迂回布线的情况下,根据第二次变更,变更布线方向。通过第二次变更将第三层的布线层的布线方向变为 45 度方向。并且,通过第三次变更将第三层的布线层的布线方向改变为 135 度方向。说明这种变更的理由。由于能够认为在未配置兆单元的布图平面 21 的边上配置的多种要求

布线的布线方向是与边平行的图 7 的 90 度方向。在再指定区域 43 中不太需要倾斜方向的布线，主要地有必要成为 90 度方向的布线。横向布线可在以连接访问位于单元边上的外部的引线为目的和纵向的布线相互连接用上使用。对于再指定区域 43 的上下位置，存在具有 45 度方向和 135 度方向的一方的情况也是
5 可以的。

如上述说明，根据本发明，就可以提供一种不必增长布线长度、按现实的处理时间进行布线设计的半导体集成电路。

第二实施例

如图 1 中所示，本发明的实施例 2 的半导体集成电路的设计装置 1 包括系
10 统设计部 2、功能设计部 3、逻辑电路设计部 4 和布图设计部 5。布图设计部 5 包括单元配置部 6、初始区域设定部 7、方向指定部 8、布线部 11、迂回判定部 12、区域后行设定部 14、方向后行变更部 15。

如图 2 中所示，本发明的实施例 2 的半导体集成电路设计方法，与实施例
15 1 相同，首先，在步骤 S1 中，在系统设计部 2 中进行含有半导体集成电路的系统的
设计。在步骤 S2 中，在功能设计部 3 中根据系统来设计半导体集成电路所
要求的功能。在步骤 S3 中，在逻辑电路设计部 4 中根据功能来设计半导体集成
电路的逻辑电路。在步骤 S4 中，在布图设计部 5 中根据逻辑电路来设计半导体
集成电路的布图。结束半导体集成电路的设计方法。再有，步骤 S4 的详细内容
用图 17 的半导体集成电路布图的设计方法表示出来。

20 说明本发明的实施例 2 的半导体集成电路布图的设计方法的概要。

首先，能够与实施例 1 的步骤 S11 至 S13 同样来实施图 17 的步骤 S11 至
S13。即，在步骤 S11 中，在图 1 的单元配置部 6 中，在图 4 的布图平面 21 上
配置晶体管、单元和兆单元 23—24。

然后，在步骤 S12 中，在初始区域设定部 7 中，在整个布图平面 21 上设定
25 图 18 所示的初始指定区域 131。

在步骤 S13 中，在方向指定部 8 中，根据图 5 的数据库在初始指定区域 131
内的布线层上指定布线方向。

在步骤 S16 中，如图 19 中所示，在布线部 11 中根据布线方向经过布线层
形成连接引线 77—82 之间的初始布线 161—163。配置 90 度方向的布线方向的
30 布线的第二布线层的配置空间由布线充满。另一方面，第一布线层、第三布线

层、第四布线层的布线配置空间中存在空间。并且，如图 20 中所示，形成连接引线 83 和 87 之间的初始布线 165—167。形成连接引线 84 和 88 之间的初始布线 168—171。形成连接引线 85 和 86 之间的初始布线 172—174。由于不用配置第二布线层的 90 度方向的布线方向的布线，所以就可以配置第三布线层的倾斜 45 度方向的布线方向的布线 166、168、170、172、174 和第四布线层的倾斜 135 度方向的布线方向的布线 165、167、169、171、173。

在步骤 S17 中，在迂回判定部 12 中判定初始布线是否为迂回布线。如果初始布线不是迂回布线，那么就停止半导体集成电路布图的设计方法。如果布线是迂回布线，那么就进行步骤 S19。将在引线 83 和 87 之间连接的初始布线 165—167、在引线 84 和 88 之间连接的初始布线 168—171 以及在引线 85 和 86 之间连接的初始布线 172—174 判定为迂回布线。

在步骤 S19 中，如图 18 和图 21 所示，在区域后行设定部 14 中，将连接初始指定区域 131 内的迂回布线的引线 83—88 之间的区域指定为再指定区域 132—134。

在步骤 S20 中，在方向后行变更部 15 中，变更再指定区域 132、133、134 中的布线层的布线方向。事先准备图 18 所示的数据库。数据库根据布线层能够检索变更前的布线方向和变更后的布线方向。数据库具有根据指定的布线层能够检索变更前的布线方向和变更后的布线方向的记录器 140。记录器 140 具有布线层的场 135、初始状态的布线方向的场 137、第一次变更的布线方向的场 136、第二次变更的布线方向的场 138 和第三次变更的布线方向的场 139。由此，可从初始状态向第一变更至第三变更进行变更，可检索变更前后的第一层至第四层的布线层的布线方向。再有，布线层的层数没有限定为 4 层，可根据半导体集成电路的逻辑电路任意进行设定。第一次变更表明将第三层的布线层的布线方向变为 0 度方向，且将第四层的布线层的布线方向变为 90 度方向。通过第二次变更表明将第一层的布线层的布线方向变为倾斜 45 度方向，且将第二层的布线层的布线方向变为倾斜 135 度方向。通过第三次变更表明将第四层的布线层的布线方向变为倾斜 45 度方向。

认为将 0 度方向、90 度方向、倾斜 45 度方向、倾斜 135 度方向的布线方向的布线的连接要求进行平均，作为相同程度的区域在布图平面 21 中是最宽的。因此，为了使各布线层的布线方向成为不同方向，设使所有布线方向分散的状

态为布线方向的初始状态。具体地，当布线层的层数和可设定的布线方向的数目等于4时，在一层布线层中分配一布线方向。将在布图平面21中最宽的区域设定为初始指定区域131。

判定布线层中不是构成迂回布线的布线的主布线方向的布线方向的布线配置空间不足。并且，在再指定区域132—134中，在将构成迂回布线的布线的主布线方向指定为初期状态的布线方向的布线层中，将布线方向变更到布线的配置空间不足的布线方向。

如图21所示，由倾斜45度方向和倾斜135度方向的布线方向的布线为主构成迂回布线的情况下，在连接迂回布线起始点和终点的引线之间的布图平面21中，由于0度方向或90度方向的布线方向的布线的连接要求增多，判定在布线层中配置0度方向或90度方向的布线方向的布线的空间不足。并且，在再指定区域132中，将布线方向从初始状态向第一变更变更。

由0度方向和90度方向的布线方向的布线为主构成迂回布线的情况下，在连接迂回布线的起点和终点的引线之间的布图平面21中，由于倾斜45度方向和倾斜135度方向的布线方向的布线的连接要求增多，判定在布线层中配置倾斜45度方向和倾斜135度方向的布线方向的布线的空间不足。并且，在再指定区域133中，将布线方向从初始状态向第二变更变更。

由0度方向和90度方向的布线方向的布线为主构成迂回布线的情况下，在连接迂回布线的起点和终点的引线之间的布图平面21中，由于倾斜45度方向和倾斜135度方向的布线方向的布线的连接要求增多，判定在布线层中配置倾斜45度方向和倾斜135度方向的任一布线方向的布线的空间不足。并且，在再指定区域134中，将布线方向从初始状态向第三变更变更。

再有，也不一定需要图18的数据库。代替准备数据库，首先，根据将连接再指定区域132—134中的布线的起点和终点的引线之间每条直线中的最接近其直线方向的布线方向作为该直线的布线方向的数量，来估算布线方向的连接所要求的多少的数量。然后，对应于再指定区域132—134中布线要求的多的布线方向，对布线要求少的布线方向的布线层而言，将布线方向变更为布线要求多的布线方向。

并且，再次回到图17的步骤S16。在步骤S16中，如图22所示，根据变更的布线方向，经过第三布线层和第四布线层能够形成连接引线83和87之间

的再布线 91—95。此外，能够形成连接引线 84 和 88 之间的再布线 96—100。能够形成连接引线 85 和 86 之间的再布线 101—103。在步骤 S17 中，在再指定区域 132—134 中，如果能判定没有迂回布线，就停止布图的设计方法。

如此，由于可缩短因绕道而增长的布线的长度，就可以无迂回布线。此外，再布线的形成，由于再布线的配置空间是有空的空间，确实地收敛再布线的配置位置的解，就能够缩短布图所需的时间。

在再指定区域 132—134 的周边部中，可以根据变更前的布线方向和变更的布线方向中的任一方向形成再布线，这相当于，在指定再指定区域 132—134 时，在再指定区域 132—134 中的一部分中根据初始指定区域 131 和再指定区域 132—134 中的任何一个区域的配置方向设计的灰色区域。在图 22 的初始指定区域 131 和再指定区域 132 重合的区域中，第三布线层的布线就可以利用倾斜 45 度方向和 0 度方向这两个布线方向来进行布线。第四布线层的布线就可以利用倾斜 135 度方向和 90 度方向这两个布线方向来进行布线。

第三实施例

在本发明的实施例 3 中，可以采用图 1 所示的实施例 1 的半导体集成电路的设计装置 1。

此外，本发明的实施例 3 按图 2 中所示的实施例 1 的半导体集成电路的设计方法来进行实施。

本发明的实施例 3 按图 3 中所示的实施例 1 的半导体集成电路的布图的设计方法来进行实施。

根据具体例子说明本发明的实施例 3 的半导体集成电路布图的设计方法。

首先，如图 23 所示，在图 3 的步骤 S11 中，在矩形布图平面 21 中配置 I/O 单元 202、逻辑单元 204—207。逻辑单元 204—207 既可是兆单元 204、205，也可以是标准单元阵列 206、207。与 I/O 单元 202 相邻且能配置逻辑单元 204—207 的区域为核心区 203。标准单元阵列 206、207 包括标准单元 208、电源线 209 和接地线 210。

如图 24 所示，布图平面 21 的剖面方向的半导体集成电路包括半导体基板 Sub、多层层间绝缘膜 D1—D7 和多层布线层 M1—M6。多层布线层 M1—M6 具有各自的多条布线。在电源线 209 和接地线 210 以及标准单元阵列 206 内部的布线中，标准单元阵列 206 采用布线层 M1 和 M2。因此，标准单元阵列 206

上方的布线层 M3—M6 就可以用于标准单元阵列 206 外部的布线、逻辑单元 204—207 之间的布线、逻辑单元 204—207 与 I/O 单元 202 之间的布线。在兆单元 204 内部的布线中，兆单元 204 采用布线层 M1—M4。因此，兆单元 204 上方的布线层 M5 和 M6，就可以用于兆单元 204 外部的布线、逻辑单元 204—207 之间的布线、逻辑单元 204—207 与 I/O 单元 202 之间的布线。在 I/O 单元 202 的内部布线中，I/O 单元 202 采用布线层 M1—M6。因此，I/O 单元 202 上方的布线层不可以用于逻辑单元 204—207 之间的布线、逻辑单元 204—207 与 I/O 单元 202 之间的布线。

10 然后，如图 23 所示，在步骤 S12 中，在作为在布线层 M1—M6 中能布线的整个核心区 22 中设定初始指定区域 22。

在步骤 S13 中，指定初始指定区域 22 内的布线层 M1—M6 中的布线方向。具体地，例如如图 25 所示，根据布线层作成可检索布线方向的数据库。由此，自第一层的布线层 M1 可检索 0 度方向（横向）的布线方向。同样地，自第二层的布线层 M2 可检索 90 度方向（纵向）的布线方向。自第三层的布线层 M3 15 可检索 0 度方向（横向）的布线方向。自第四层的布线层 M4 可检索 90 度方向（纵向）的布线方向。自第五层的布线层 M5 可检索倾斜 45 度方向的布线方向。自第六层的布线层 M6 可检索倾斜 135 度方向的布线方向。通过这样的检索，就可以在第 1—6 层的布线层 M1—M6 中配置已检索的布线方向的布线。

