

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01N 21/88

G01T 7/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02154224.4

[43] 公开日 2003 年 9 月 24 日

[11] 公开号 CN 1444035A

[22] 申请日 2002.12.31 [21] 申请号 02154224.4

[30] 优先权

[32] 2001.12.31 [33] US [31] 60/343, 221

[71] 申请人 奥博泰克有限公司

地址 以色列亚夫内

[72] 发明人 德罗尔·艾格尔

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

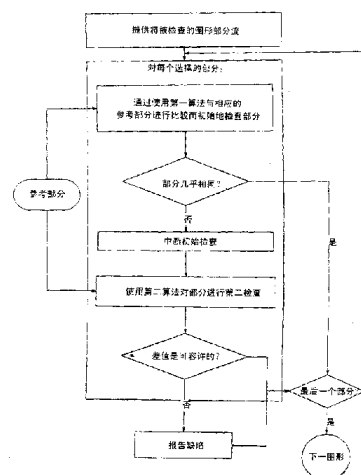
代理人 韩宏

权利要求书 7 页 说明书 21 页 附图 16 页

[54] 发明名称 检查图形的方法

[57] 摘要

一种用于检查电路图形的方法，包括对顺序获取的电路图形的图像执行初始检查以确定在电路图形中的潜在缺陷；一旦在初始检查过程中识别到电路图形中的潜在缺陷，就中断初始检查并对包括潜在缺陷的顺序获取图像部分执行二次评估；在完成第二检查后，恢复初始检查。



ISSN 1008-4274

1、一种用于检查电路图形的方法，包括：

对顺序获取的电路图形的图像的执行初始检查以确定在所述电路图形中的潜在缺陷；

在所述初始检查过程中在所述电路图形中刚一识别潜在的缺陷，就中断所述初始检查并对包括所述潜在缺陷的所述顺序获取图像部分执行二次评估；以及

在完成所述第二检查后，恢复所述初始检查。

2、如权利要求1所述的方法，其中所述顺序获取图像是通过连续扫描将被检查的电路图形来获取的。

3、如权利要求1所述的方法，其中所述顺序获取图像是通过顺序地使所述电路图形的二维区域成像来获取的。

4、如权利要求1所述的方法，其中所述执行初始检查包括以比获取所述顺序获取图像的速率快的检查速率检查所述顺序获取图像。

5、如权利要求1所述的方法，进一步包括在获取部分所述顺序获取的图像时对它们进行缓冲，同时执行所述二次评估。

6、如权利要求4所述的方法，进一步包括在获取部分所述顺序获取的图像时对它们进行缓冲，同时执行所述二次评估。

7、如权利要求6所述的方法，其中所述恢复所述初始检查包括以比所述检查速度快的速率检查缓冲部分，然后进一步以所述检查速率检查所述图像的另外的顺序获取部分。

8、如权利要求1所述的方法，其中所述对顺序获取图像的执行初始检查包括检查所述电路图形的轮廓表示。

9、如权利要求1所述的方法，其中执行二次评估包括不同于所述初始检查的算法组的算法组。

10、如权利要求1所述的方法，其中所述执行二次评估包括要求比所述初始检查更多的计算机资源的算法组。

11、一种用于检查电路图形的方法，包括：
在图像获取时间间隔期间获取电路图形的图像；
以比获取所述图像的速率更快的速率对所述图像执行初始检查；以及
响应所述初始检查，执行所述图像部分的另外的评估，其中用于执行所述初始检查和所述另外的评估的时间间隔基本上与所述图像获取时间间隔相同。

12、如权利要求11所述的用于检查电路的方法，其中所述初始检查以及所述另外的评估都是使用相同的计算机处理器来执行的。

13、如权利要求11所述的用于检查电路的方法，其中所述执行初始检查采用第一算法组，而所述执行另外的评估包括使用不同于所述第一算法组的第二算法组。

14、如权利要求13所述的用于检查电路的方法，其中所述第二算法组使用比所述第一算法组更多的计算机资源。

15、如权利要求13所述的用于检查电路的方法，其中所述第二算法组要求比所述第一算法组更长的时间间隔来检查所述图像的指定部分。

16、如权利要求12所述的用于检查电路的方法，其中响应在所述电路图形上识别到潜在缺陷，中断所述初始检查，以及在识别到所述潜在缺陷的图像部分处执行所述另外的评估。

17、如权利要求11所述的用于检查电路的方法，其中所述获取图像包括获取所述电路图形的轮廓表示。

18、一种用于检查电路图形的方法，包括：
获取将被检查的所述电路图形的图像；
通过大于第一差值阈值的差值来识别不同于相应参考部分的所述图像部分；
微配准所述部分；以及

评估微配准部分以确定在所述电路图形中的缺陷。

19、如权利要求18所述的方法，其中所述获取图像包括获取包括所述将被检查的电路的轮廓的轮廓表示。

20、如权利要求19所述的方法，其中所述识别包括抽取与相应参考的差值大于所述第一差值阈值值的轮廓片段。

21、如权利要求18所述的方法，其中所述微配准包括在迭代处理中将不同于相应参考部分的部分与所述相应参考部分对准。

22、如权利要求18所述的方法，其中所述微配准包括参照对准点的集合，将不同于所述参考部分的部分与所述相应参考部分对准。

23、如权利要求22所述的方法，其中所述对准点与表示是导体的轮廓边以及是衬底的所述轮廓边的矢量相关联。

24、如权利要求23所述的方法，其中采用所述矢量来确定所述图像中的相应位置。

25、如权利要求18所述的方法，其中所述识别部分采用第一算法组而所述评估采用第二算法组。

26、如权利要求25所述的方法，其中所述第二算法组要求比所述第一算法组更大的计算机资源。

27、如权利要求18所述的方法，其中参照第一阈值执行所述识别部分。

28、如权利要求27所述的方法，其中参照第二阈值或参照对部分进行微配准的距离执行所述评估。

29、一种用于检查电路的方法，包括：

形成将被检查的电路的轮廓表示；

在所述轮廓表示上初始检查多个位置以便在所述多个位置中定位具有第一缺陷可能性的第一多个位置；以及

在所述初始检查期间，一旦识别所述第一多个位置，就执行所述第一多个位置的第二阶段检查，以便确定所述第一多个位置的哪一个构成具有第二缺陷可能性的第二多个位置，所述第二缺陷可能性大于所述第一缺陷可能性。

30、一种用于图形检查的方法，包括步骤：

比较在将检查的图形中和一参考中的图形特性描述符并提供比较输出；

将比较的质量阈值应用到所述比较输出上以提供一阈值输出，该阈值

输出对满足所述比较高的质量阈值的图形部分以及不满足所述比较高的质量阈值的图形部分加以区分；以及

此后，进一步检查不满足所述比较高的质量阈值的图形部分。

31、一种用于检查图形的缺陷的方法，包括：

将第一多边形表示为将被检查的图形部分的至少两个预定特性；

将第二多边形表示为与所述将被检查的图形部分相对应的参考部分的至少两个预定特性；

通过将所述第一多边形与所述第二多边形进行比较，对将被检查的图形的所述部分做出缺陷确定。

32、如权利要求31所述的方法，其中所述预定特性包括与在将被检查的图形部分中或一参考部分中的位置的空间分布有关的统计动差。

33、一种用于图形检查的方法，包括通过以下步骤比较将被检查的图形和参考：

将待被检查的所述图形部分的空间特性的集合表示为第一多边形；

将与待被检查的所述图形相对应的一参考的部分的空间特性的集合表示为第二多边形；

比较所述第一多边形以及第二多边形以确定在所述图形中的缺陷。

34、如权利要求33所述的方法，其中所述第一多边形以及所述第二多边形表示所述空间特性的分布。

35、如权利要求34所述的方法，其中所述空间特性包括统计动差。

36、一种用于图形检查的方法，包括：

提供将检查的图形的一表示，基本上无需识别构成图形的功能结构；

将所述表示与一相应的参考进行比较并输出而且按大于预定可容许差值阈值值的差值抽取不同于所述参考的所述表示的部分；以及

对至少一些抽取部分进行局部处理以识别在所述图形中的缺陷。

37、如权利要求36所述的方法，其中所述提供所述表示包括提供在所述图形中的轮廓的表示。

38、一种用于图形检查的方法，包括步骤：

将在待被检查的图形中和一参考中的图形特性描述符进行比较并提供比较输出；

将相对高的质量阈值应用到所述比较输出以提供阈值输出，该阈值输出对满足所述相对高的质量阈值的图形部分与不满足所述相对高的质量阈值的图形部分加以区分；以及

进一步检查不满足所述相对高质量阈值的图形部分。

39、如权利要求38所述的用于图形检查的方法，其中至少一个所述描述符包括至少一部分图形的轮廓。

40、如权利要求38所述的用于图形检查的方法，其中至少一个所述描述符包括至少一部分图形的边缘。

41、如权利要求38所述的用于图形检查的方法，其中至少一个所述描述符包括至少一部分图形的颜色。

42、如权利要求38所述的用于图形检查的方法，其中至少一个所述描述符包括至少一部分图形的几何特性。

43、如权利要求42所述的用于图形检查的方法，其中所述图形包括形成于印刷电路板上的导电图形。

44、如权利要求38所述的用于图形检查的方法，其中满足所述相对高的质量阈值的图形部分的数量通常基本上超过不满足所述相对高的质量阈值的图形部分的数量。

45、如权利要求38所述的用于图形检查的方法，其中所述的比较所述将被检查的图形和参考并提供比较输出以及将相对比较高的质量阈值应用到所述比较输出以提供区分满足所述相对比较高的质量阈值的图形部分以及不满足所述相对比较高的质量阈值的图形部分的阈值输出，对每个被检查的图形部分，通常是使用比进一步检查的所述步骤更少的计算资源来执行。

46、如权利要求44所述的用于图形检查的方法，其中所述的步骤，即比较所述将被检查的图形和参考并提供比较输出以及将相对比较高的质量阈值应用到所述比较输出以提供区分满足所述相对比较高的质量阈值的图形部分以及不满足所述相对比较高的质量阈值的图形部分的阈值输出，对每个被检

查的图形部分，通常是使用比进一步检查的所述步骤更少的计算资源来执行。

47、如权利要求38所述的用于图形检查的方法，其中所述进一步检查采用至少一个第二阈值，该第二阈值没有所述相对高的质量阈值严格。

48、如权利要求38所述的用于图形检查的方法，其中所述比较步骤包括轮廓元素与轮廓元素的比较。

49、如权利要求38所述的用于图形检查的方法，其中所述比较步骤包括像素与像素的比较。

50、一种用于制造电路的方法，包括：

根据一图形，将电路的一部分沉积在衬底上；

对所述图形的顺序获取图像执行初始检查以确定在所述电路部分中的潜在缺陷；

一旦在所述初始检查过程中识别到所述图形中的潜在缺陷，就中断所述初始检查并对包括所述潜在缺陷的所述顺序获取图形的一部分执行二次评估；以及

在完成所述第二检查后，恢复所述初始检查。

51、一种用于制造电路的方法，包括：

根据一图形，将电路的一部分沉积在衬底上；

在图像获取时间间隔期间获取所述电路的图像；

以比获取所述图像的速率快的速率执行所述图像的初始检查；以及

响应所述初始检查，执行所述图像的另外的评估，其中用于执行所述初始检查和所述另外评估的时间间隔基本上与所述图像获取时间间隔相同。

52、一种用于制造电路的方法，包括：

根据一图形，将电路的一部分沉积在衬底上；

获取所述将被检查的电路的图像；

通过大于第一差值阈值的差值，识别不同于一相应参考部分的所述图像部分；

微配准所述部分；以及

评估一微配准部分以确定在电路图形中的缺陷。

53、一种用于制造电路的方法，包括：

根据一图形，将电路的一部分沉积在衬底上；

形成将被检查的电路的所述图形的轮廓表示；

对在所述轮廓表示上的多个位置进行初始地检查以便在所述多个位置中定位具有第一缺陷可能性的第一多个位置；

以及在初始检查期间，一旦识别到所述第一多个位置，就对所述第一多个位置执行第二阶段检查以便确定所述第一多个位置的哪一个构成具有第二缺陷可能性的第二多个位置，其中所述第二缺陷可能性比所述第一缺陷可能性大。

54、一种用于制造电路的方法，包括：

根据一图形，将电路的一部分沉积在衬底上；

提供将被检查的电路部分的一表示而基本上无需识别构成电路的功能结构；

将所述表示与一参考部分进行比较并按大于预定可容许差值阈值的差值抽取不同于所述参考的所述表示的部分；以及

对至少一些所抽取部分进行局部处理以识别在所述电路中的缺陷。

55、一种用于制造电路的方法，包括：

根据一图形，将电路的一部分沉积在衬底上；

比较将被检查的电路中和一参考中的图形特性描述符并提供比较输出；

将相对高的质量阈值应用到所述比较输出以提供阈值输出，该阈值输出区分满足所述相对比较高的质量阈值的图形部分与不满足所述相对比较高的质量阈值的图形部分；以及

进一步检查不满足所述相对高的质量阈值的图形部分。

检查图形的方法

相关申请的交叉引用

本申请要求于2001年12月31日申请的、U. S. 临时专利申请号60/343, 221的优先权，专利申请号为60/343, 221的专利申请的公开内容将作为参考全部结合于本申请之中。