20 在步骤 S14 中，如图 26—图 27 所示，在初始指定区域 22 内指定再指定区域 231—236、219、220、225。

如图 26 所示，设逻辑单元 211 为标准单元阵列。逻辑单元 211 与核心区 203 的边相接。逻辑单元 211 与 I/O 单元 202 相接。在逻辑单元 211 的内侧区域中设定再指定区域 231。再指定区域 231 与 I/O 单元 202 相接。I/O 单元 202 具有成为布线起点的引线 222。将再指定区域 231 内的布线层 M1 和 M2 用于标准 25 单元阵列的内部布线。在剩余的布线层 M3—M6 中，按图 25 所示的方向配置布线。但是，在再指定区域 231 中，由于必须对引线 222 进行布线，可考虑大量采用与核心区 203 的边垂直方向的 0 度方向（横向）的布线。因此，在步骤 S15 中，将在再指定区域 231 中的布线层 M3—M6 的至少一个布线层的布线方向变更为 0 度方向（横向）。

30 设逻辑单元 212 为标准单元阵列。逻辑单元 212 与核心区 203 的边相接。

逻辑单元 212 不与 I/O 单元 202 相接。在逻辑单元 212 的内侧区域中设置再指定区域 232。再指定区域 232 不与 I/O 单元 202 相接。再指定区域 232 内的布线层 M1 和 M2 可用于标准单元阵列的内部布线。在剩余的布线层 M3—M6 中，按图 25 所示的方向来配置布线。但是，在再指定区域 232 中，可考虑大量采用与核心区 203 的边垂直方向的 0 度方向（横向）的布线。另一方面，可考虑大量采用与核心区 203 的边平行方向的 90 度方向（纵向）的布线。因此，在步骤 S15 中，将再指定区域 232 中的布线层 M3—M6 中的至少一层布线层的布线方向变更为 90 度方向（纵向）。

设逻辑单元 213 为标准单元阵列。逻辑单元 213 不与核心区 203 的边相接。

10 逻辑单元 213 不与 I/O 单元 202 相接。在逻辑单元 213 的内侧区域中设置再指定区域 233。再指定区域 233 与逻辑单元 213 重合。再指定区域 233 不与 I/O 单元 202 相接。在标准单元阵列的内部布线中，可使用再指定区域 233 内的布线层 M1 和 M2。在剩余的布线层 M3—M6 中，按图 25 所示的方向来配置布线。在再指定区域 233 中，根据再指定区域 233 的周边的布线状况，考虑最好能够变更布线的方向。因此，在步骤 S15 中，适当变更再指定区域 233 中的布线层 M3—M6 中的至少一层布线层的布线方向。

如图 27 中所示，设逻辑单元 214 为兆单元。逻辑单元 214 与核心区 203 的边相接。逻辑单元 214 与 I/O 单元 202 相接。在逻辑单元 214 的内侧区域中设置再指定区域 234。再指定区域 234 与 I/O 单元 202 相接。I/O 单元 202 具有成为布线起点的引线 222。在兆单元的内部布线中，可使用再指定区域 234 内的布线层 M1—M4。在剩余的 M5 和 M6 中，按步骤 S13 中设定的方向来配置布线。但是，在再指定区域 234 中，由于必须对引线 222 布线，所以可考虑大量采用与核心区 203 的边垂直方向的 0 度方向（横向）的布线。因此，在步骤 S15 中，将再指定区域 234 中的布线层 M5 和 M6 中的至少一层布线层的布线方向变更为 0 度方向（横向）。

设逻辑单元 215 为兆单元。逻辑单元 215 与核心区 203 的边相接。逻辑单元 215 不与 I/O 单元 202 相接。在逻辑单元 215 的内侧区域中设置再指定区域 235。再指定区域 235 不与 I/O 单元 202 相接。在兆单元的内部布线中，可使用再指定区域 235 内的布线层 M1—M4。在剩余的 M5 和 M6 中，按步骤 S13 中设定的方向来配置布线。但是，在再指定区域 235 中，可考虑大量采用与核心

区 203 的边垂直方向的 0 度方向（横向）的布线。另一方面，可考虑大量采用与核心区 203 的边平行方向的 90 度方向（纵向）的布线。因此，在步骤 S15 中，将再指定区域 235 中的布线层 M5 和 M6 中的至少一层布线层的布线方向变更为 90 度方向（纵向）。

- 5 设逻辑单元 216 为兆单元。逻辑单元 216 不与核心区 203 的边相接。逻辑单元 216 也不与 I/O 单元 202 相接。在逻辑单元 216 的内侧区域中设置再指定区域 236。再指定区域 236 与逻辑单元 216 重合。再指定区域 236 不与 I/O 单元 202 相接。在兆单元的内部布线中，可使用再指定区域 236 内的布线层 M1—M4。在剩余的 M5 和 M6 中，按步骤 S13 中设定的方向来配置布线。在再指定区域
- 10 236 中，根据再指定区域 236 周边的布线状况，考虑最好能够变更布线的方向。因此，在步骤 S15 中，适当变更再指定区域 236 中的布线层 M5 和 M6 中的至少一层布线层的布线方向。

- 如图 28 所示，设逻辑单元 217、218 为兆单元。逻辑单元 217 和 218 相邻配置。逻辑单元 217 和 218 的边相对。在逻辑单元 217 和 218 之间设置再指定
- 15 区域 219。在兆单元的内部布线中，可使用逻辑单元 217、218 内的布线层 M1—M6。在再指定区域 219 内的布线层 M1—M6 中，按步骤 S13 中设定的方向来配置布线。但是，在再指定区域 219 中，由于连接逻辑单元 217 和 218 的布线是必需的，因此可考虑大量采用与逻辑单元 217、218 的相对边垂直方向的 0 度方向（横向）的布线。此外，连接逻辑单元 217 和 218 的上方和下方之间的
- 20 纵向的布线是必需的。在逻辑单元 217 和 218 之上，不存在用于连接逻辑单元 217 和 218 的上方和下方之间的纵向的布线层。因此，在再指定区域 219 中，为了连接逻辑单元 217 和 218 的纵向，可考虑大量采用与逻辑单元 217、218 的相对边平行方向的 90 度方向（纵向）的布线。因此，在步骤 S15 中，将再指定区域 219 中的布线层 M1—M6 中的至少一层布线层的布线方向变更为 90 度方向
- 25 （纵向）。

- 接近核心区 220 的边来配置逻辑单元 218。逻辑单元 218 的边与核心区 220 的接近边相对。在相对的逻辑单元 218 的边和核心区 220 的边之间设置再指定区域 220。再指定区域 220 是逻辑单元 218 的附近外侧区域。再指定区域 220 为核心区 203 的外周内侧区域。也可以在与逻辑单元 218 的边相对的核心区 220
- 30 的边中，不配置 I/O 单元 202。可考虑必须连接逻辑单元 217 和 218 的上方和下

方之间的纵向的布线。在逻辑单元 218 的上方，不存在用于连接逻辑单元 217 和 218 的上方和下方之间的布线层。因此，为了连接逻辑单元 218 的纵向，在再指定区域 218 中，可考虑大量采用相对于逻辑单元 218 的边和核心区 203 的边平行方向的 90 度方向（纵向）的布线。因此，在步骤 S15 中，将再指定区域 5 220 中的布线层 M1—M6 中的至少一层布线层的布线方向变更为 90 度方向（纵向）。

如图 29 中所示，设逻辑单元 224 为兆单元。逻辑单元 224 与核心区 203 的边相接。逻辑单元 224 与 I/O 单元 202 相接。再指定区域 225 位于逻辑单元 224 的附近外侧区域。再指定区域 225 位于核心区 203 的外周内侧区域。再指定 10 区域 225 和与核心区 203 的边相接的 I/O 单元 202 相接。在兆单元的内部布线中，可使用逻辑单元 224 内的布线层 M1—M5。在再指定区域 225 内的布线层 M1—M6 中，按步骤 S13 中设定的方向来配置布线。但是，在再指定区域 225 中，与再指定区域 225 相接的逻辑单元 224 的边平行的方向的布线是必需的。因此，可考虑大量采用与再指定区域 225 相接的核心区 203 的边垂直方向的 0 度方向 15 （横向）的布线。此外，从再指定区域 225 开始，就必须跨过逻辑单元 224 进行布线。就必须将再指定区域 220 中的布线层 M6 变更为倾斜 45 度方向。因此，在步骤 S15 中，将再指定区域 225 中的布线层 M1—M6 中的至少一层布线层的布线方向变更为 0 度方向（横向）。并且将再指定区域 225 中的布线层 M5 和 M6 中的至少一层布线层的布线方向变更为倾斜 45 度方向。

20 在步骤 S16 中，根据每个布线层 M1—M6 的初始指定区域 22 和再指定区域 231—236、219、220、225 的布线方向，形成连接逻辑单元之间、I/O 单元与逻辑单元之间的布线。

在步骤 S17 中，判定形成的布线是否为迂回布线。可以与实施例 1 相同进行判定。

25 在步骤 S18 中，判定是否再度实施指定再指定区域。可以与实施例 1 相同进行判定。

如此，由于相对于一层布线层，存在多个布线方向，因此可利用增多的连接要求的多个布线方向的布线层。获得了缩短布线长的效果，不必增长必需的布线长度。此外，进行布线时，由于在确定各个布线层的各区域的优先布线方向 30 向上还提高了接线率，因此可按照现实的处理时间来设计布线。

在不脱离本发明的精神或实质特性下，可以按照其它特定的形式来实施本发明。因此，各实施例的所有方面认为是说明性而非限制性的，通过附加的权利要求书而不是通过前述的说明书来表示本发明的范围，因此所有修改都将希望落入权利要求的内容和范围之内。

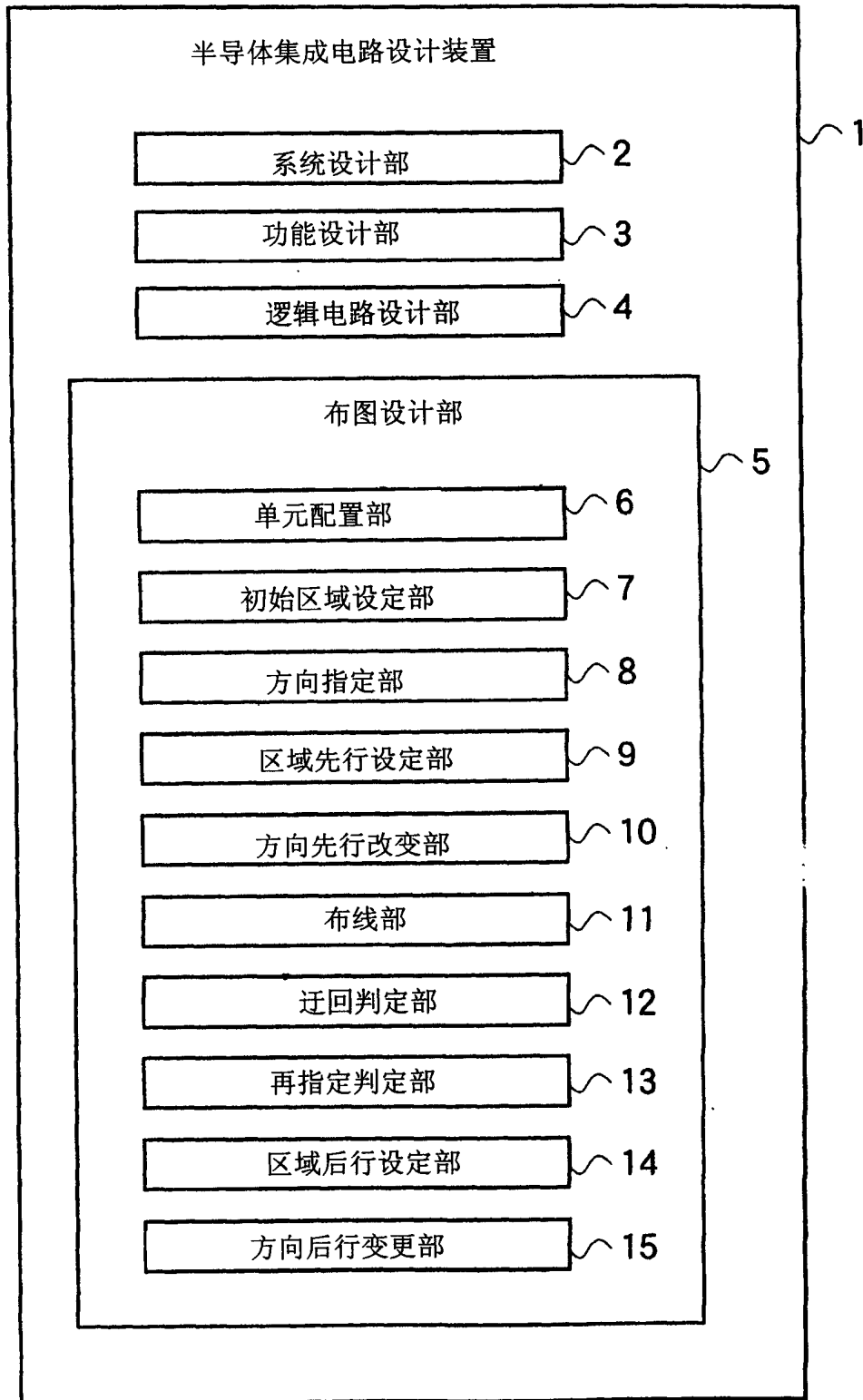


图 1

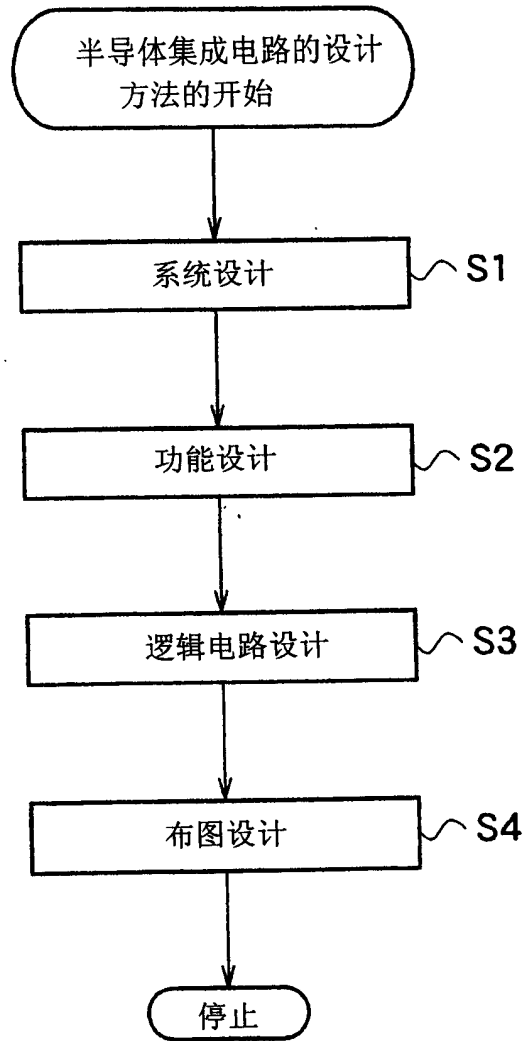


图 2

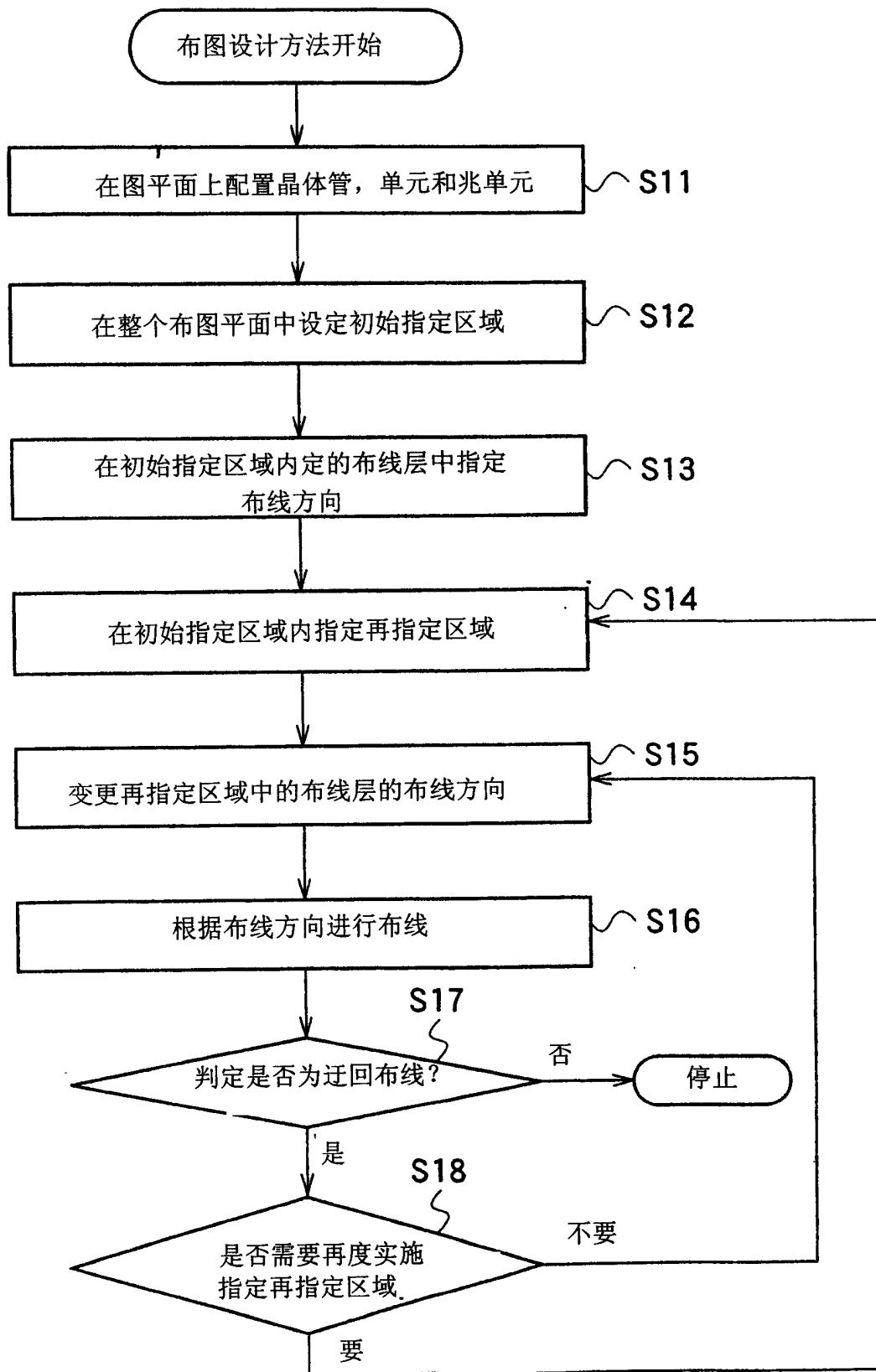


图 3

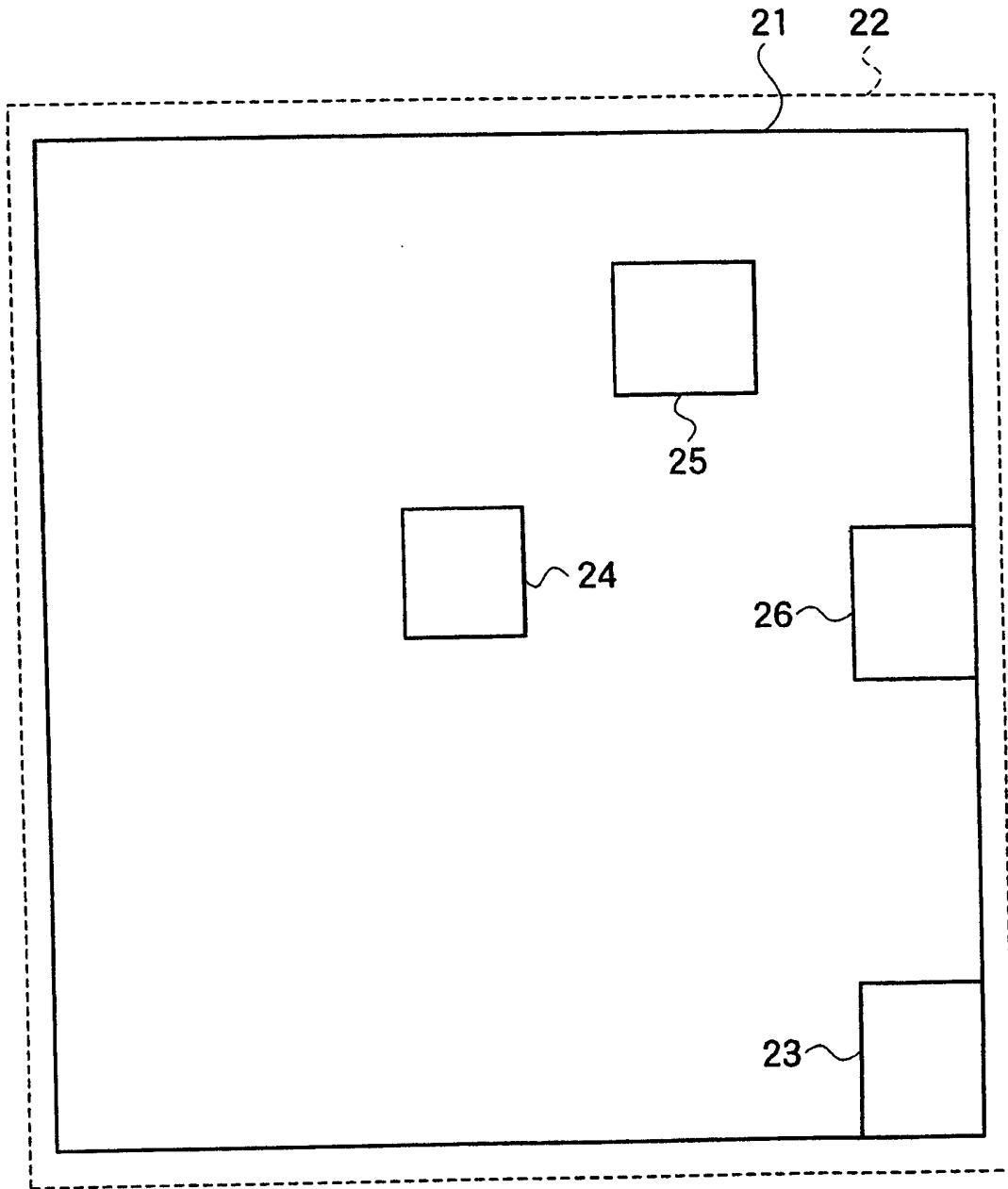


图 4





布线层	布线方向	
M4	 135°	} 28 } 28 } 28 } 28
M3	 45°	
M2	 90°	
M1	 0°	
} 26 } 27		

图 5

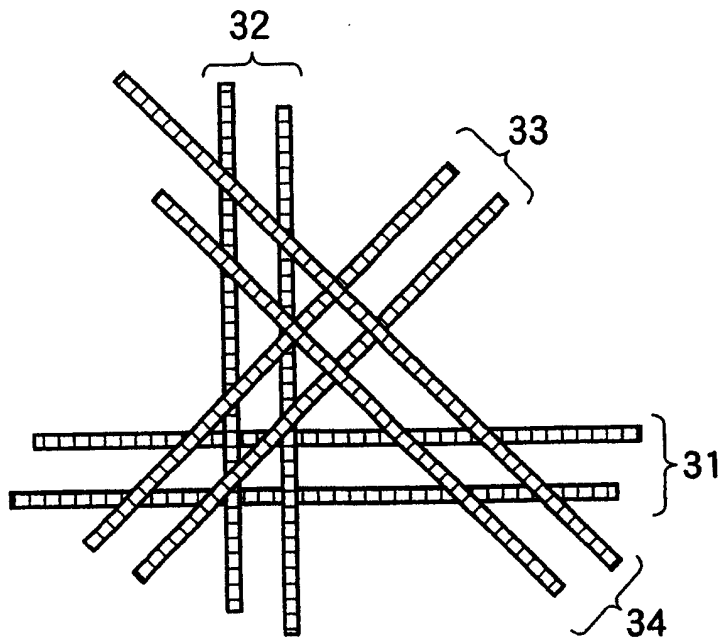


图 6

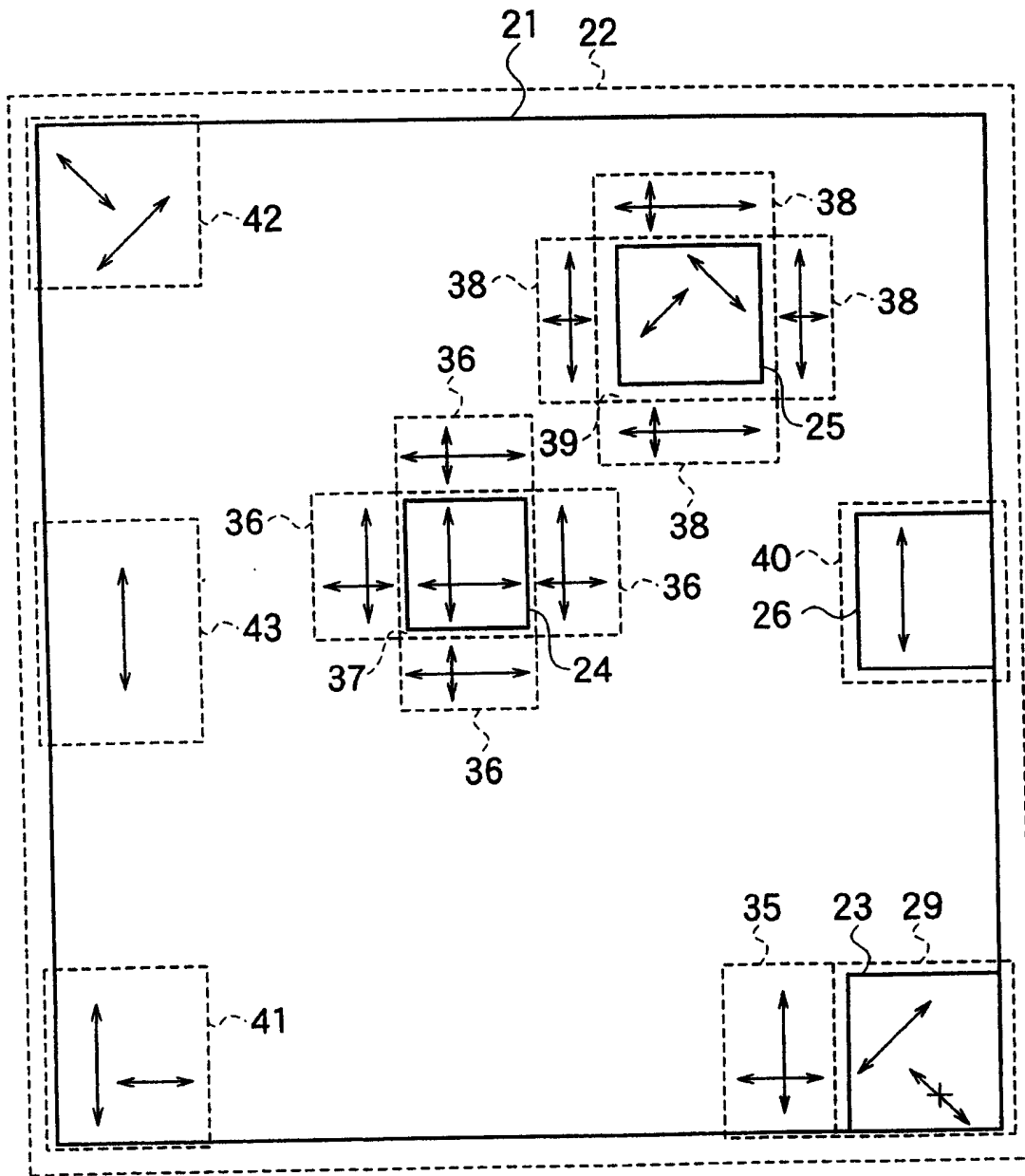


图 7













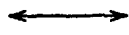
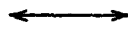


布线层	布线方向				
	初始值	第1次变更	第2次变更	第3次变更	
M4	 135°	 90°	 45°	 45°	} 47