技术领域

本发明涉及用于图形检查的方法和系统，该方法和系统在制造电路过程中在检查电路方面是特别有用的。

背景技术

电路, 诸如印刷电路板的制造通常包括一个或多个阶段，在这些阶段期间，将导体图形沉积在一个或多个衬底层上以形成印刷电路板。须使用，例如，由以色列的Orbotech Ltd. Of Yavne 可提供的V-300TM、Inspire 9060TM、SK-75TM或ICP 8060TM AOI系统对至少一些衬底层进行自动光学检查（AOI）。

在AOI中采用多种方法来光学地检查电路图形是否有缺陷。一些方法包括将待检查的电路的图像与参考图像进行逐位比较。另一些方法包括分析待检查的电路以识别形成电路的各种元件的类型和位置，以便确定是否所有的元件均存在并适当定位，并测量各种特性，如导体的宽度以及导体间的间隔，以及确定这些是否满足预定的设计规格。

发明内容

本发明试图提供图形检查系统和方法，该系统和方法使可在多种用途的硬件上操作的软件一般来说便于检查图形，特别是检查电路图形。

本发明的总的方面涉及图形检查系统，该系统是使用第一算法组通过将所选择的部分输入数据与参考进行比较然后快速过滤出与参考非常相似的部分输入数据来评估输入图像数据流。当系统遇到与参考不是非常相似的部分输入数据时，中断评估输入数据以便使用第二算法组进一步评估与参考不是非常相似的这部分输入数据。将连续要获取的输入图像数据流暂时存储在存储器中同时执行进一步评估。只要使用第二算法组刚一完成与参考不是非常相似的那部分的进一步评估，系统就返回使用第一算法组评估输入数据流，首先评估收集在存储器中的储备部分 (backlog of portion)，直到遇到另一与参考不是非常相似的输入数据部分为止。

根据本发明的实施例，第二算法组比第一算法组更资源密集。最好，第二算法组比第一算法组能更好地确定与参考不是非常相似的部分是否仍然足够相似以便不会将其视为有缺陷。

根据本发明的实施例，第一算法组采用全局配准程序 (global registration procedure) 以便将待检查的图形的图像与参考全局地配准，然后将第一组属性如图像中轮廓的外形和位置，与参考中相应的属性进行比较。接着，第二算法组微配准 (micro-register) 与参考不是非常相似的输入数据的每个部分以便与参考中的相应部分精确配准。紧接着微配准，系统再次将在该部分中的第一组属性与参考中的相应属性进行比较。

可选择地，根据本发明的实施例，第一算法组评估第一组属性或特性，如轮廓的位置，而第二算法组评估较大的和 / 或较多的第二组属性或特性，第二组要求比第一组更大的计算资源，如表示轮廓的一个或多个统计动差 (moment)。

本发明的另一总的方面涉及用于将待检查的图形的图像与参考进行比较的系统，其中待检查的图形的图像应当与参考相似并且图像与参考间的某些不相似表示图形中的缺陷都是公知的。将图像部分的通常连续流提供给处理器。不再进一步考虑基于第一特性的比较所发现的与参考图像非常相似，即满足或超过高质量阈值的图像部分。但是，之后使用不同的评估方法，进一步评估不能满足高质量阈值的正被检查的图形的图像部分。这种不同的评估

方法可增加图像与参考间的精度调整的步骤，或可以考虑出现在正被评估的部分中的另外的和 / 或不同的特性。

根据本发明的一些实施例，在发现不满足高质量阈值的图像部分后以及使用高质量阈值将图像的所有部分与参考比较并评估前，通常迅速执行进一步评估。另外，根据本发明的一些实施例，通过同样的处理器执行进一步评估，该处理器被用来将图像与参考进行比较并使用高质量阈值评估比较过的部分。

本发明的另外的总的方面涉及采用上述系统对电路进行检查的方法，以及用于制造电路的方法，该制造电路的方法包括根据预定图形在电路衬底上形成导电构件，使用在此描述的系统和方法光学地检查图形，然后废弃或修理 (fix) 发现有缺陷的衬底。

附图说明

从下述结合附图的详细说明将更全面地理解和认识本发明。

图1是描述根据本发明的实施例构造和操作的图形检查系统的简化图；

图2是根据本发明的实施例，图1的系统的功能性的简化流程图；

图3是根据本发明的实施例，图1的初始检查功能性的流程图；

图4A-4F是描述根据本发明的实施例，在图3的检查功能性中的步骤的结果的简化图；

图5是在本发明的实施例中采用的用于微配准所获得的图像部分与相应的参考部分的过程的简化流程图；

图6A和6B是描述选择的图5的过程的微配准过程方面的示意图；

图7是用于根据本发明的实施例对可疑缺陷进行评估的过程的简化流程图；

图8A-10B是描述根据本发明的实施例的应用于非常不同片段对的评估过程的简化图；

图11是用于执行图7的过程中的评估步骤的优选方法的简化流程图；

图12A和12B是描述根据本发明的实施例的轮廓和参考片段以及抽象表示

的简化图;

图13是描述图12A和12B的抽象表示的图像配准的简化图;

图14A-14E是描述根据本发明的实施例的片段的抽象表示的计算的简化图;

图15A是描述电路图形部分的数字图像的简化图;

图15B是图15A的数字图像的像素轮廓表示; 以及

图16是描述由于子像素分辨率轮廓元素所定义的图形的数字图像的简化图。

具体实施方式

现在参考图1和图2, 图1和图2描述根据本发明的优选实施例构造和排列的图形检查系统10的结构和操作。系统10包括检测器装置12, 它最好是扫描仪的一部分并用来连续地获取正被检查的图形16的图像部分14的序列。图形16包括, 如在制造中电路衬底22的表面20上形成的导电部件18的图形。检测器装置12可象行扫描仪那样操作来逐行地顺序获取图像部分14, 或可选地象区域成像机(area imager)那样操作来顺序获取图像部分, 每个图像部分与图形16的二维区域对应。

如在此所使用的, 术语“电路”表示任何适当的电路, 包括但不限于, 印刷电路板、显示屏、集成电路、多芯片模块、球栅阵列衬底、连接在印刷电路板和电子部件之间的互联器件或任何其他全部或部分形成的电的或电子电路。明显地, 虽然下述发明在下文中是在印刷电路板的情形中描述的, 但是本发明适用于任何合适的电路、对象或图形的检查或检测。

由检测器12将图像部分14的序列提供给图像处理单元26, 图像处理单元26最好包括图像部分比较功能性以及缺陷判定功能性。图像处理单元26也接收可能从常规的CAM设备(未示出)的输出而得到的参考图像部分24。图像处理单元26最好是现货供应的处理器, 如可从Sun Microsystem商业获得的SPARC(R)处理器。现在将描述图像处理单元26的功能性。

本发明的一个特征是图像部分比较功能性用来初始地检查图形16上的多

个位置，以便在多个位置中定位具有第一缺陷可能性的第一多个位置。这种初始的检查，例如，通过第一算法组，在沿表示图形的不同区域间的过渡如导体和衬底部分间的过渡的轮廓的多个位置上来进行。发明人已经发现在电路的检查中，电路图像的轮廓表示尤其适于缺陷检查，因为它们包含足够的信息以表示详细说明电路的几何形状和元件位置。该信息具有一种容易处理的形式而且实质上比包含在相应完整的位图图像中的信息更紧密。

明显地，典型地，一个给定电路板的检查图像可能包括多个图像部分14，如图1所示。明显地，典型地，多个位置包括在每个图像部分14中的许多位置。另外，明显地，本发明最好用来检查多个电路图形16。在图1所示的实施例中，多个位置的每一个与单一图像部分14相对应，尽管显然这不一定是这种情形。

根据本发明的实施例，合适的第一算法或第一算法组包括比较算法，该比较算法用来将图像部分14与相应的参考图像部分24进行比较并从进一步的考虑中删除按如通过高质量阈值测量的至少几乎相同的那些图像部分14以及相应的参考图像部分24。这些至少几乎相同的图像和参考部分14和24分别在重叠图中被图示并用参考数字30表示。

如图1所示，图像部分14最好与导电构件18和衬底22的表面20间的过渡位置相对应的轮廓一一对应。可以看出几个图像部分14和它们相应的参考图像部分24并不是至少几乎相同。每个这样的图像部分14显示至少一部分轮廓，该部分轮廓不同于，即通常不与相应参考图像部分24中的轮廓的相应部分重叠。在图1中，三对这样的不相同的相应图像部分和参考部分用覆盖图图示出来并分别用参考数字32、34和36表示。显然，尽管在检查表示图形的轮廓表示的优选情况下描述系统10，但是其他任何的适当的图形表示，如位图，也可以被采用。在本发明的优选实施例中采用轮廓表示，是因为轮廓构成图形16的适当的描述符，该描述符便于确定诸如电路中常见的刻痕、突起、断开和短路之类的缺陷的存在。

本发明的一个特定特征是当执行将图像部分14与相应的参考部分24进行初始的比较的步骤时，刚一识别出并不是至少几乎相同的图像和参考部分对，

如对32，就中断初始比较并在其上执行用参考数字40表示的第二阶段评估。评估40的目的是确定第一多个位置中的哪一个构成具有比第一缺陷可能性大的第二缺陷可能性的第二较小的多个位置。很显然，实际上，第二多个位置可包括具有第二缺陷可能性的零、一或更多个位置。评估40最好利用不同于第一算法组的第二算法组，并且通常比第一算法组更精确和 / 或更强得多，以便它能确定在第一多个位置中的哪个位置更可能真正与缺陷对应。通常，第二算法组要求比第一算法组更多的计算机资源和 / 或更多的时间消耗。明显地，虽然仅两种算法的使用被示于图1中，但是，附加的处理阶段可以被使用，其中每个处理阶段使用连续地更精确和 / 或更强的算法和 / 或更资源密集的算法。

特别关注的是图像部分14的序列的获取的定时、与相应参考部分24的初始比较以及第二阶段评估40。可以看出最好每个图像部分的初始比较花费的时间比获取所花费的时间少，如由参考数字42指定的时间间隔表示的。也可以看出刚一启动第二阶段评估40，就暂时中断图像部分14的初始比较而获取以与以前相同的速度继续进行。由于消除了时间间隔42，通常用箭头44表示，所以刚一完成第二阶段评估，获取的图像部分14的累积储备就以与以前相同速度但更快的速率经受初始比较。一旦消除储备，初始比较的速率恢复原始速率，包括时间间隔42。显然，上述定时可同样地应用于任何其他合适的实施例，其中可能与特定区域、图像部分相对应或与电路板相对应的多个电路图形经过初始比较并作为适当的第二阶段评估。

因此，如图1所看到的，以及从图2进一步所能理解的，表示多个位置的图像部分14可被连续获取并可能以流的方式提供给图像处理单元26。第一算法组最好用来快速地删除与相应的参考图像部分24非常类似的图像部分14。只有当遇到不相同的相应图像和参考部分对，如对32、34和36时，图像部分比较电路才采用第二算法组来在定位区域上执行进一步的评估40，在该定位区域，相应图像和参考部分不是几乎相同的。虽然为了执行第二算法组，处理单元26的操作由于将所获取的图像部分14与参考图像部分24进行比较而被中断，但是图像部分14流继续由检测器12获取并存储在如缓冲器（未示出）

中，从而形成将要进行初始比较的图像部分的临时储备44。

根据本发明的实施例，通过与在评估40中采用的算法相比相对快的第一算法组，很容易执行上述检查序列。不管其速度，第一算法组在从进一步评估中过滤出图形16的大量非缺陷部分方面是 very 有效的。在如上所示的例子中，图形16的非缺陷部分是那些不仅相似而且位于与相应参考中的图形部分几乎相同的位置的部分。因此，在如上所述的例子中，第一算法组在图形16上以比获取图形图像的速率更快的速率或至少相同的数量级的速率操作。而且，根据本发明的实施例，基于能快速应用于确定相似性是否满足或超过很高质量阈值的第一简化的标准组，第一算法组用来比较图形16与参考的相似性。这确保识别出所有或几乎所有的真正的缺陷。然而，第一算法的可能缺点是它很可能产生相对大量的错误肯定缺陷 (false positive defects)。即它将相当大量的图像部分错误地表示为可能有缺陷，当进一步评估时，可能发现这些相当大量的图像部分没有缺陷，尽管事实上当与相应的参考比较时，它们显示出一些不相似之处。

根据本发明，在评估40中采用的第二算法组通常要求比用来将图像部分14与相应参考部分24比较的第一算法组更多的时间和 / 或处理资源。根据本发明的一些实施例，在评估40中采用的第二算法组仅以非常精确的方式将图像部分14与相应的参考部分24配准，然后再次比较相应部分以确定它们是否是可接受的相似。

根据本发明的实施例，仅在使用第一算法组处理整个图像部分14和相应的参考图像部分24后执行评估40。然而，注意的是，为执行评估40中断使用第一算法组进行初始检查可能以各种其他的顺序发生。例如，刚一在图像部分14中找到与参考部分24不相似的任何位置，如所看到的用参考数字48表示的任何位置，就可立即中断第一算法组的操作。然后，在位置48，在环绕图像部分14和参考部分24的相应但不相似的部分的附近的图形部分被隔离并以精确的方式配准，然后使用第二算法组进行比较以便确定它们是可接受的相似还是不可接受的不相似。

根据本发明的其他实施例，为了确定用第一算法组发现的图形16中的定

位区域是有缺陷还是没有缺陷，第二算法组最好采用附加到由第一算法采用的标准上的检查标准或采用不同于在第一算法中采用的标准的标准。尽管通过在第一算法中使用快速应用简化标准，可能认为定位区域可能有缺陷，但是在第二算法中用附加的和 / 或不同的标准的进一步分析可能表示评估的定位区域仍然没有缺陷。