M3	 45°	 45°	 0°	 45°	
M2	 90°	 90°	 90°	 90°	
M1	 0°	 0°	 0°	 0°	
	44	45	46		} 47

图 8




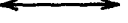




布线层	布线方向			
	初始值	第1次变更	第2次变更	第3次变更
M4	 135°	 90°		
M3	 45°	 0°		
M2	 90°	 90°		
M1	 0°	 0°		

图 9

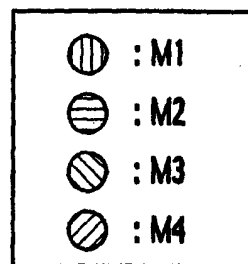
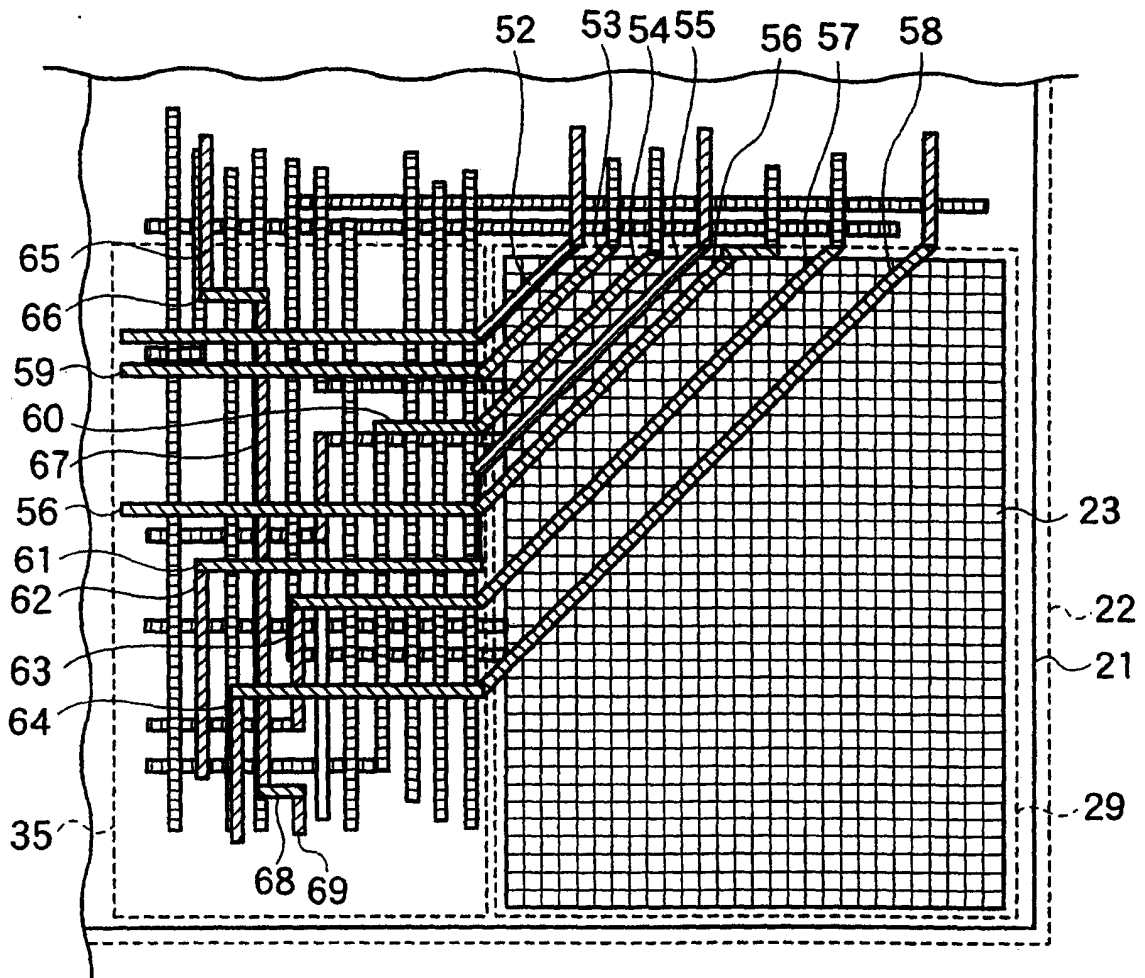


图 10

















布线层	布线方向			
	初始值	第1次变更	第2次变更	第3次变更
M4	 135°	 90°	 90°	 135°
M3	 45°	 0°	 45°	 0°
M2	 90°	 90°	 90°	 90°
M1	 0°	 0°	 0°	 0°

图 11

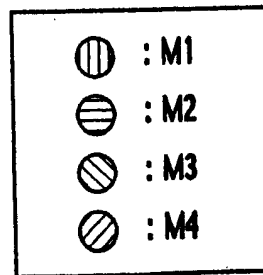
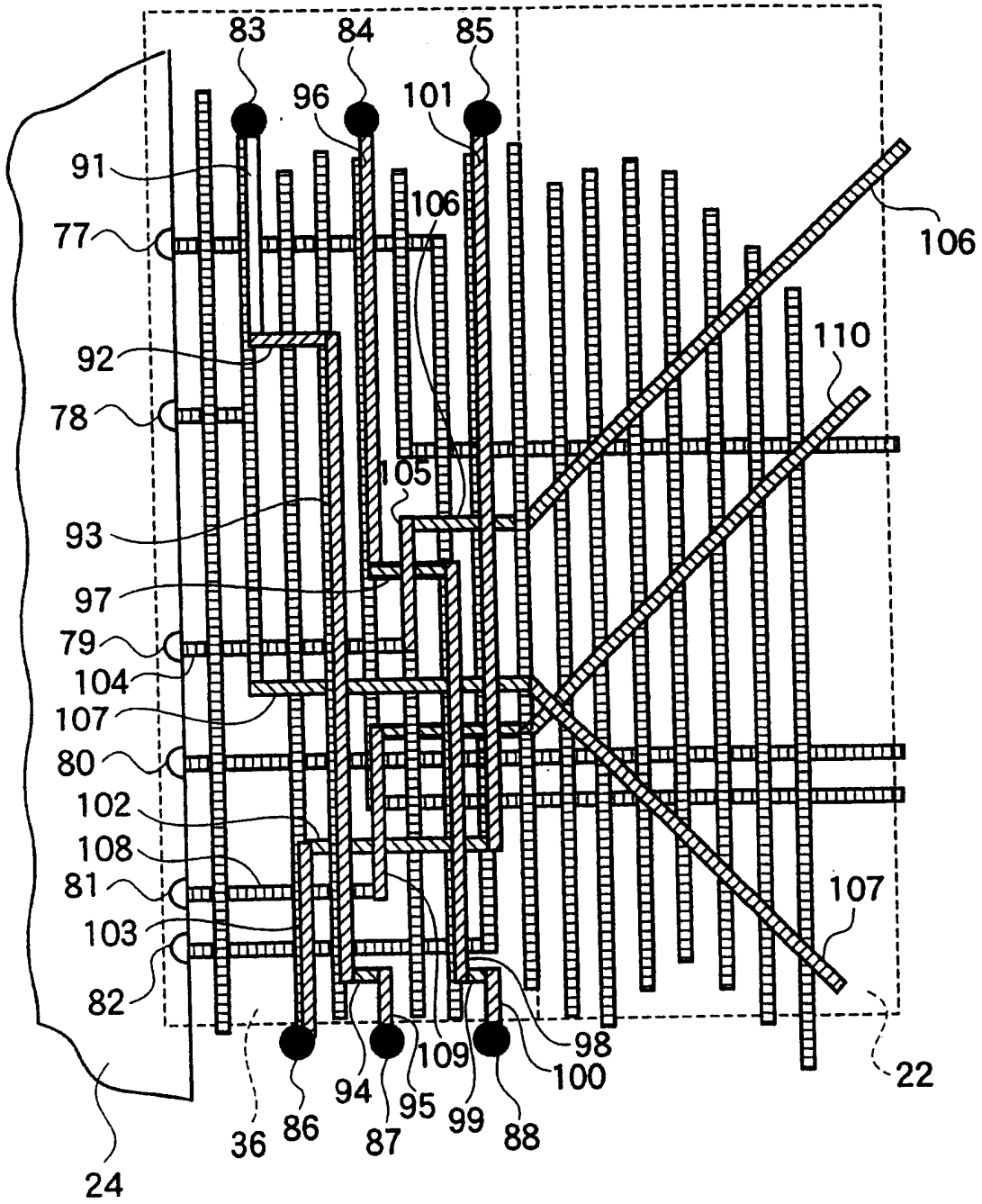