根据本发明的优选实施例，可在相同的处理器上执行初始比较，如采用第一算法的比较，以及第二阶段评估40，最好是以隔行扫描的方式执行。虽然图1所示的处理按照先入先出运行，由此通过第一算法评估每个图像部分14，然后，如果必要的话，在进行下一图像部分14的初始比较前，在评估40中用第二算法组评估整个不相似的图像部分，但是可以对上述方法进行某些变动。

因此，在本发明的任一实施例中，图像流可被获取然后以先入先出方式被存储。一旦收集到一个或多个完整的图像部分，则用第一算法组处理完整的图像部分。在操作的可选模式中，无论何时遇到评估40中的任一不相似位置48，立即中断使用第一算法组的处理以便评估在评估40中的任一不相似位置48。在操作的另一可选模式中，仅处理评估40中的不相似位置48，然而在使用第一算法组处理图像部分14期间遇到的所有位置48被存储。然后在处理下一图像部分14前在评估40中处理所有被存储的位置48。

值得注意的是，本发明的一个特征在于在同样的处理器中，最好在相邻时隙使用至少两个不同算法，如第一算法组和第二算法组，每个算法组具有不同的资源和 / 或时间要求。本发明的另外一些特征在于使用至少两种不同的算法来以隔行扫描的方式处理图像，以及一个算法不如另一算法计算资源密集。更少的资源密集算法识别将由更多资源密集算法进一步处理的图像部分。当正在使用更多资源密集算法时，中断较少资源密集算法的操作并建立用于由较少资源密集算法处理的图像部分的储备。通过第一算法使该时间多路复用成为可能，第一算法能以比获取将被检查的图形的图像的更快速率被操作。

而且，如上所述，通过隔行扫描初始比较以及后来的第二阶段评估，用

于将相应图像与参考部分进行初始比较的阶段累计经过的时间连同用于接着执行各种第二阶段评估处理的累计经过的时间之和不能显著地超过用于获取被检查的图像所要求的总时间。因此，在电路检查的情况下，如上所述，在要求扫描正被检查的整个电路的大致相同的时间周期内，可采用相同的处理器，使用至少两种不同的算法分析图像以便确定电路中存在的缺陷。

现在参考图3，图3是根据本发明的实施例的图1的初始检查功能性的流程图，以及参考图4A-4F，它们是根据本发明的优选实施例，描述图3中的步骤结果的简化图。

初始检查功能性从获取将被检查的图形部分的图像开始（步骤50），例如电路图形。图像可以是将被检查的整个图形或其一部分。图4A显示部分电路的图像部分52。图像部分52是图1中位置5C处图像部分14的放大。图像部分52显示相对于部分表面20的背景的导体部件18的图像，表面20用表面图像56表示，导体部件18用导体图像54表示。

本发明的实施例的一个特征是采用一个将被检查的图形表示以便检查图形，该图形包含描述图像特性，最好是以压缩形式描述图像特性的信息。发明人已经发现轮廓是将被检查的电路的适合的特性描述符，以及在电路的光检查的情况下，轮廓包含用于光检查电路缺陷所必要的信息。在电路图像中的轮廓表示代表导体，如图1中导体18，的图像部分和代表表面，如表面20，的图形部分之间的过渡的位置。

在步骤60，从将被检查的图像部分抽取图形特性描述符以形成适合于计算机自动检查的图形表示。图4B表示在图像部分52的轮廓表示64中适合的图形特性描述符的轮廓62。如从图4B所看到的，将轮廓62描述成限定导体图像54的边缘的有限行。明显地，在一个图像中，如在一个数字图像中，轮廓可能是表示导体图像54的边缘的像素集合。另外，轮廓62也可能是导体图像54的边缘的子像素大小线性表示，如公知的CEL或轮廓元素，或图形的不同部分之间，如电路16中的导体18和表面20之间的过渡的任何其他适当的表示。

在步骤70，与特性描述符相应的一参考被抽取。同对图形的缺陷的检查相比，该参考是用已知没有缺陷的图形中的特性描述符的来构造的。图4C图

示出在参考轮廓部分74中的一组参考轮廓72。参考轮廓部分72包含在无缺陷电路的图像部分52的轮廓表示64中所期望的轮廓。

在本发明的优选实施例中，图像部分52被获取并通常在图像获取的同时以联机方式进行处理。当将被检查的电路图像正被获取时，它被保持与相应参考动态配准的状态，这是用如在美国专利5,495,535描述的方法，美国专利5,495,535的公开内容在此作为参考而被结合。根据本发明的实施例，在脱机处理中准备参考部分74，如通过从已知没有缺陷的电路图像或从用于将被检查的电路的制造中的CAM图像抽取参考轮廓。保持轮廓表示64和参考轮廓表示74之间的对准以便确保为将要被处理来检测缺陷的每个轮廓表示选择合适的相应的参考。

在步骤80，将被检查的图形的相应图形描述符和参考图形彼此重叠以便于两个表示之间的比较和差值识别。图4D图示出轮廓表示64（实线）和参考轮廓部分74（虚线）之间的重叠从而形成重叠图像84。根据本发明的实施例，步骤80包括微配准轮廓表示64和参考轮廓部分74的中间步骤以确保两个参考间的精确对准。下面参考图5-6B详细描述微配准过程。

在步骤90，使用很高的相似度度量评估将被检查的图形的重叠的特性描述符和相应的参考间的差值。认为与在参考中的相应描述符很相似的那些特性描述符部分表示没有缺陷图形部分，并不再做进一步评估。

图4E图示出根据本发明的优选实施例，在具有相似度阈值91的重叠表示中轮廓62和参考轮廓72之间的差值的这类评估。在相似度阈值91的重叠表示中，用质量阈值指示符（indicator）92（虚线）表示很高的相似度度量。根据本发明的优选实施例，相似度的评估是基于重叠图像84中相应轮廓62和参考轮廓72的空间位置。因此质量阈值指示符92表示用于区分与参考轮廓72十分相似的轮廓片段从而不再做进一步考虑的轮廓62片段和与参考轮廓不同从而视为要求进一步评估的有可疑缺陷的轮廓62片段间的阈值。将在表示91中处于参考轮廓72和阈值指示符92间的所有轮廓62片段视为与参考轮廓72的相应片段相似而且不需要进一步评估。将位于由环绕参考片段72的阈值指示符92所包围的区域之外的轮廓片段62视为与参考轮廓72的相应片段不相似，从

而表示有可疑缺陷，需要第二次评估。

可调整质量阈值指示符92与参考轮廓72间的距离，例如，通过设定检查敏感参数，以便为在初始检查阶段中找出可疑缺陷提供更大或更小的敏感度。在本发明的优选实施例中，希望设定非常接近片段72的阈值96和98。使阈值92与参考轮廓72的距离更小则增加了在检测可疑缺陷时的灵敏度。结果，导致相当高比率的检测误报缺陷以及相当低比率的错过的实际缺陷。在二次评估阶段40中，接着进一步评估可疑缺陷（图1B）。阈值92与参考轮廓72的适当的距离的选择是一种设计考虑，该设计考虑是，如作为想要的检测灵敏度以及二次评估阶段40的能力的函数来实现的以便处理和评估更小或更大的可疑缺陷的数量。

用参考数字93、94、96、98和99表示的轮廓62的四个片段示于图4E中，分别显示与相应参考轮廓72的可视的可辨别的差值。可容许的不同片段93与在参考轮廓72中的相应片段不同，然而，它完全位于由一对阈值92所包围的区域内。十分不同的片段94、96和98，每个至少部分伸出由各自阈值92所包围的区域。

在步骤100，其与相应参考轮廓72的差值大于可容许差值的度量的描述符片段被抽取，然后提供给二次评估40（图1B）。与参考相同或是由非常高的相似度度量所定义的可容许的不同，如在片段93，的所有指示符片段不再做进一步评估。显然，用于二次评估的所抽取的指示符片段需要足够的尺度以便在二次评估处理中能被适当地评估。

图4F图示出根据本发明的实施例，在步骤100中抽取的轮廓62与其相应的参考轮廓72的极其不同的的片段104、106和108对。其他片段，包括可容许的不同的片段93均被抛开并不再做进一步处理。注意，每对104和106并不是包括实际上仅在阈值92之外的轮廓62的部分。相反，104和106对包括至少部分位于阈值92和参考轮廓72间的区域之外的轮廓62的部分。此外，104和106对在任一侧以一部分轮廓62为界直到其与参考轮廓72交叉的位置。显然，用于选择片段来抽取的其他适当的方法也可被采用。例如，正如参照极其不同片段108所看到的，将被抽取的适当片段可被选择作为一随机距离的

函数，该随机距离形成伸出阈值92和参考轮廓72间的区域之外的片段62的任一部分的边界。

用于第二检查的适当图像部分的上述类型的选择决不是旨在进行限定，而且可以为第二检查提供图像部分或片段的其他任何适当的选择。因此，作为另外的例子，无论何时遇到极其不同的片段，包围两个相邻轮廓片段的表示被选择并提供给二次评估，其中每个相邻轮廓片段与导体的相对边缘一致。这是很有用的，如在确定在电路的导体18中极其不同片段是否产生缺陷，如短路、开路或不可接受的宽度限制。如另一个例子，在图1中，能够看到，无论何时，在图像部分14中的任何部分由于大于预定阈值而不同于相应的参考图像部分时，将二维图像部分提供给评估40。注意，这不必是这种情况，因为如参考图4A-4F所看到的，仅极其不同的片段可被提供给评估40。

现在参考图5，图5是在本发明的实施例中采用的用于将获取的图像部分与相应参考部分进行微配准的过程的简化流程图，以及图6A-6B是描述图5的微配准过程的几个方面的示意图。微配准最好处理迭代过程，从步骤110开始，其中将被检查的图像部分与参考部分重叠对准。使用如全局对准算法或如在美国专利5,495,535中描述的任何其他适当的对准过程可达到被检查的图像部分与参考的一般对准，美国专利5,495,535的公开内容作为参考在此被结合。为了微配准的目的，参考部分包含一组对准点112，如随机地或根据一套预定规则而对准的点，这些对准点被用来精确地使参考部分与将被检查的图像部分对准。

图6A显示了几个对准点，通常在参考部分114中用参考数字112表示。每个对准点112具有与此相关的箭头或矢量116。箭头116表示在那个位置的梯度的方向，如表示在电路中从衬底向导体过渡的方向的灰度级梯度。采用用箭头116表示的梯度的各个方向被用来在将被检查的图像部分中为每个对准点112找出匹配点。注意，为了简化图示说明的目的，所示的对准点112是相当放大的。然而，最好对准点被做成尽可能小。图6B表示在全局对准后但微对准前，参考114和将被检查的图像部分117的一般对准重叠。如图6B所示之后，在图5中图示出的过程更精确地使参考部分114和将被检查的点117对准。

在图6A所示的例子中，所有的对准点112均位于轮廓118上。然而，可以任何适当的方式将对准点分布在参考中，为此，可找出在将被检查的图像中的相应点。在本发明的各种实施例中，对准点112是在中被选择和指定的，在脱线处理期间，准备参考114。希望选择对准点以便对准点组具有通常一致的梯度方向分布，如从沿圆周的梯度中将要发现的。显然，所选择的对准点的数量是确定的系统参数，如按经验确定的。更大的对准点的数量能够提高对准的精度，然而，要求更大的计算资源量来处理与相对少量的对准点相比相对大量的对准点。

在步骤120中，参考114，对至少一些对准点112，在将被检查的图像部分中找出在图6B中用参考数字122所表示的匹配位置。根据本发明的实施例，通过从在与每个对准点相关的箭头116的方向中的每个对准点112抽取半直线124。因此，用于对准点的匹配位置是位于将被检查的图像部分中半直线124和轮廓126的交叉处的那个位置。

典型地，并非所有匹配位置适用于微配准处理中。因此，根据本发明的实施例，在步骤130中，选择匹配得好的对准点112和匹配位置122对的子集。匹配得好是适用于微配准过程中的对准点和匹配位置对，这可由任何适当的参数确定。为简化图示说明，在图6B中仅仅匹配得好的位置可被看到，在图6B中所看到的例子中，所采用的参数是距对准点112的预定距离，表示为周界126。没有位于周界126内的匹配位置主要涉及与参考轮廓118不对应的被检查的图像部分117中的轮廓，其中对准点112位于沿参考轮廓118上。显然，其他适当的参数，如包括方向、图像中的位置或几个特征的加权的参数可用来确定对准点和匹配位置间的适当匹配。

在本发明的优选实施例中，对准过程在几个迭代中被实现或通过适当的数字分析，或者直到获得最接近的可能的对准或直到获得所想要的精确度。在步骤140中，距离，即在具有很好匹配的子集中对准点与其匹配位置间的距离被总计、记录并与在前计算的在很好的对准点112及其匹配位置122对中的距离比较。如果从第一迭代中获得的距离或如果对准点和匹配位置对中的距离小于在前迭代中计算的距离，那么微配准处理进入步骤150，在步骤150

中，从匹配得好的对中计算最佳的变换参数。然而，如果对准点112和匹配位置122间的距离之和大于在前迭代中计算出的距离，或如果它满足一些其他参数，如预定的可接受精确度，那么处理在出口160退出。

在步骤150中计算用于一个或多个缩放的变换参数，X方向平移、Y方向平移、旋转，或任何其他适当的参数或参数组。根据本发明的优选实施例，计算变换以使对于每个所需的参数，对准点和匹配位置的匹配对间的最小平方距离最小化。

在步骤170中，将变换参数应用于将被检查的图像部分117，根据在步骤150中计算的变换参数，放大（缩小）、旋转和平移将被检查的图像部分117。在步骤170中，在应用变换参数后，为进一步迭代，微配准过程返回步骤120直到获得参考和将被检查的图像的适当的对准，如图4D中所看到的。显然，在微配准处理的每次迭代中，识别和选择新的相应位置和良好匹配组。

现在参考图7，图7是根据本发明的实施例，用于执行可疑缺陷评估的过程200的简化流程图。最好在图1B所示的本发明的优选实施例的第二阶段评估40中采用过程200。在步骤210中，接收正被检查的图像部分中有可疑缺陷的图形特性描述符用于和相应参考一起处理。在图4F中看到有可疑缺陷的图形特性描述符和相应参考对的例子，图4F图示出轮廓62与相应参考轮廓72的极其不同的片段104、106和108对。

根据本发明的优选实施例，在步骤220中，将有可疑缺陷的图形特性描述符与相应参考进行局部微配准。步骤220的局部微配准过程与参考图5-6B所描述的微配准过程相似，然而，二者的区别在于步骤220的局部微配准过程仅在可疑缺陷的图形特性描述符及其相应的参考上而不是在整个图像部分上执行。微配准可以使用在图5的过程中所用的相同的对准点。可选地，提供一组新的对准点，如在该参考中平均分配的对准点。

在用于可疑缺陷的图形特性描述符与相应参考进行微配准之后，在步骤230中，相对于预定相似度的度量，评估图形特性描述符和参考间的差值。在本发明的一些实施例中，图形特性描述符是在将被检查的图像部分中的轮廓，以及相似度的度量是在与可疑缺陷有关的轮廓片段与相应参考部分间的

几何距离。相似度的度量可能与在步骤90（图3）中采用的相似度量相同并用质量阈值指示符92（图4E）表示。可选地，可采用更大或更小的相似度量或根据预定逻辑可以采用几个相似度量。

最后，在步骤240中，将其图形特性描述符显示出与大于预定相似度度量的相应的参考值的差值的那些可疑缺陷报告成真正的缺陷。真正的缺陷可能包括在缺陷报告中。可选地，可进一步处理真正缺陷以对缺陷进行分类或在脱机的状态下识别真正缺陷的子集或进行在后处理。另外或可选地，可能将第二阶段评估用作第二阶段过滤器，而将形成除评估40外的进一步评估级的第三算法组仅应用于被指定作为真正缺陷的那些图形特性描述符以识别真正缺陷的子集。

现在参考图8A—10B，图8A—10B是根据本发明的优选实施例，描述应用于每个极其不同片段104、106和108（图4F）对的评估过程200。

在图8A中，示出了第二极其不同片段104对以及用在图3的过程中的高质量阈值指示符92，其中第二极其不同片段104对包括将被评估的片段262和参考片段264。值得注意的是，片段262部分伸出由指示符92包围的区域，因此是有可疑缺陷。在步骤220中，对片段262和参考264进行局部微配准。如图8B所示，局部微配准的结果，其中片段262相对于参考264平移和旋转。图8B示出了在步骤230中采用的可容许的距离指示符266来评估片段262是否与参考264十分相似以便满足预定的相似度量。值得注意的是，在单元268处，局部微配准片段262部分地伸出由可容许的距离指示符266所界定的区域。因为片段262部分地伸出由容许的距离指示符266所界定的区域，在步骤230中，将其评估为不能满足预定的相似度量，因此，在步骤240（图5），将片段262报告成是真正的缺陷。

在图9A中，示出了第一极其不同片段106对以及用在图3的过程中的高质量阈值指示符92，其中第一极其不同片段106对包括将被评估的片段252和参考片段254。值得注意的是，片段252部分地伸出由指示符92所界定的区域之外，从而是可疑缺陷。在步骤220中，对片段252和参考254进行局部微配准。在图9B中示出了局部微配准的结果，其中片段252相对于参考254平移和旋

转。图9B还示出了在步骤230中使用的可容许距离指示符256以评估片段252是否与参考254十分相似以便满足预定的相似度量。注意，与指示符92相比，可容许距离指示符256所处的位置离参考片段254更远，这表示在局部微配准后，片段252与其相应的参考片段254间更大的差值是容许的而不会将片段252视为真正缺陷的表示。在局部微配准后，在位置258处，片段252仍然部分地伸出由高质量阈值指示符92所界定的区域。还应注意，片段252全部位于由可容许距离指示符256所界定的区域内。因为片段252全部位于由可容许距离指示符256所界定的区域内，在步骤230，将其评估成满足预定相似度量，因此，在步骤240，不将片段252报告成是真正缺陷。

在图10A中，示出了第一极其不同片段108对以及用在图3的过程中的高质量阈值指示符92，其中第一极其不同片段108对包括将被评估的片段272和参考片段274。值得注意的是，片段272尽管在形状上与参考274相似，但片段272与参考274是分开的，根据本发明的实施例，测量之一是距离，通过该测量，评估将被评估的片段与一参考的相似度，在微配准过程中，按距离平移将被评估的片段。

因为片段272至少部分位于由指示符92所界定的区域之外，因此它是可疑缺陷。在步骤220中，对片段272和参考274进行局部微配准。在图10B中示出了局部微配准的结果，其中相对于参考274横向平移片段272。图10B还示出了高质量阈值指示符92内。看得出由于片段272全部位于指示符92中，它与参考274在形状上非常相似，然而它已经被平移了由箭头276表示的距离。根据本发明的实施例，如果平移的距离超过预定的、通常用参数表示的值，那么该片段被认为是真正缺陷，尽管它可能在形状上与参考几乎相同。这种平移表示，如由片段表示的导体，尽管适当形成，但不处于期望它在正被检查的电路图形中所位于的位置上。值得注意的是，这种阈值可另外或可选地应用到微配准变换的其他方面，如旋转或缩放。

现在参考图11，图11是用于执行在图7的过程中的评估步骤的最佳评估方法300的简化流程图。从步骤310开始，在步骤310中，接收将被评估的片段和在微配准对准中的一参考片段，以及表示用于一个或多个下述变换的数

据：X平移、Y平移，旋转缩放或任何其他想要的的数据。在本发明的实施例中，在步骤320中，评估变换数据以确定变换是否超过如与平移、旋转或缩放有关的一个或多个阈值。评估可能基于加权值，如具有指定给平移的相对加权比指定给旋转或缩放的更大或更小。另外或可选地，这种评估可包括几个变换参数之和。如果变换评估的结果超过阈值，那么报告是真正缺陷。如果认为变换是可接受的，那么在步骤330，进一步评估片段以便确定它是否整个位于距参考可容许的距离内，如用可容许距离指示符256（图8）和276（图9）表示。如果片段部分位于距参考可容许距离之外，报告是真正缺陷。然而，如果片段整个位于可容许的距离之内，那么认为它与参考是可接受的相似。对它不再做进一步评估并且在正被检查的图形图像的其他部分上执行其他检查步骤。

值得注意的是，在每个步骤320和330中的各个评估可能以相反顺序进行。而且，值得注意的是，在电路检查的情况下，每个步骤320和330对于分析不同类型的缺陷很有效。因此，如，在步骤320，评估在检测缺陷方面很有效，其中存在特征如在电路中的焊盘和导体端，并且这些特征以适当的几何形状形成，然而它们被放在不正确的位置。它在评估形成的导体的宽度是否太宽或太窄方面也很有效。特征的实际位置可以非常接近或远离由检查参数所表示的绝对位置。导体的实际宽度非常接近或远离在检查参数中所表示的想要的宽度。这种不正确的位置或宽度可以是如由于在图形曝光或侵蚀过程中偏移或其他因素的导致的。

另一方面，在步骤330中的评估在检测缺陷方面很有效，其中特征如焊盘、导体和导体端通常位于想要的位置上，然而，它们的几何形状形成得不正确。不正确的几何形状的例子包括沿通常应当是用平滑边缘所形成的导体的长度的刻痕和突起。

根据本发明的另一实施例，评估（图1B）采用不同的过程来分析和评估极其不相似的片段。极其不相似的轮廓片段抽象地表示为如多边形，而且将该抽象表示与相应参考的抽象表示比较以检测实际缺陷。抽象表示轮廓片段的一种方法是作为一个多边形，其中该多边形的形状是从轮廓片段的各种特

征和特性中导出的。适当的特征和特性是，如使检查系统能区分好的和坏的轮廓片段的那些特征和特性。

根据本发明的实施例，在电路检查中检测有缺陷轮廓片段方面很有用的一套特征和特性是表示沿将被检查的轮廓的点的平面分布的统计动差的集合。适当的动差包括，如与沿轮廓的点的引力中心和轮廓的旋转角度相对应的XY坐标、沿旋转角度方向中第一轴的点的分布以及沿垂直于第一轴的第二轴的点的分布相对应的那些动差。为了概念化起见，轮廓的这些特性可用图表示为具有长方形的形式的多边形。因此，根据本发明的实施例，通过将这种多边形与表示参考片段的多边形进行比较实现片段的评估。

值得注意的是通过用描述为多边形的方式抽象地表示轮廓片段，该多边形表示形成轮廓的点的分布，这样消除或整个忽略轮廓形状方面的各种局部象差，可使轮廓形状不同于相应的参考轮廓。而且，可将轮廓片段的评估集中在考虑表示整个片段的特性上而忽略错误地表示缺陷的局部象差。因此，通过将片段表示为特征和特性的集合，可轻易地加权片段的各种特征和特性以确保在各种特征间用于确定将被检查的轮廓及其相应参考间所想要的相似度的适当的平衡。

现在参考图12A和12B，图12A和12B分别是描述极其不相似片段252、相应参考254以及分别用参考数字262和264表示的不相似片段252和参考254的抽象表示的简化图示。进一步参考图13，图13是根据本发明的实施例，描述抽象表示262和264的重叠的简化图。应用轮廓片段及其参考的抽象表示的重叠来评估极其不相似片段是否是真正缺陷。

图12A和12B中，可以看出抽象表示262和264是矩形，每个矩形具有一中心点266、旋转角 θ 、长度、宽度。根据本发明的实施例，中心点266表示在将被评估的轮廓片段中所选择的点的平均坐标。旋转角 θ 表示在该轮廓片段中所选择的点的角分布。矩形的长度表示轮廓中所选择的点沿旋转角的方向的轴向的分布，矩形的宽度表示在轮廓中选择的点沿与旋转角的方向的轴垂直的轴向的分布。

现在参考图14A-14E，图14A-14E是根据本发明的实施例，描述适用于得

出一多边形的计算方法的简化图，其中该多边形抽象地表示将被评估的轮廓的。使用最佳公式，参照极其不相似片段252（图14A）显示出了多边形的计算。

如在图14B所看到的，用坐标 $X_{av}-Y_{av}$ 表示轮廓片段252的中心点，坐标 $X_{av}-Y_{av}$ 是通过对在片段252中选择的采样点的各自的X-Y坐标取平均来计算的。为简化说明，仅示出了采样点i, j, k, l, m和n。显然，中心点的位置的精确度的增加与计算中所用的采样点的质量有关。

根据本发明的实施例，使用下述值计算片段252的分布角、多边形262的长度L以及多边形262的高度H：

$$(1) a = \frac{\sum(\text{各取样点的}X\text{坐标})^2}{\text{取样点的}\#} - X_{av}^2$$

$$(2) b = 2 \left(\frac{\sum \left(\begin{array}{l} \text{各取样点的}X\text{坐标} \\ * \text{各取样点的}Y\text{坐标} \end{array} \right)}{\text{取样点的}\#} - X_{av}Y_{av} \right)$$

$$(3) c = \frac{\sum(\text{各取样点的}Y\text{坐标})^2}{\text{取样点的}\#} - Y_{av}^2$$

结果，根据本发明的实施例，使用下述公式计算由沿角度 θ 设置的轴260表示的片段，如图14C的片段252的角度分布。

$$(4) \theta = \frac{\arctan(b, a-c)}{2}$$

根据本发明的实施例，使用下述公式计算表示在轮廓中所选择的点沿角分布的轴，如在图14D中用于轮廓252的轴260，的分布的矩形的长度L。

$$(5) L = \sqrt{6(a+c - \sqrt{b^2 + (a-c)^2})}$$

最后，根据本发明的实施例，使用下述公式计算表示在轮廓中所选择的点沿垂直于角分布的轴的轴，如在图14E中用于轮廓252的轴260的分布的矩形的长度L。

$$(6) H = \sqrt{6(a+c + \sqrt{b^2 + (a-c)^2})}$$

现在返回到图13，可以看出一旦将被评估的轮廓的多边形表示262被构造，就将它与相应参考的多边形表示264比较，如用矩形262和264的叠加所示的。确定轮廓片段是否是真正缺陷是基于相似或不相似度，称为多边形间的距离。

在H. Alt, B. Behrends以及J. Blomer, *Approximate Matching of Polygonal Shapes* (多边形形状的近似匹配), in *Proceedings of the 7th Annual Symposium on Computational Geometry*, pp. 186-193, ACM Press, New York, NY, 1991中已知和概括描述了形状相似的多边形的匹配，其内容在此合并作为参考。显然，表示将被评估的轮廓及其相应参考的多边形不必需、而且通常不是精确地匹配。根据本发明的实施例，根据描述多边形的各个参数，如中心点位置、旋转、长度和宽度来评估多边形262和264间的距离，另外，通过合计各个参数的各自的距离并参照总的可接受的距离阈值对合计的距离进行评估来评估多边形262和264间的距离。如果任一单个参数超过预定的最大差值，如该中心点相对于参考中心点平移的距离比可容许的距离更大，或如果所有不同差值的合计超过可接受的距离阈值，那么多边形可能将被认为是表示真正缺陷。