图 12






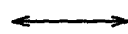

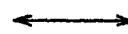






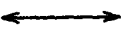
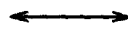











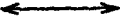
布线层	布线方向					
	初始值	第1次变更	第2次变更	第3次变更		
M4	 135°	 90°	 90°	 135°	} 114	
M3	 45°	 0°	 45°	 0°		
M2	 90°	 90°	 90°	 90°		
M1	 0°	 0°	 0°	 0°		
	111	112	113	113	113	

图 13

布线层	布线方向			
	初始值	第1次变更	第2次变更	第3次变更
M4	 135°	 90°	 (平行于边) 90°	
M3	 45°	 45°	 135°	
M2	 (平行于边) 90°	 (平行于边) 90°	 (平行于边) 90°	
M1	 0°	 0°	 0°	

119
 119
 119
 119

115 116 117 118

图 14

布线层	布线方向					
	初始值	第1次变更	第2次变更	第3次变更		
M4	↘ 135°	↕ 90°	↙ 135°	↕ 90°	} 124	
M3	↗ 45°	↔ 0°	↔ 0°	↖ 45°		
M2	↕ 90°	↕ 90°	↕ 90°	↕ 90°		
M1	↔ 0°	↔ 0°	↔ 0°	↔ 0°		
	120	121	122	123	180	

图 15

















布线层	布线方向				
	初始值	第1次变更	第2次变更	第3次变更	
M4	 135°	 90°	 90°	 90°	130
M3	 45°	 0°	 45°	 135°	
M2	 90°	 90°	 90°	 90°	
M1	 0°	 0°	 0°	 0°	
	125	126	127	128	129

图 16

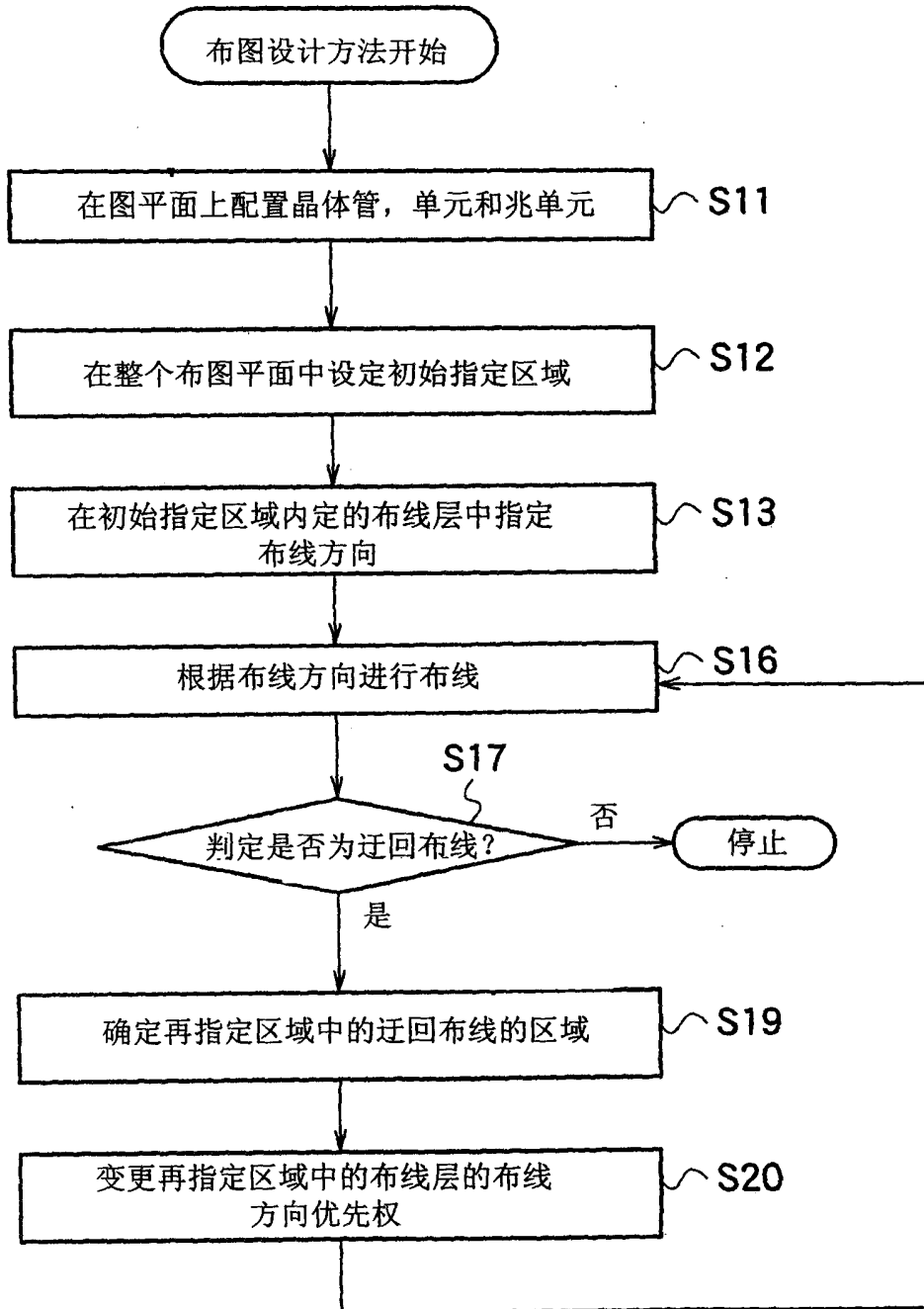


图 17

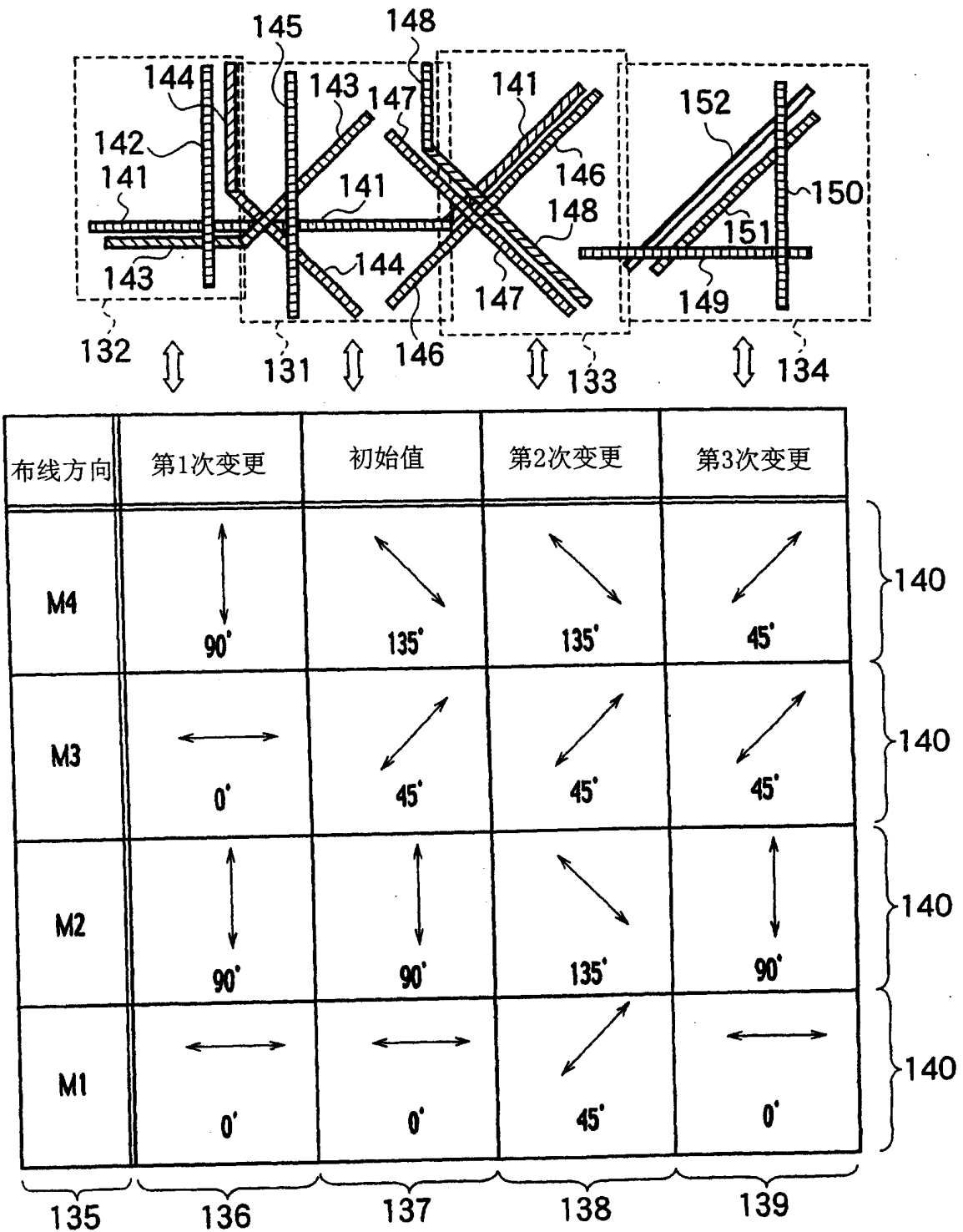


图 18

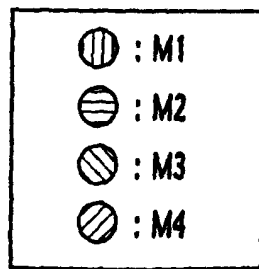
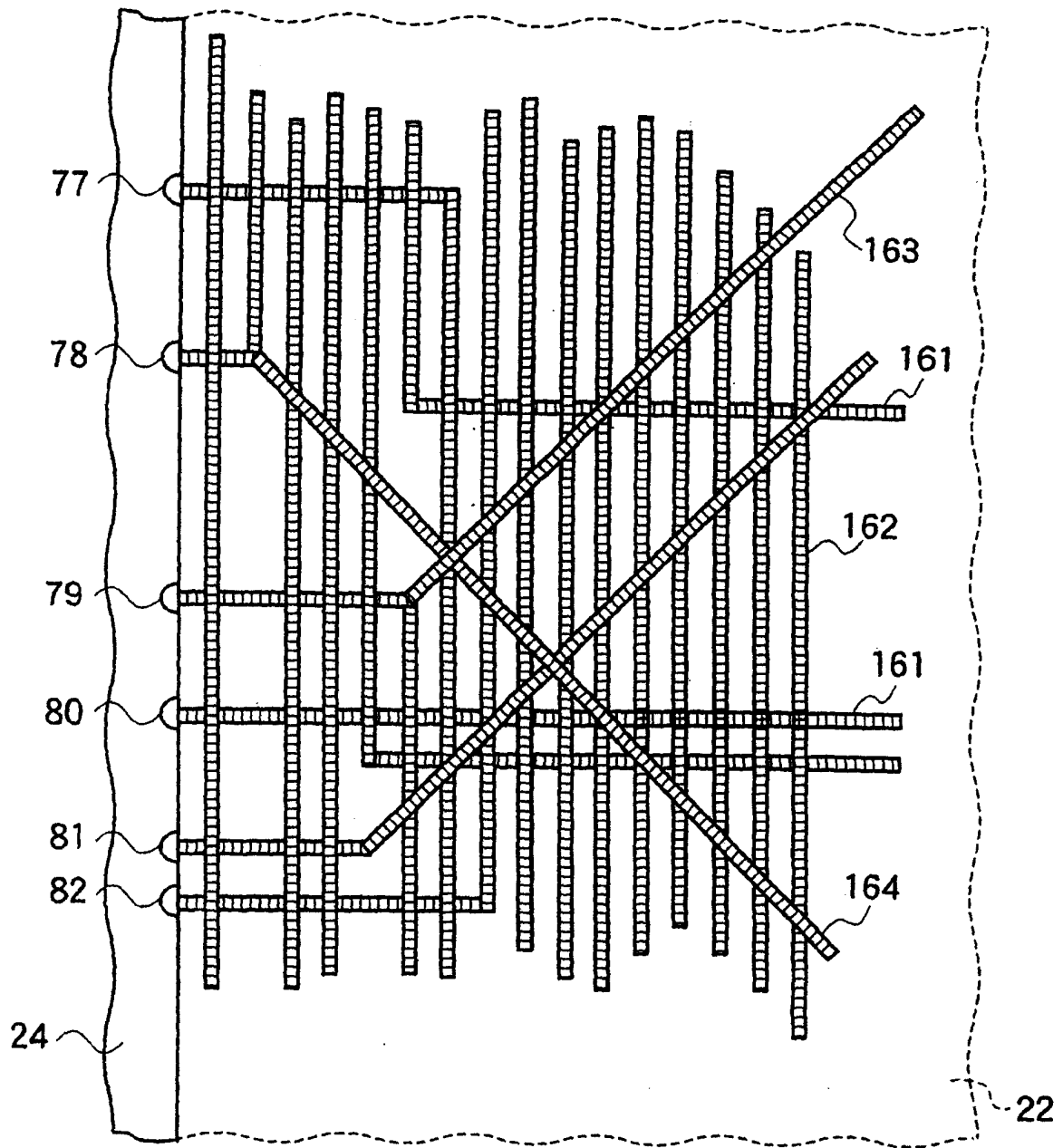