表示将被评估的轮廓的多边形与其相应参考的多边形间的距离的计算可能是多方面相互关联的。因此，例如，如果将被评估的多边形的旋转角相当大，那么该距离可通过其他与相对接近于所想要的值的中心点、高度以及长度的参数来补偿。

现在参考图15A和15B，图15A和15B是根据本发明的优选实施例，简要图示出将被检查的电路部分的数字图像及其在检查过程中所用的轮廓表示。值得注意的是，到此为止，本发明的描述是参照采用通常用连续轮廓所形成的图形的检查过程来实现的。根据本发明的某些实施例，获取将被检查的图形的数字化图像，以及用象素的集合表示轮廓。

图15A是简单描述与图4A中图像部分52相对应的数字化图像部分352。可以看出数字化图像部分352包括多个象素354。导体象素354，用网状线所示，它表示在图1中导体18的位置，同时衬底象素356，不是用网状线示出，它表

示在图1中表面20的位置。

在图15B中可看到，将轮廓定义成轮廓像素360的集合的数字轮廓图像358。根据本发明的实施例，轮廓像素358是在数字化图像部分352中的那些导体像素354，导体像素354在至少一侧由衬底像素356所界定。可从正被检查的图形16，如正在制作的电路，的任何适当的灰度级或二进制数字化图像部分352抽取轮廓像素360。

根据本发明的另一实施例，将关于轮廓片段是否极其不同于其参考的各种确定作为在正被检查的图形部分的数字轮廓图像与其相应的参考的数字轮廓图像中的轮廓像素间的距离的函数。因此，根据本发明的实施例，如果一个或多个轮廓像素的位置与参考的数字化轮廓图像中的相应的轮廓像素的位置相差 ± 1 个像素，则在检查的初始阶段，将轮廓片段视为极其不同的轮廓片段。在第二阶段检查期间，如果在微配准过程中将其平移3个像素，或如果在轮廓片段中的像素与在参考轮廓中的相应像素间的距离大于2个像素，则将极其不同片段视为真正缺陷。显然这些值是示范值，可将它们修改成图像分辨率的函数和 / 或想要的检查敏感度的函数。

现在参考图16，图16是描述由子像素分辨率轮廓元素454所定义的将被检查的电路452的一部分的数字图像的简化图。子像素(sub-pixel)分辨率轮廓元素，如用箭头所示，表示在数字图像中轮廓的子像素的位置。从灰度级图像中抽取的子像素信息，包括产生由子像素轮廓元素所定义的图形的图像，是众所周知的。参见如美国专利5,774,572和5,774,573以及待审美国专利申请09/633,756和09/782,626，上述专利的公开内容在此合并做为参考。根据本发明的优选实施例，相对于参考图像比较和计算在将被检查的图形的表示中子像素分辨率轮廓元素，其中子像素分辨率轮廓元素通过由表示轮廓的矢量形成，如上所述，以便在图形中定位真正缺陷。

本领域的技术人员显而易见的是，本发明并不限于以上所特别表示和描述的内容。相反，本发明的范围包括以上描述的不同特征及特征组合以及本领域的技术人员在阅读上述说明书的基础上想到的并且不是现有技术的对其的修改和添加。

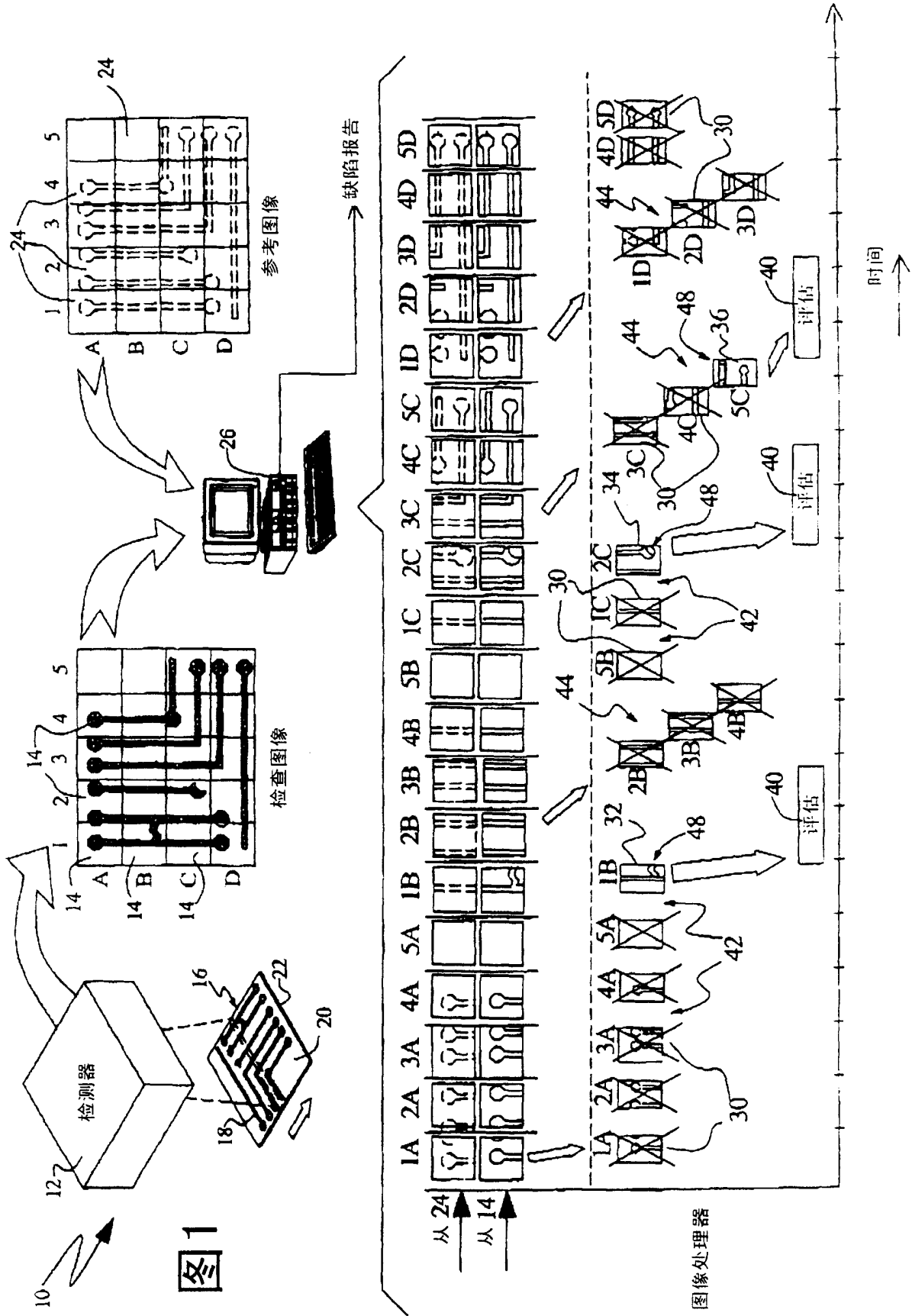
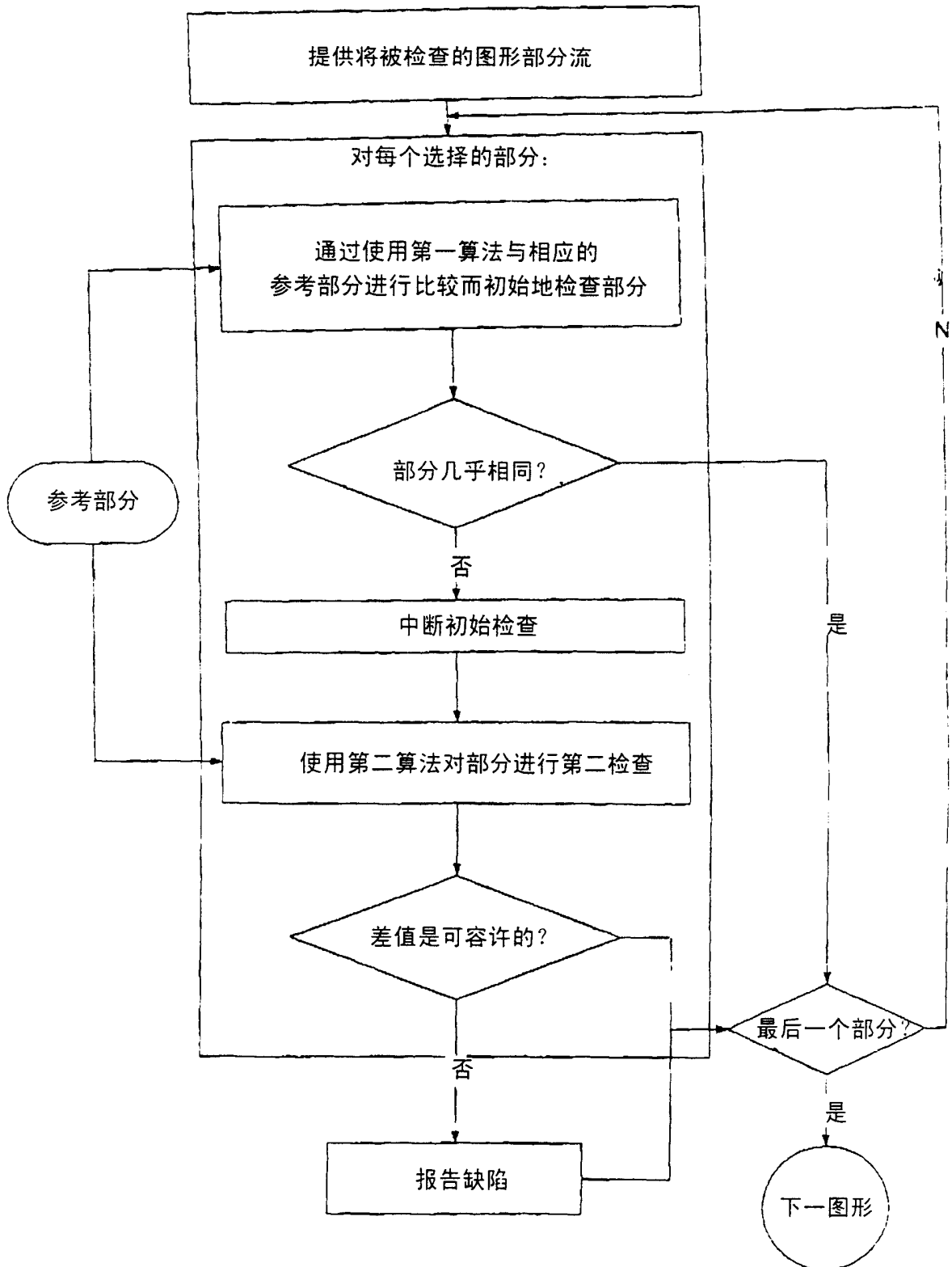


图2



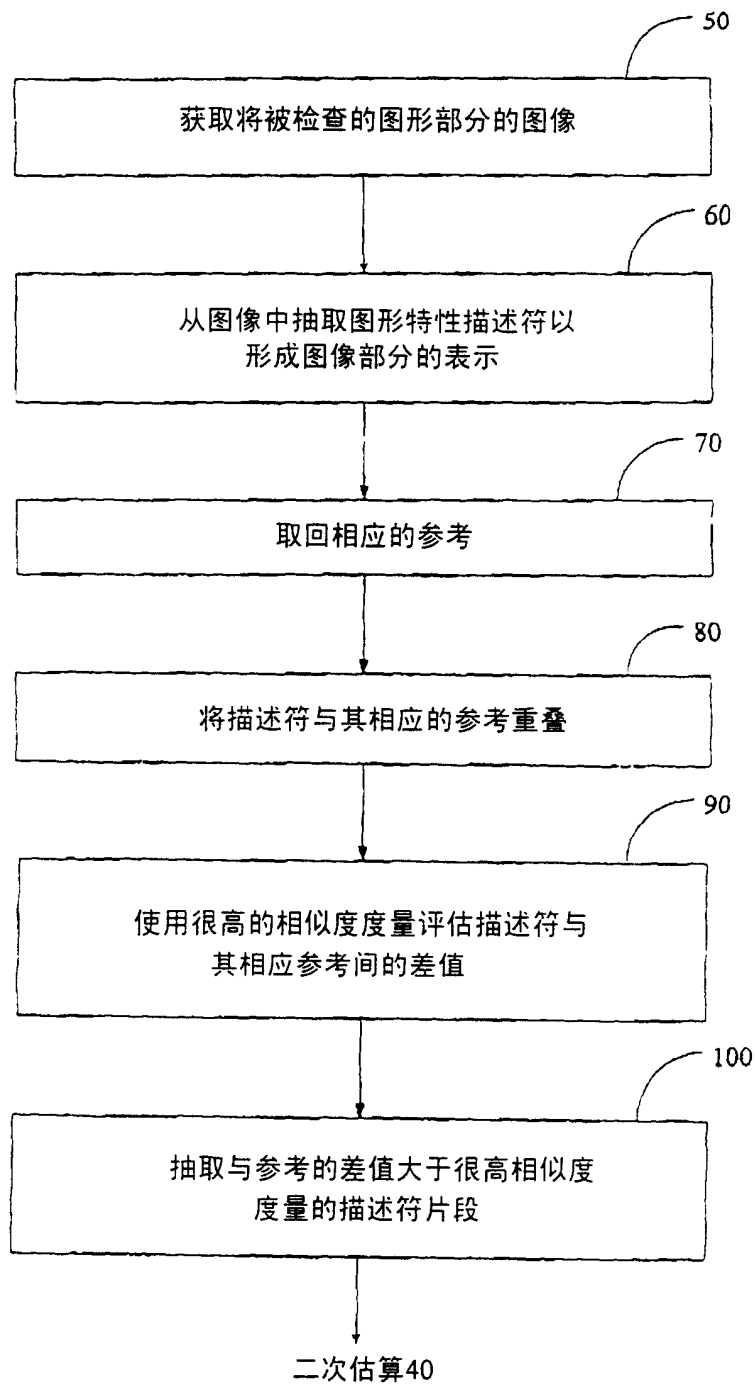


图3

图4A

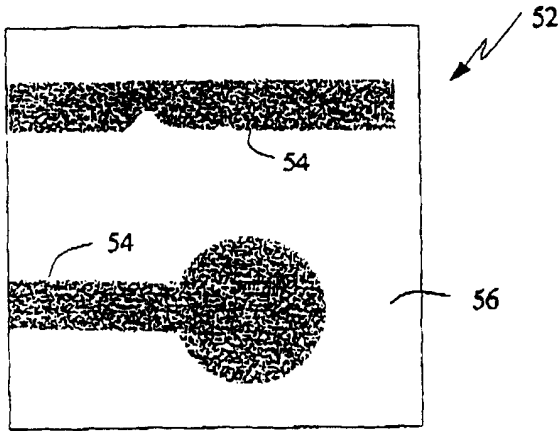


图4B

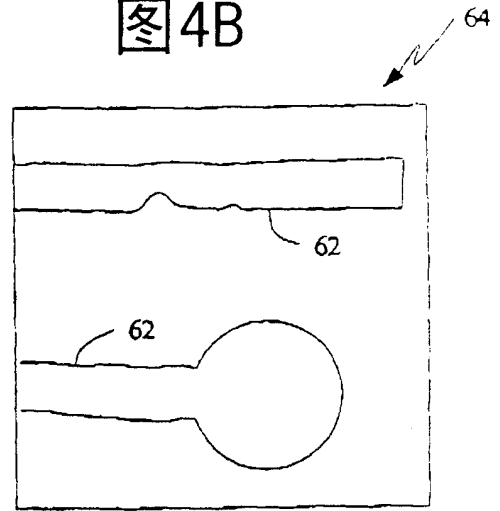


图4C

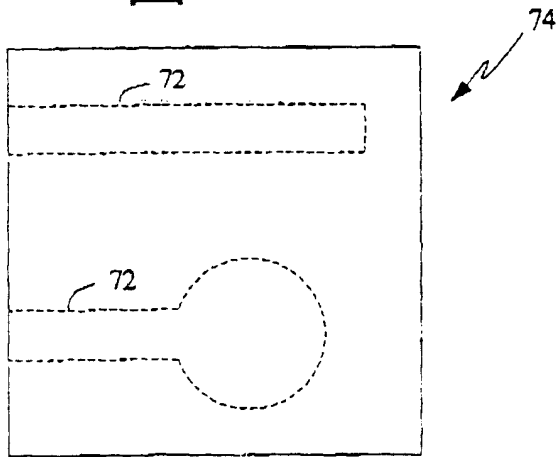


图4D

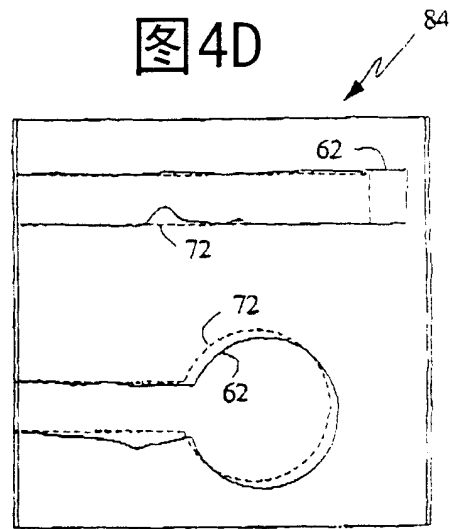


图4E

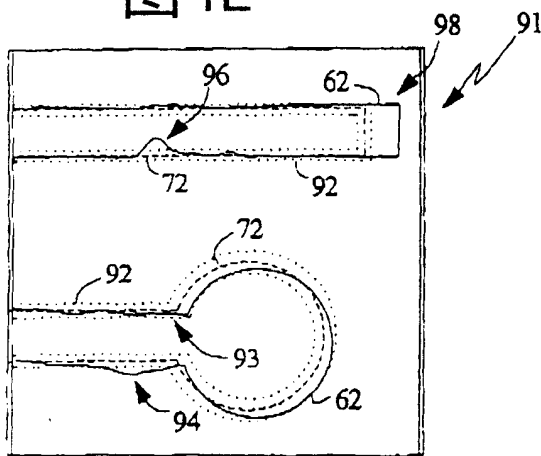


图4F

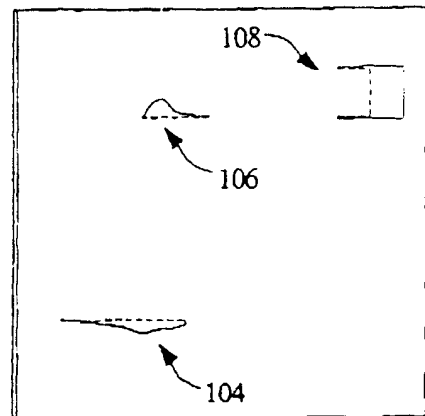


图5

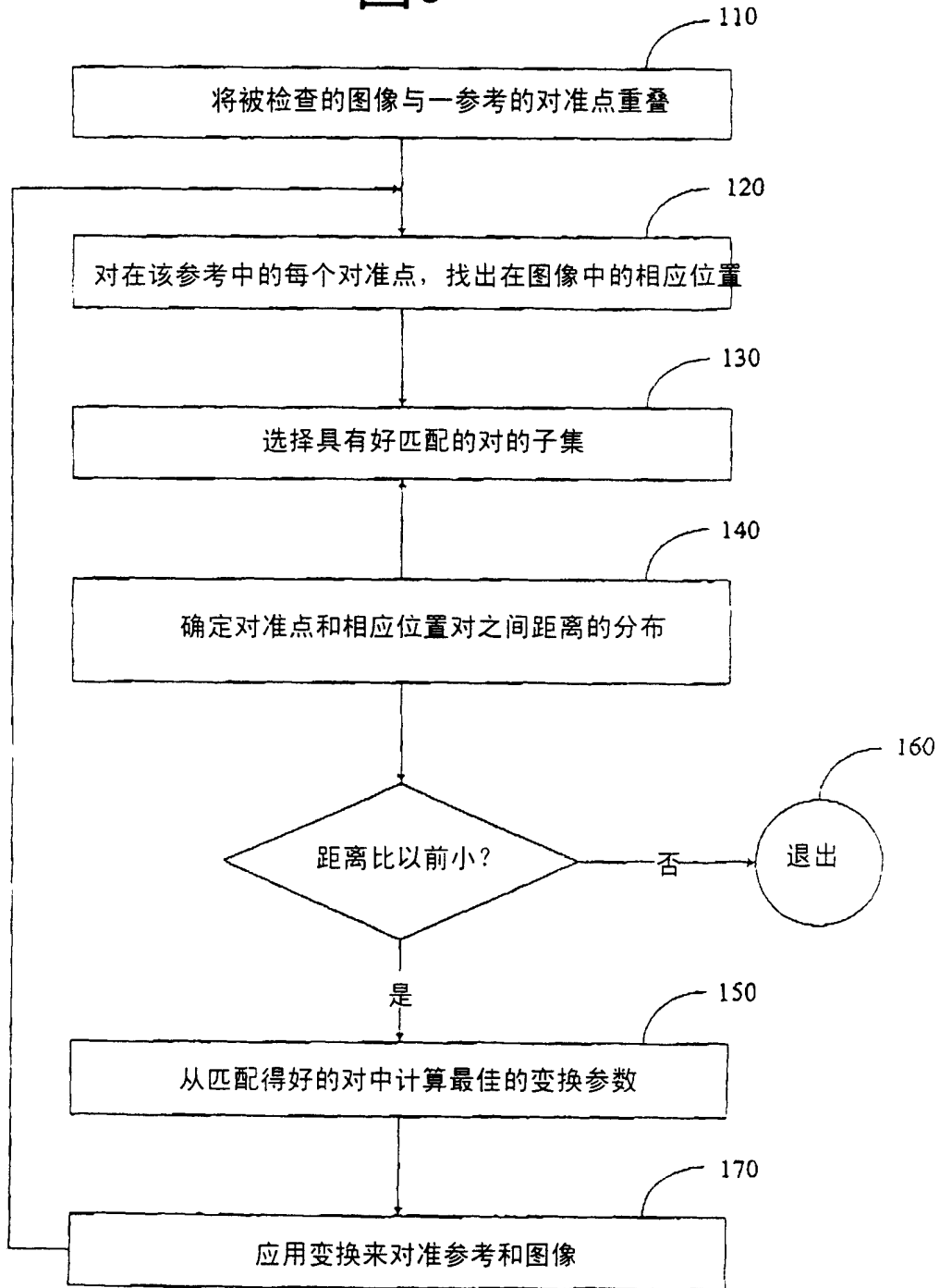


图6A

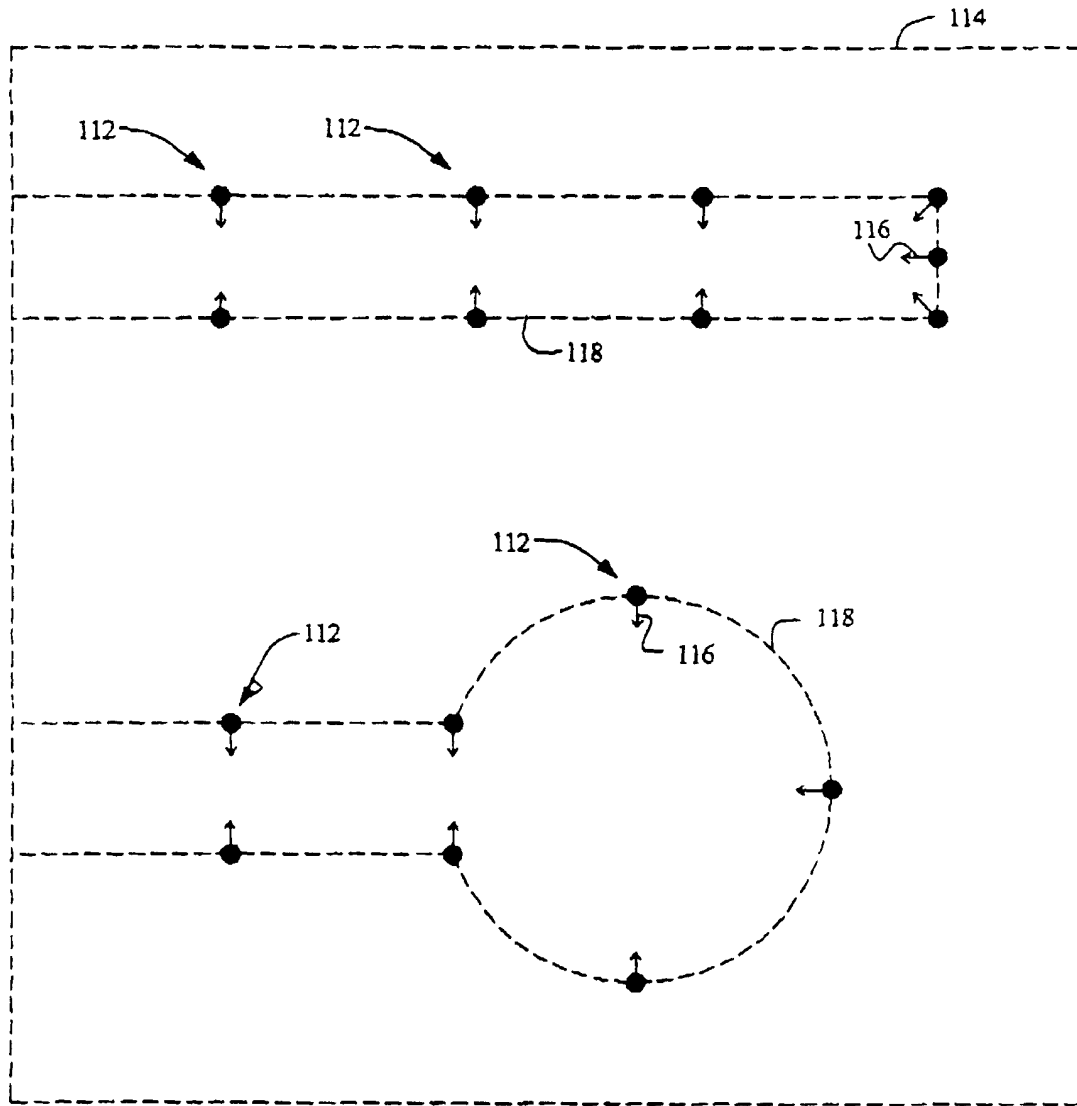
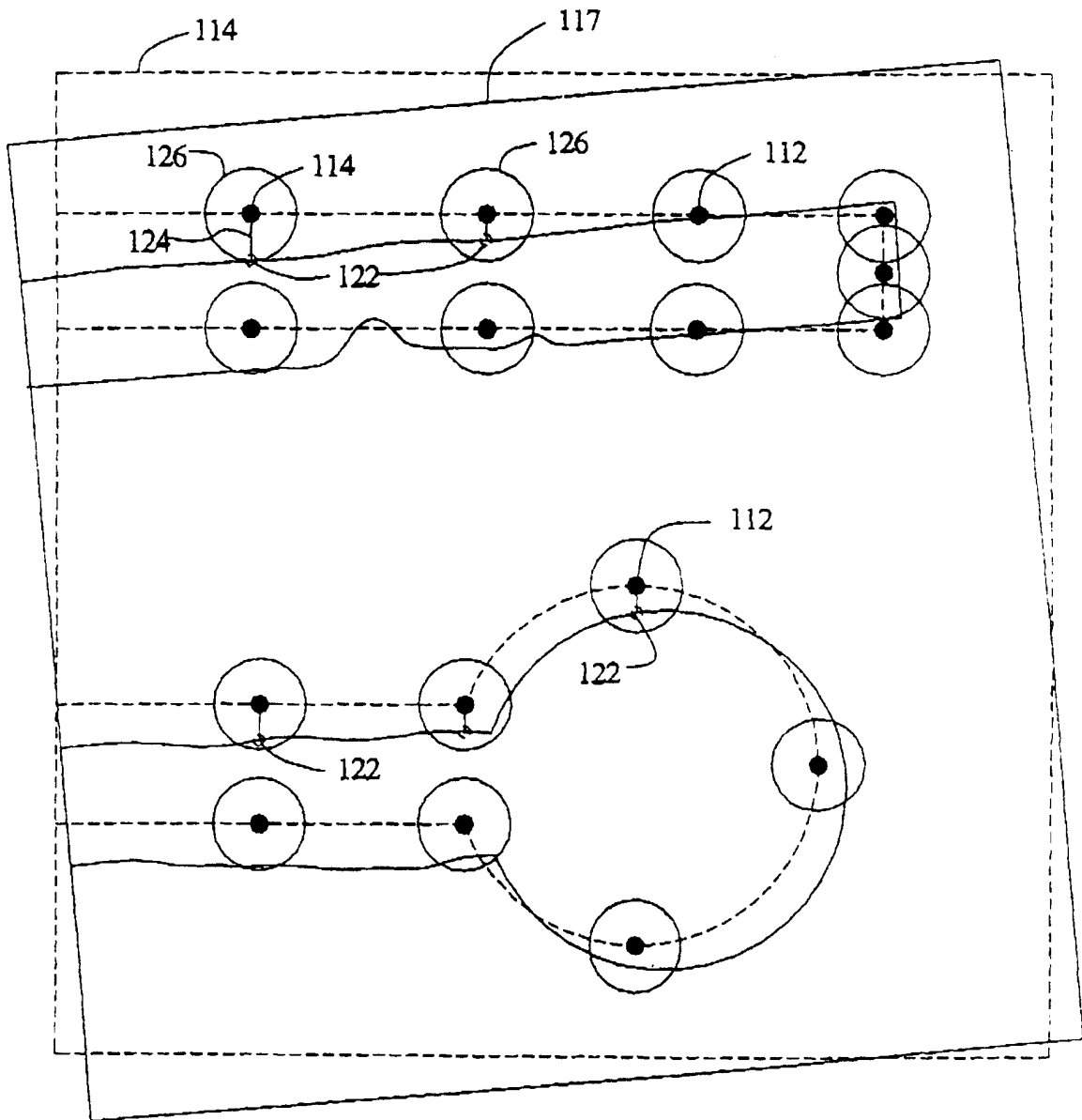