图 19

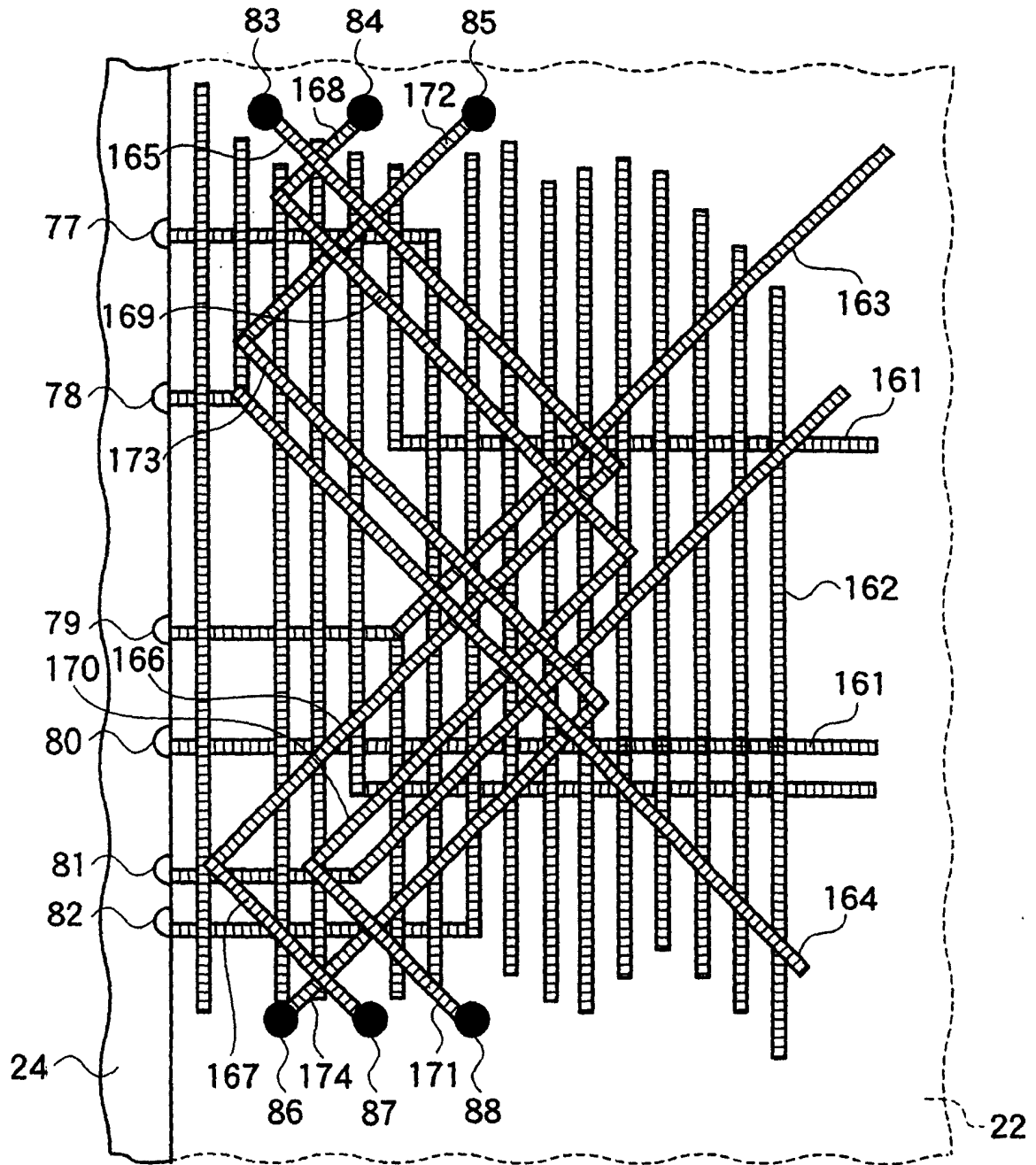


图 20

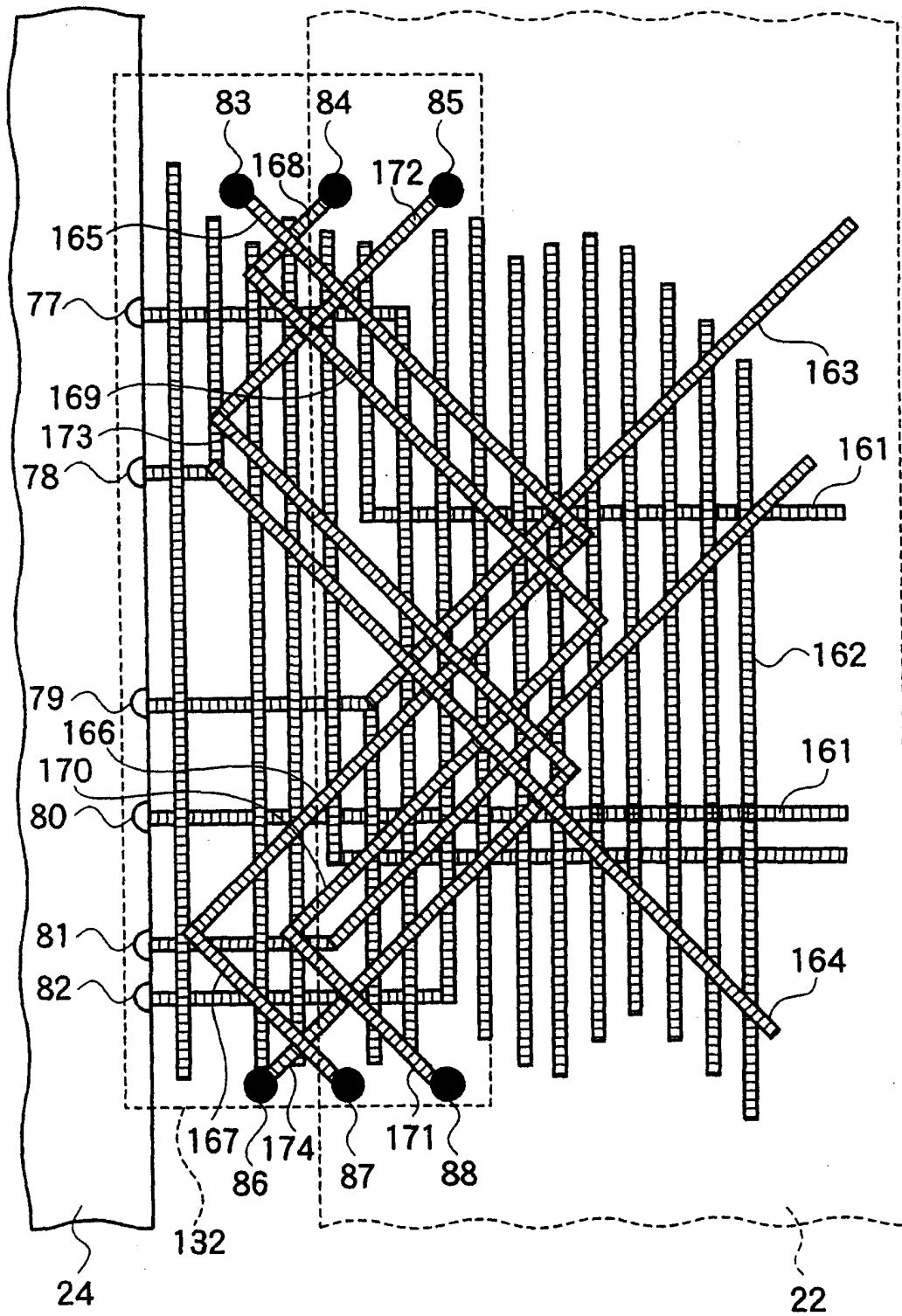


图 21

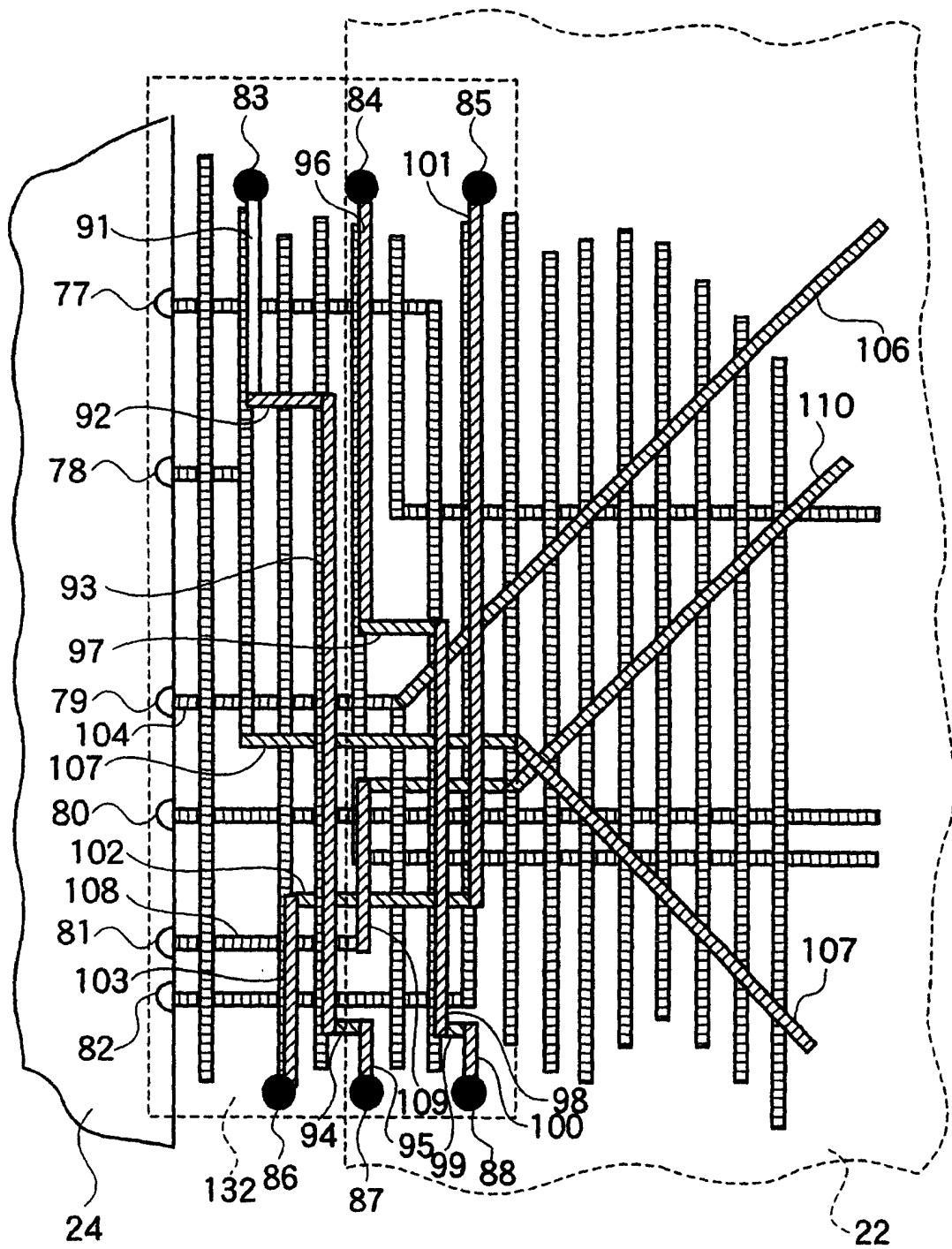
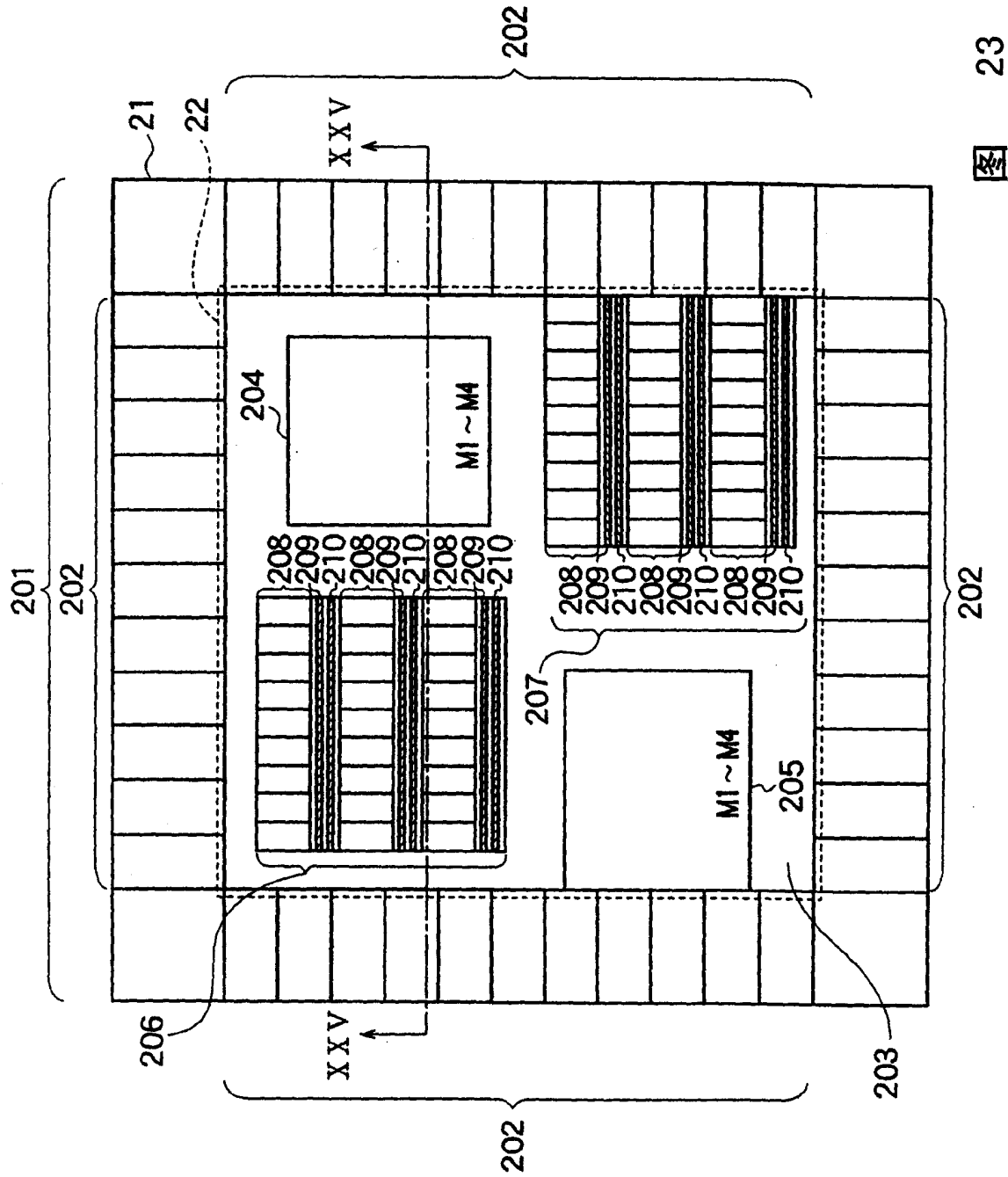