图6B



200

图7

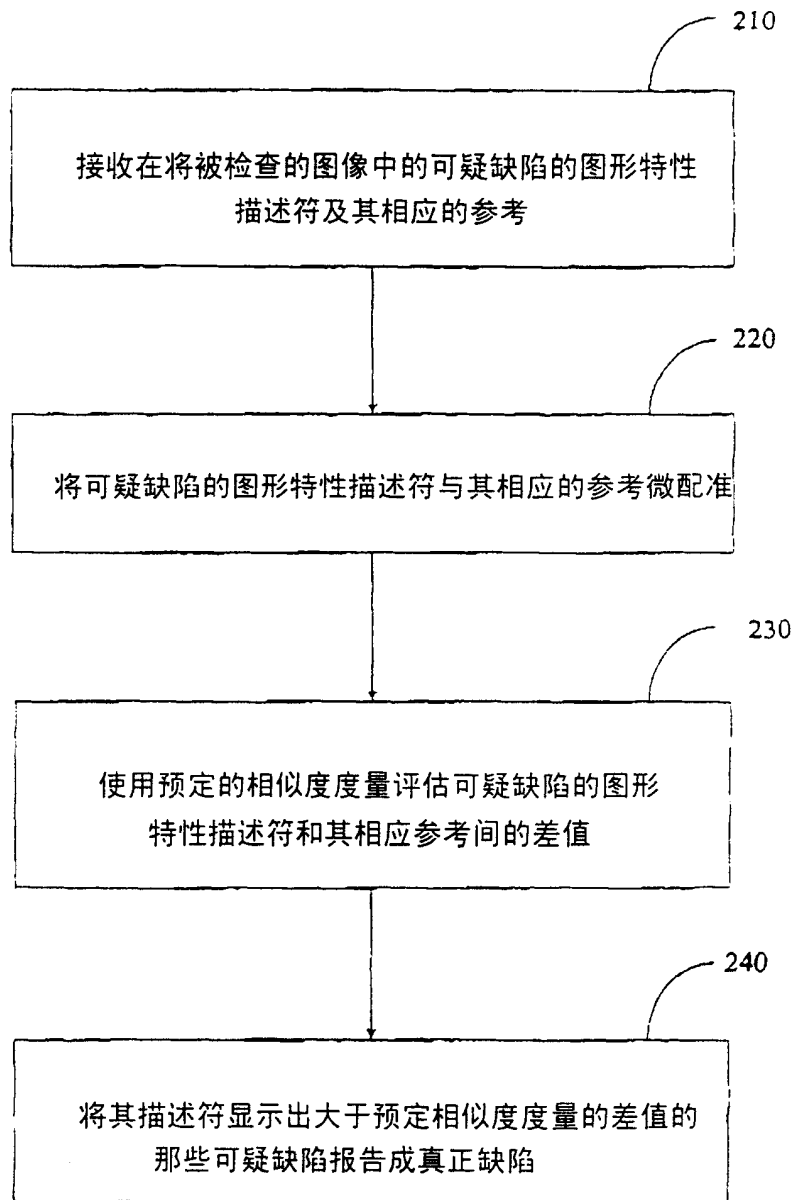


图8A

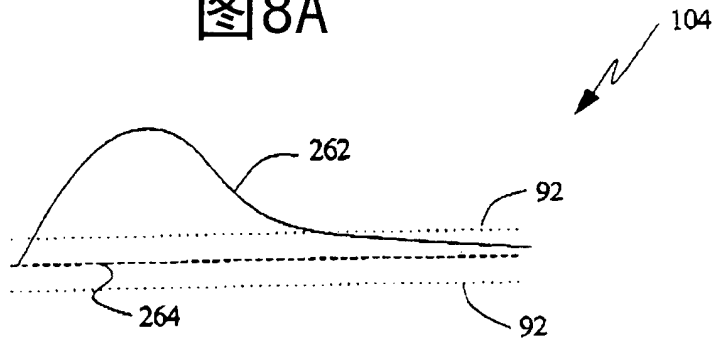


图8B

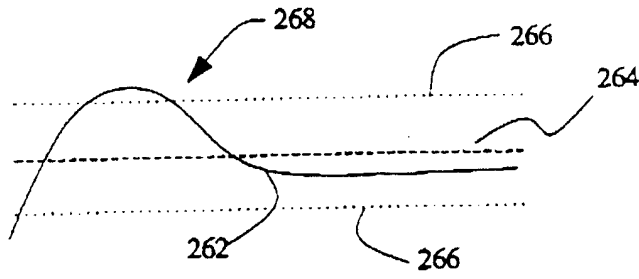


图9A

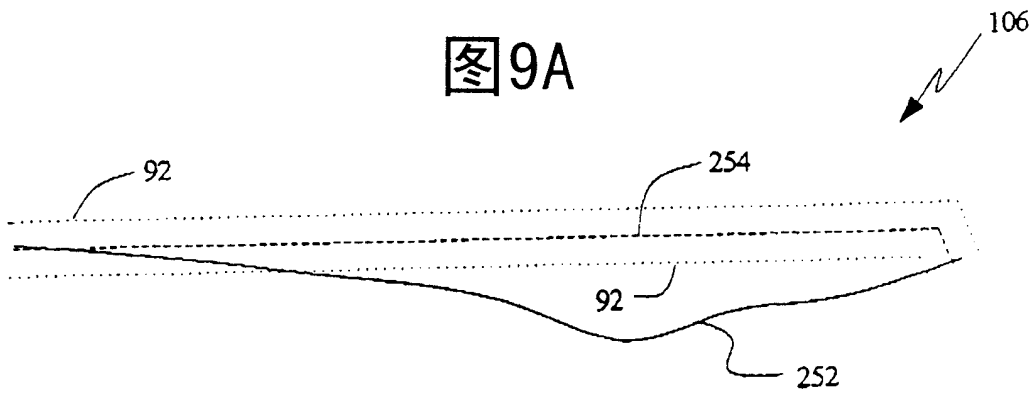


图9B

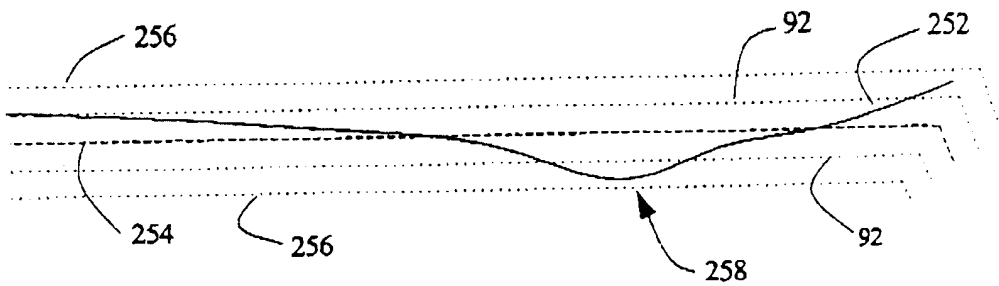


图10A

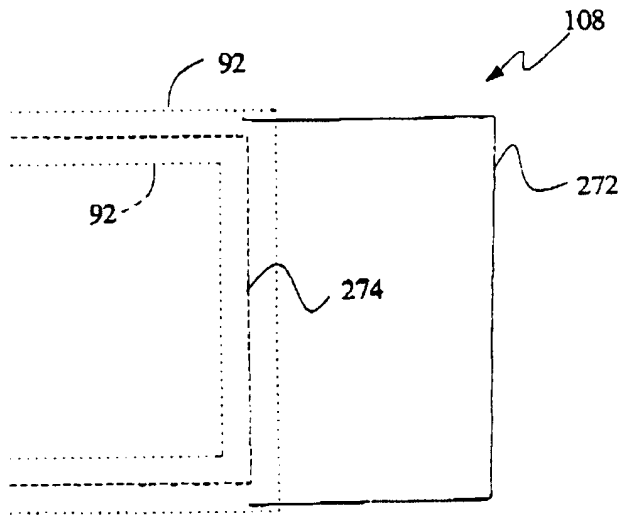


图10B

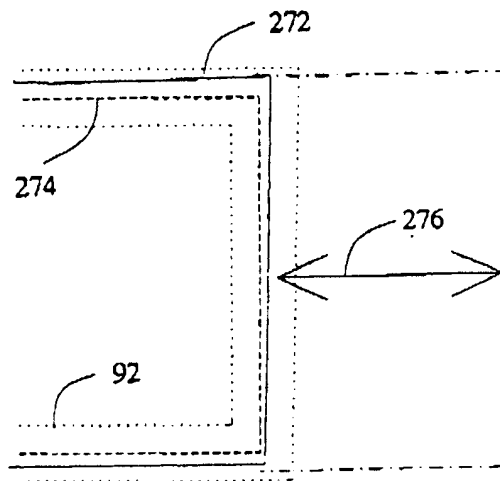


图11

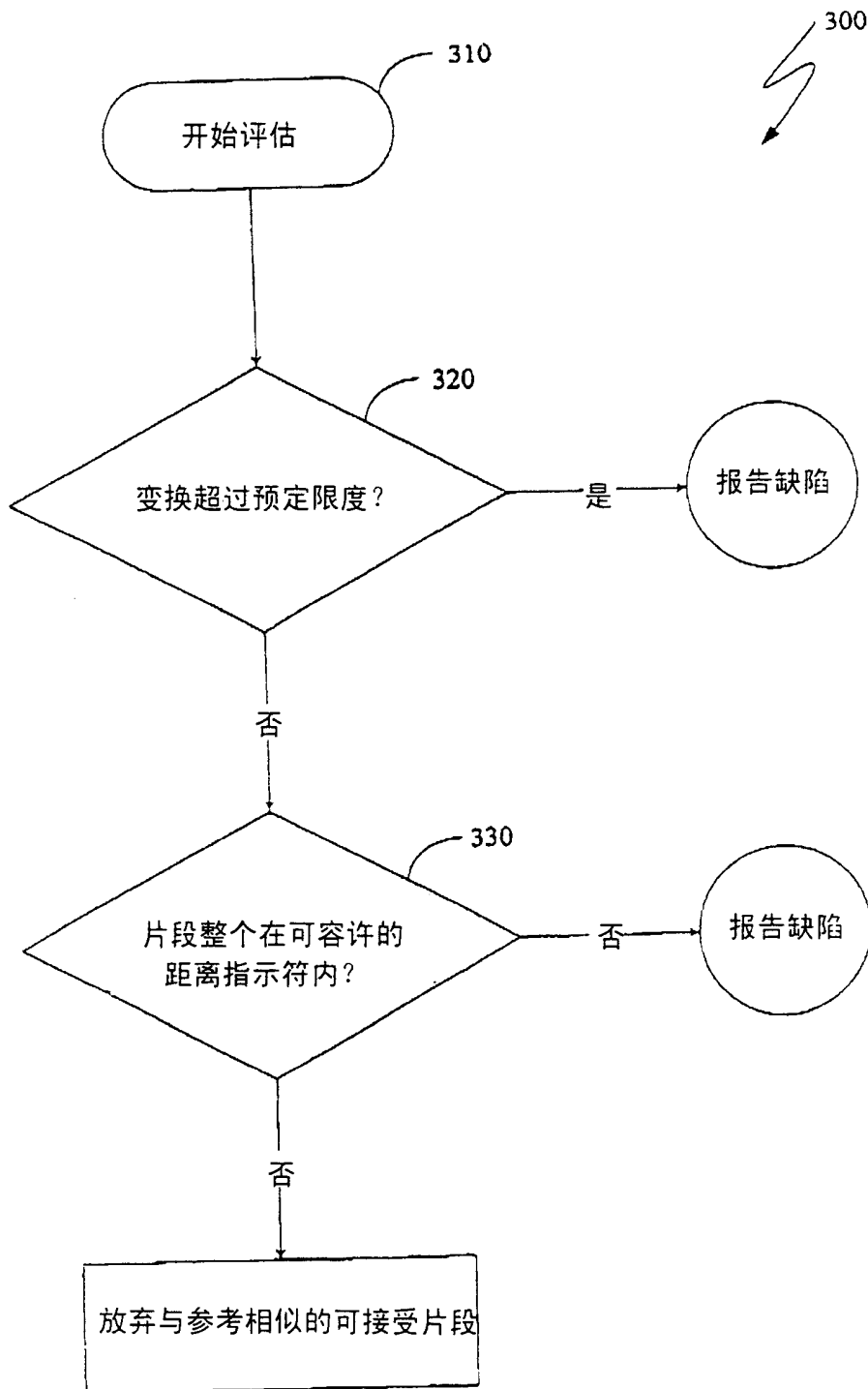


图12A

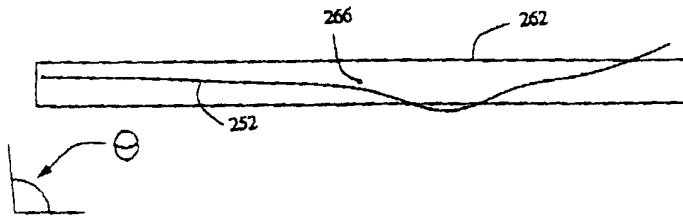


图12B

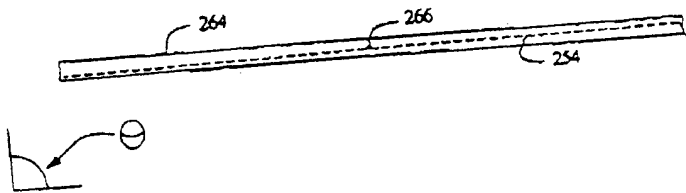


图13



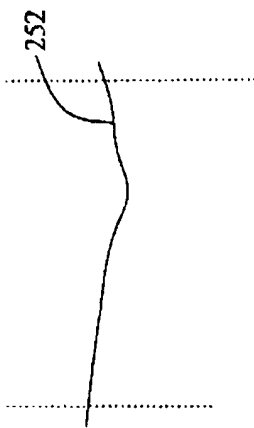


图14A

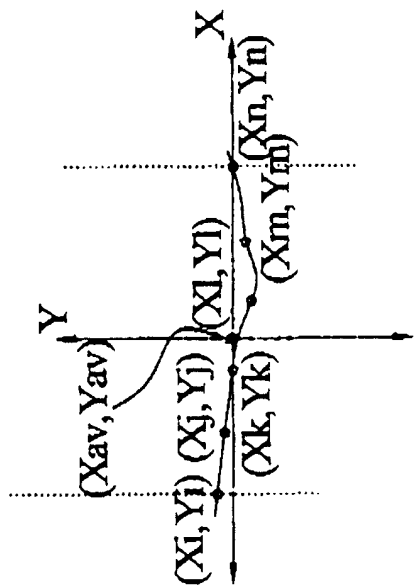


图14B

$$X_{av} = \frac{\text{各点的X坐标的总和}}{\text{总点数}}$$

$$Y_{av} = \frac{\text{各点的Y坐标的总和}}{\text{总点数}}$$

各点的X坐标的总和

总点数

各点的Y坐标的总和

总点数

$$\left. \begin{aligned}
 a &= \frac{M}{\text{这些点的 \#}} - X_{av}^2 \\
 \theta &= \frac{\arctan(b, a-c)}{2} \\
 b &= 2 \left(\frac{N}{\text{这些点的 \#}} - X_{av} Y_{av} \right) \\
 c &= \frac{O}{\text{这些点的 \#}} - Y_{av}^2
 \end{aligned} \right\}$$

$$M = \sum (\text{各点的 X 坐标})^2$$

$$N = \sum [(\text{各点的 X 坐标}) * (\text{各点的 X 坐标})]$$

$$O = \sum (\text{各点的 Y 坐标})^2$$

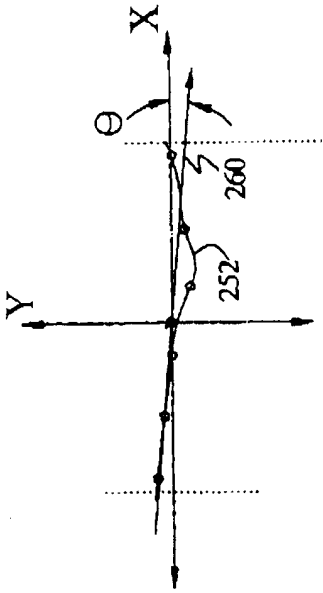


图14C

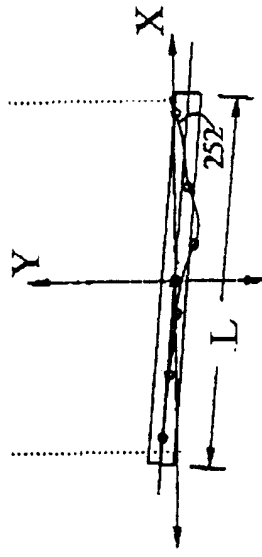


图14D

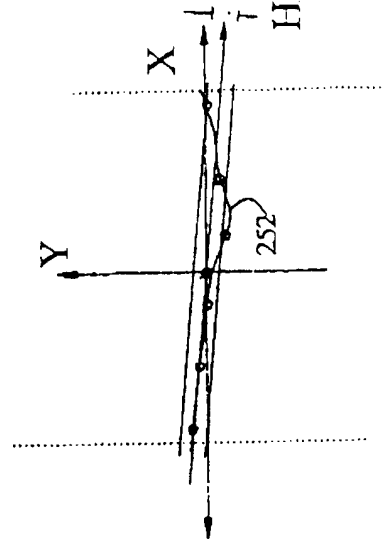


图14E

$$L = \sqrt{6(a+c - \sqrt{b^2 + (a-c)^2})}$$

$$H = \sqrt{6(a+c + \sqrt{b^2 + (a-c)^2})}$$

图15A

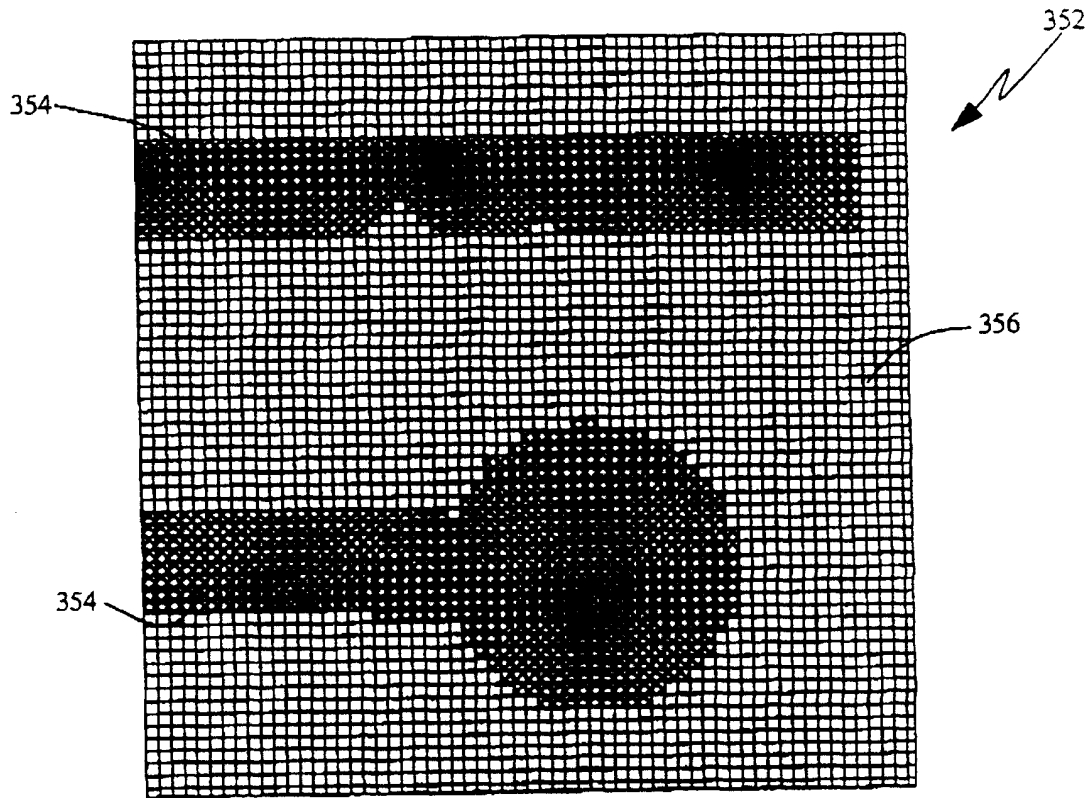


图15B

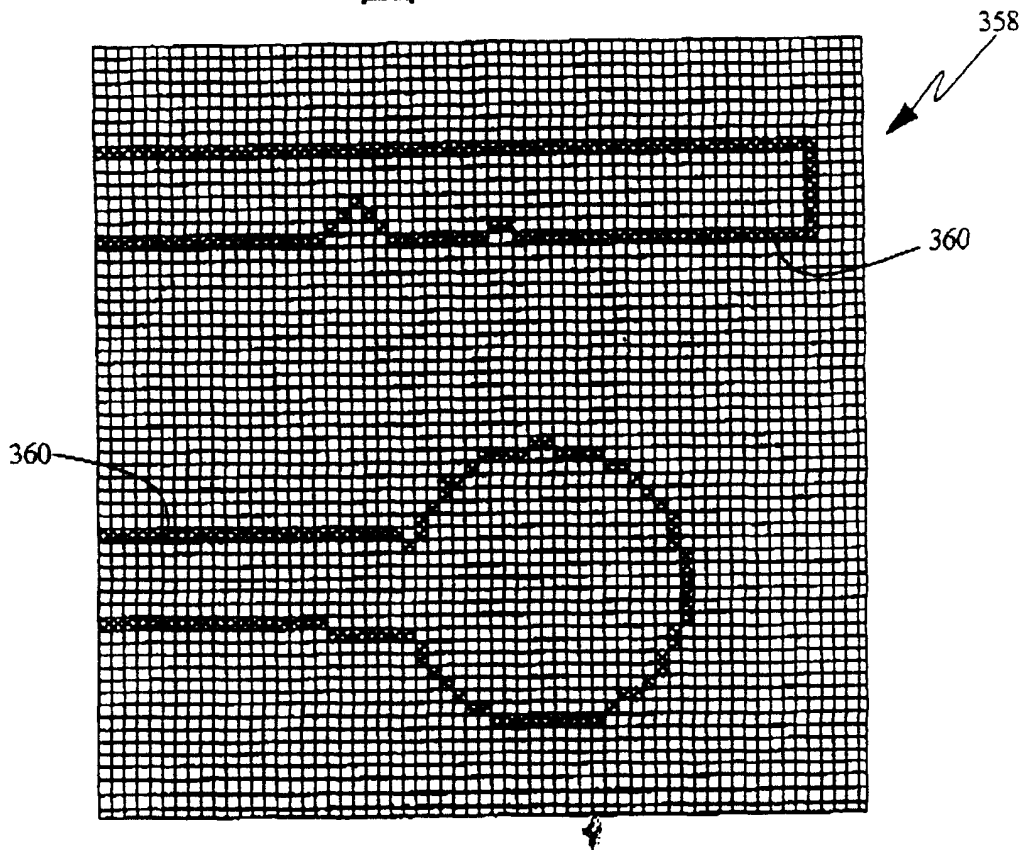


图16