图 22



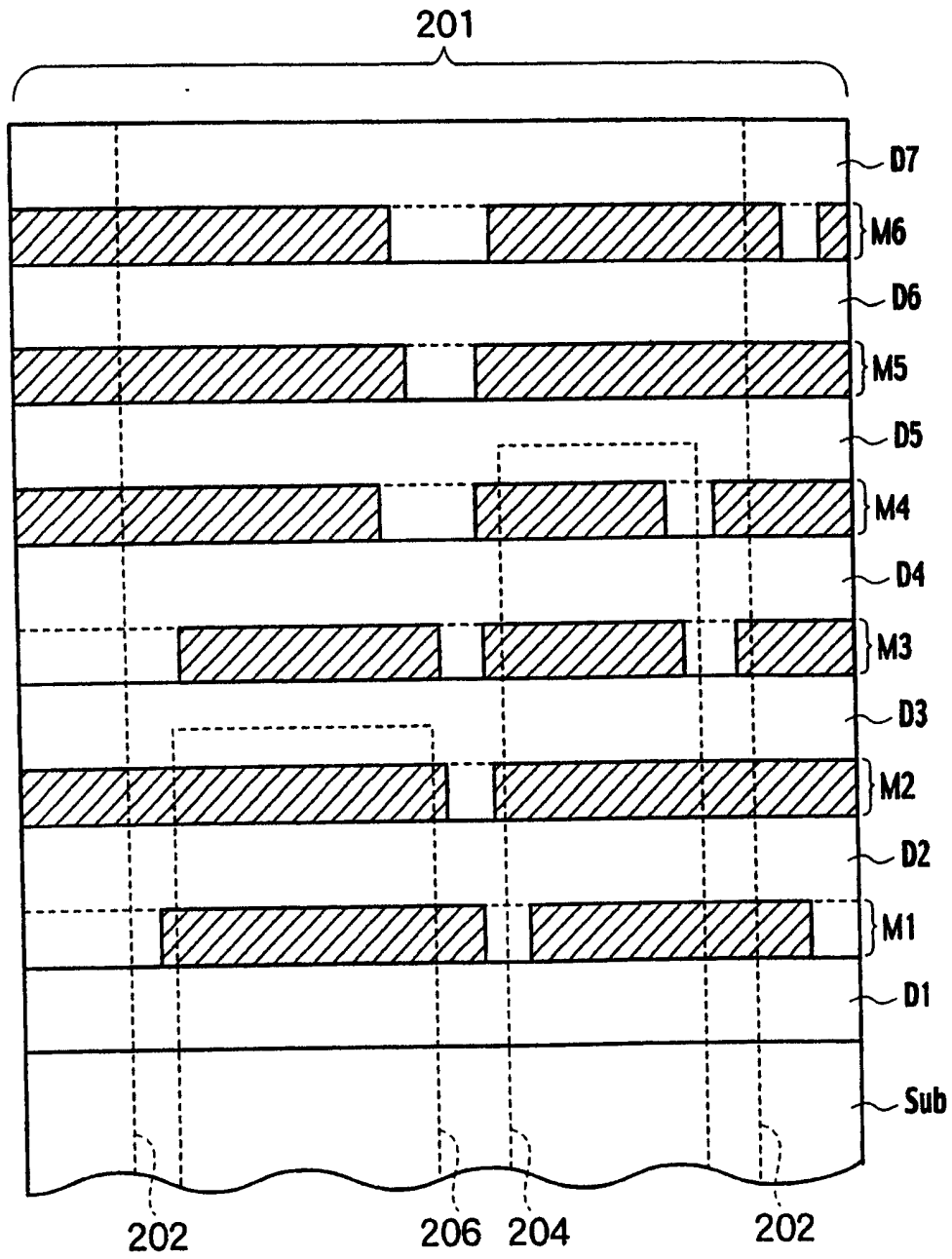


图 24







布线层	布线方向	
M6	 135°	} 28
M5	 45°	} 28
M4	 90°	} 28
M3	 0°	} 28
M2	 90°	} 28
M1	 0°	} 28
26		27

图 25

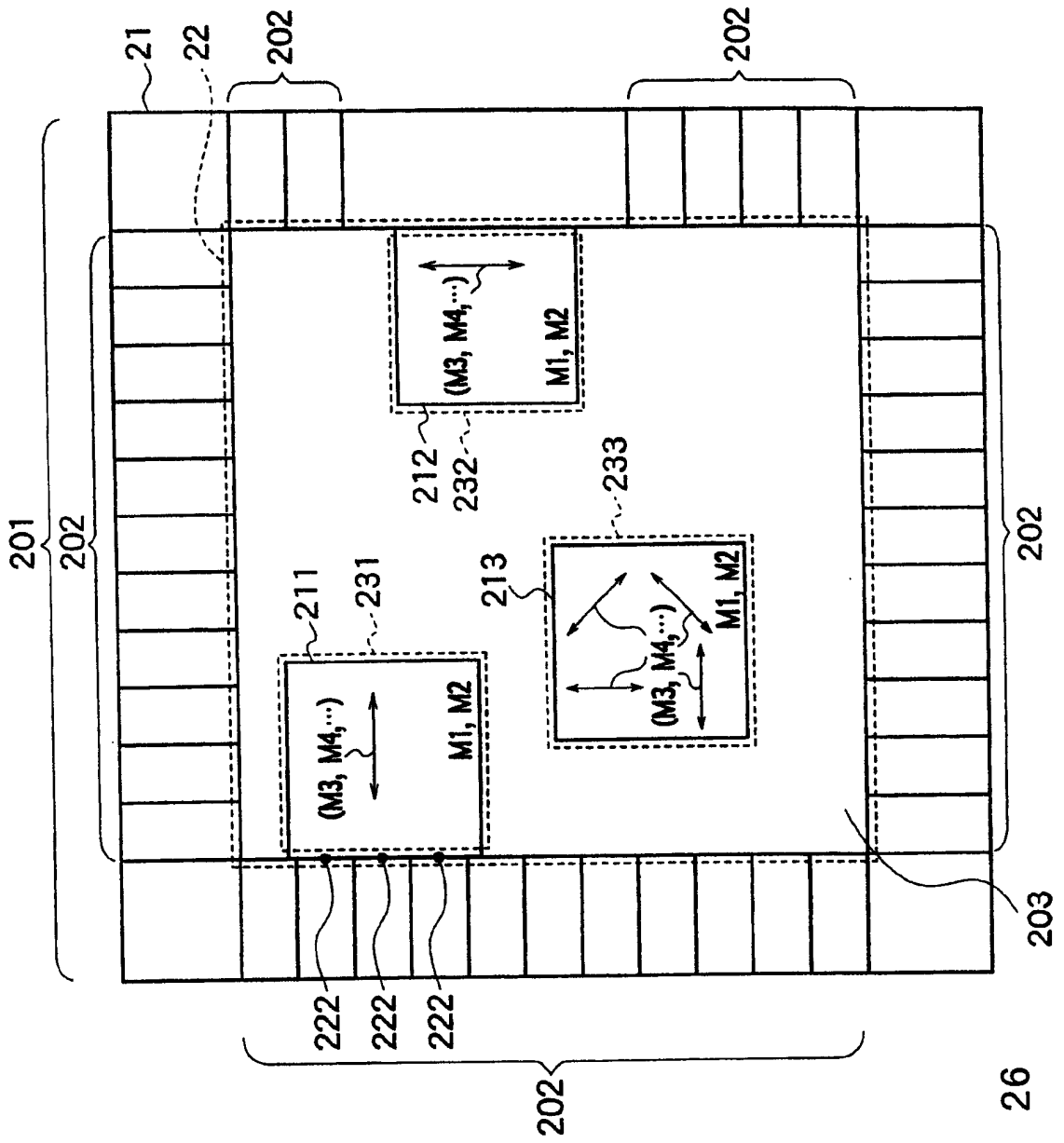


图 26

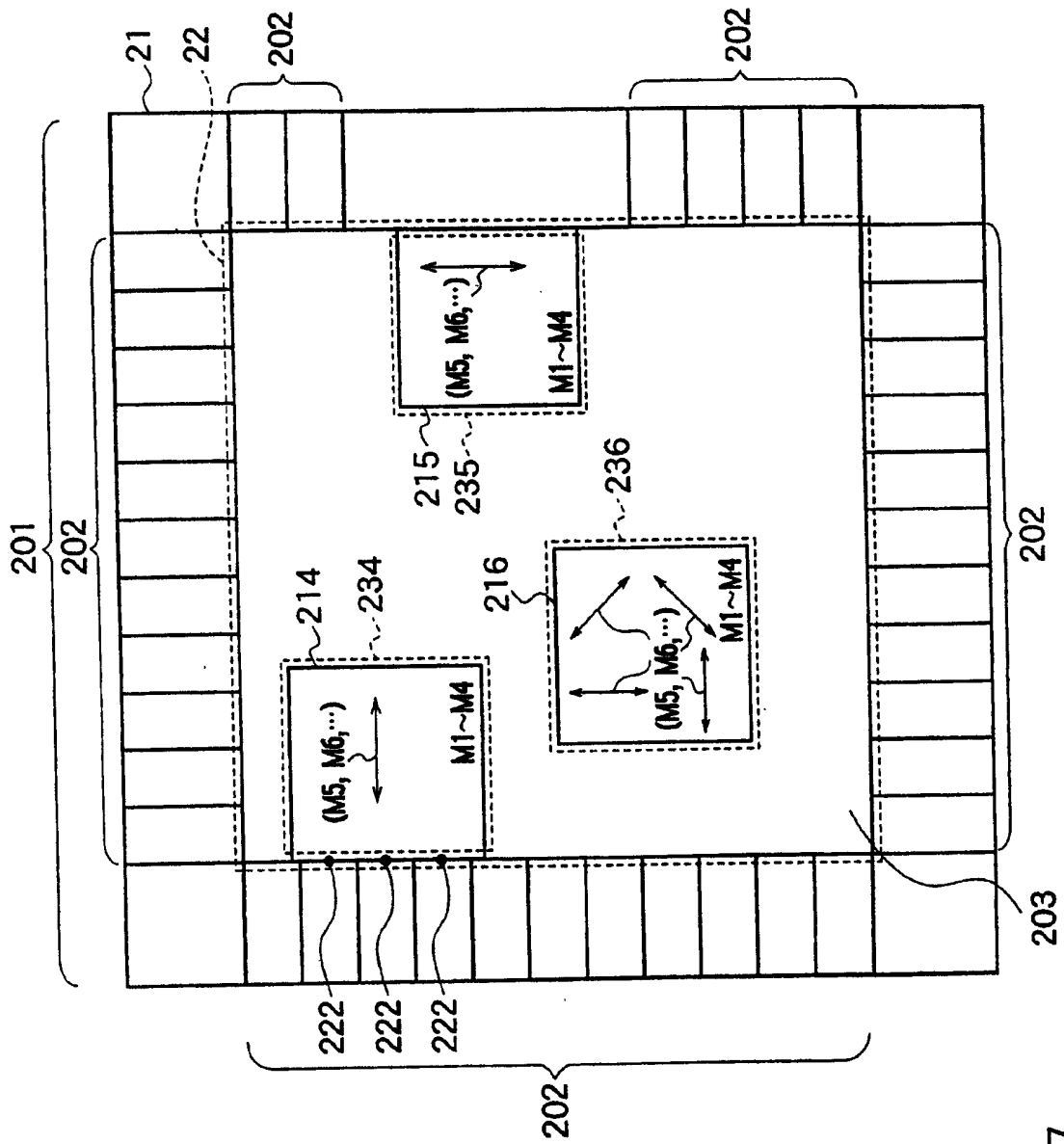


图 27

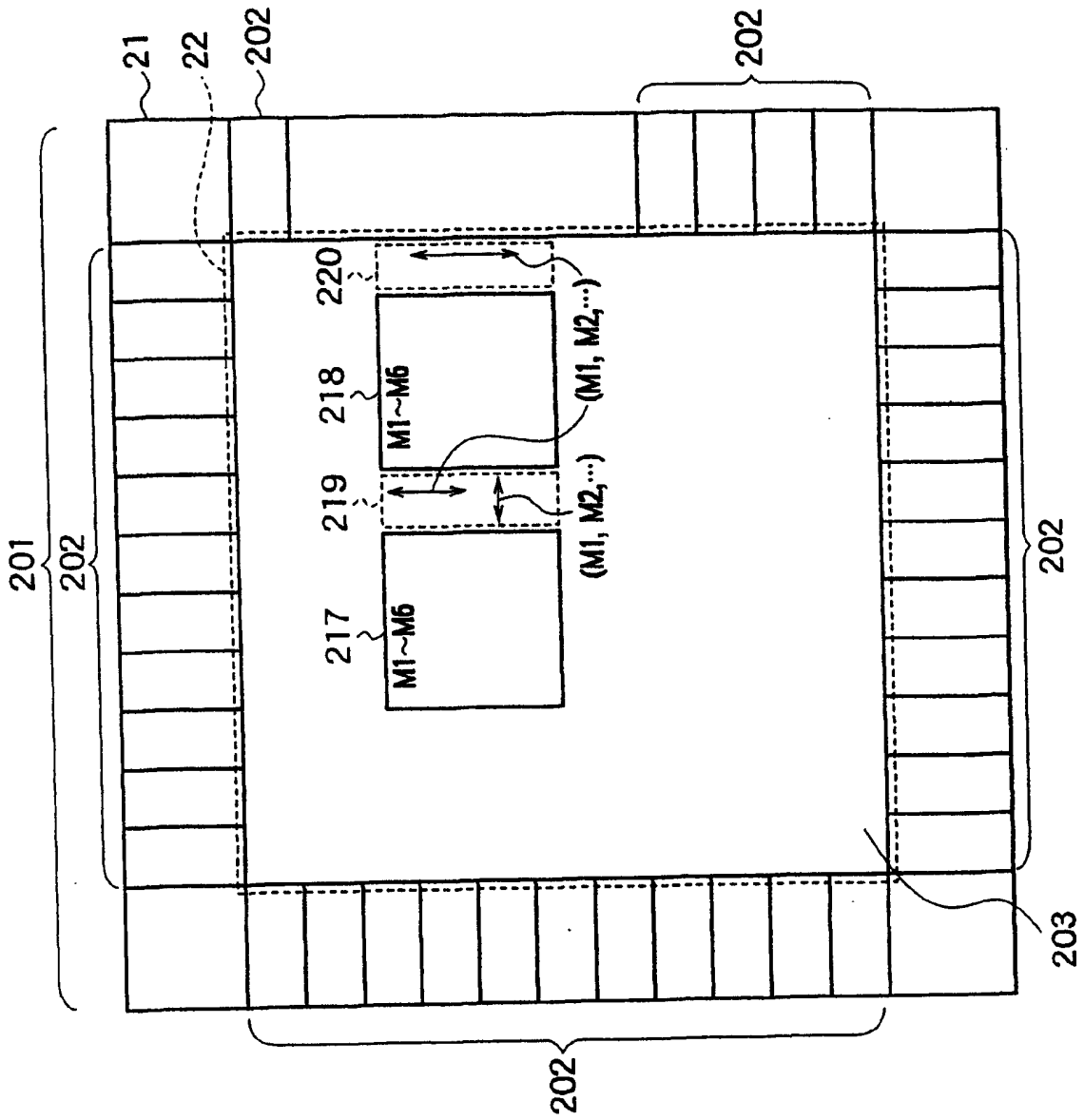


图 28

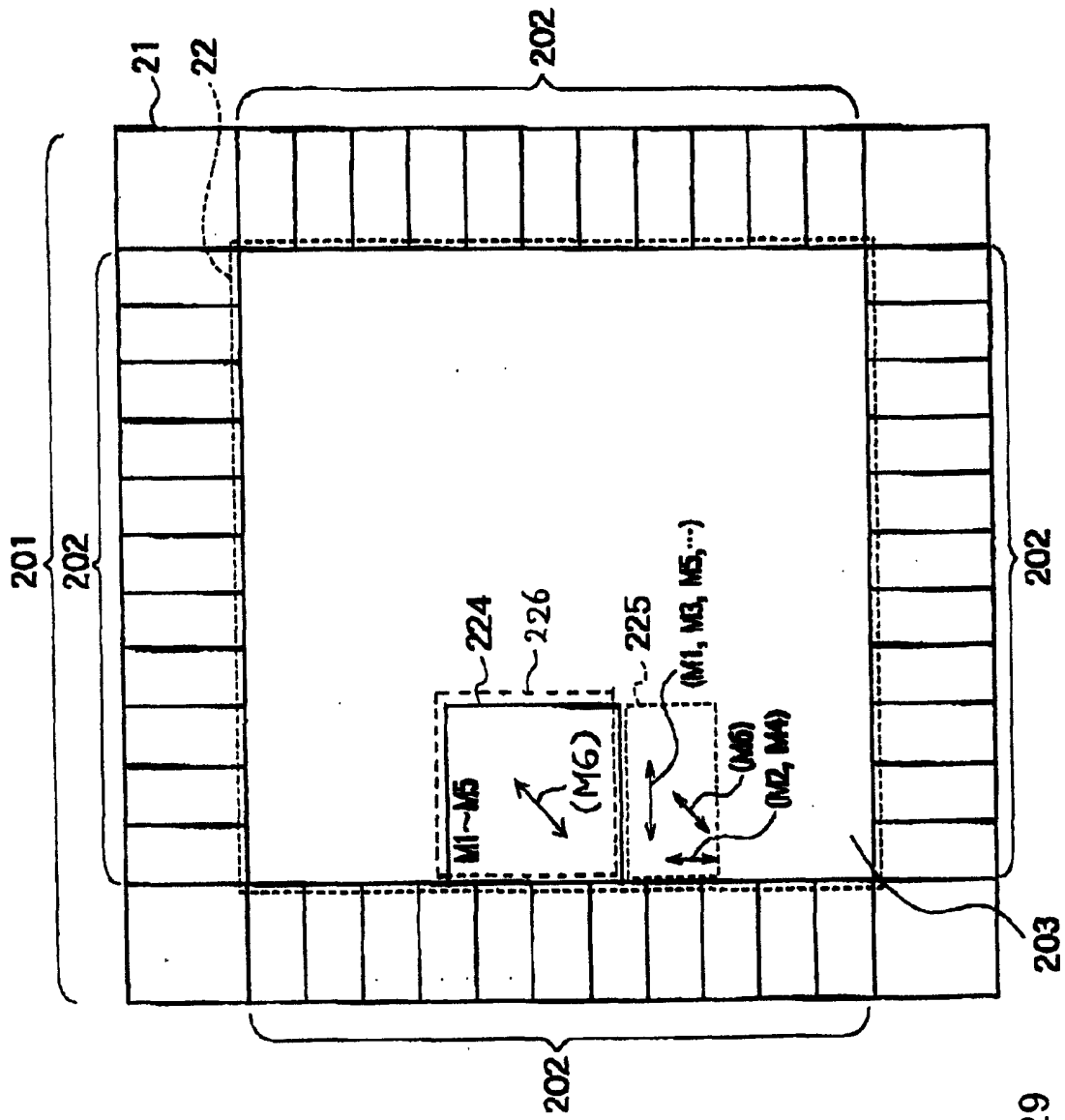


图 29