(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103824575 B
(45)授权公告日 2016.10.05

(21)申请号 201310542804.X

(22)申请日 2013.11.05

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103824575 A

(43)申请公布日 2014.05.28

(30)优先权数据
13/680,497 2012.11.19 US

(73)专利权人 安华高科技通用IP(新加坡)公司
地址 新加坡新加坡市

(72)发明人 斯科特·M·德齐亚克 明·金
乔纳森·戴克惠斯

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责任公司 11287
代理人 王田

(51)Int.Cl.
G11B 20/18(2006.01)
G11C 29/04(2006.01)

(56)对比文件
CN 102163460 A,2011.08.24,
US 2009244750 A1,2009.10.01,
US 5715222 A,1998.02.03,
US 6310739 B1,2001.10.30,
US 6384995 B1,2002.05.07,
US 2004061966 A1,2004.04.01,
US 2008262643 A1,2008.10.23,
JP 2002260222 A,2002.09.13,
US 2010271726 A1,2010.10.28,
JP 2007149268 A,2007.06.14,

审查员 刘林林

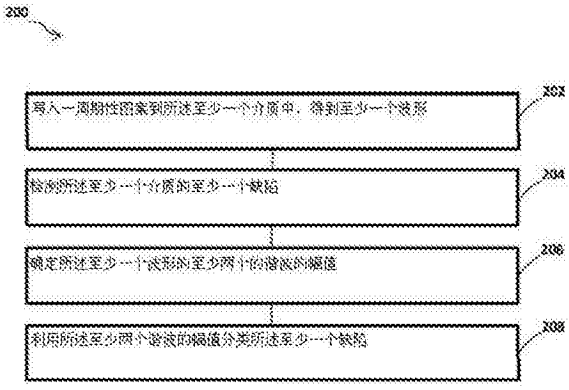
权利要求书2页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

基于谐波比率的缺陷分类器

(57)摘要

本公开涉及一种用于检测和分类至少一个介质缺陷的系统和方法。写入周期性图案到介质上，得到至少一个波形。将波形的幅值与缺陷阈值进行比较，以检测介质中是否存在介质缺陷。当检测到至少一个缺陷，对所述每个波形的至少两个次谐波的幅值在缺陷范围内进行确定。基于所述至少两个谐波幅值的比率与分类阈值的比较，对缺陷进行分类。



CN 103824575 B

1.一种用于检测和分类至少一个介质缺陷的系统,包括:

与至少一个介质通信的计算系统,该计算系统被构形用以:

写入一周期性图案到所述至少一个介质中,得到至少一个波形;

基于所述至少一个波形的一幅值与一缺陷阈值的比较,检测所述至少一个介质的至少一个缺陷;

确定所述至少一个波形的至少两个的谐波的幅值;以及

确定所述至少两个谐波的幅值的比率;

当所述至少两个谐波幅值的所述比率小于一分类阈值时,将所述至少一个缺陷分类为热粗糙缺陷;以及

当所述至少两个谐波幅值的所述比率不小于所述分类阈值时,将所述至少一个缺陷分类为脱层缺陷。

2.根据权利要求1所述的系统,其特征在于:所述周期性图案包括一4T图案。

3.根据权利要求1所述的系统,其特征在于:所述至少两个谐波包括所述至少一个波形的一次谐波和所述至少一个波形的三次谐波。

4.根据权利要求1所述的系统,其特征在于:所述计算系统被进一步构形用以当所述至少一个波形的所述幅值小于所述缺陷阈值时,检测所述至少一个缺陷。

5.根据权利要求1所述的系统,其特征在于:所述至少两个次谐波幅值的所述比率包括所述至少一个波形的三次谐波的一幅值与所述至少一个波形的一次谐波的一幅值的比率。

6.一种检测和分类至少一个介质缺陷的方法,包括:

写入一周期性图案到至少一个介质,得到至少一个波形;

基于所述至少一个波形的一幅值与一缺陷阈值的比较,检测所述至少一个介质的至少一个缺陷;

确定所述至少一个波形的至少两个谐波的幅值;确定所述至少两个谐波的幅值的比率;

当所述至少两个谐波幅值的所述比率小于一分类阈值时,将所述至少一个缺陷分类为热粗糙缺陷;以及

当所述至少两个谐波幅值的所述比率不小于所述分类阈值时,将所述至少一个缺陷分类为脱层缺陷。

7.根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述周期性图案包括一4T图案。

8.根据权利要求6所述的方法,其特征在于:所述至少两个谐波包括所述至少一个波形的一次谐波和所述至少一个波形的三次谐波。

9.根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述方法进一步包括:

当所述至少一个波形的所述幅值小于所述缺陷阈值时,检测所述至少一个缺陷。

10.一种检测和分类至少一个介质缺陷的方法,包括:

写入一周期性图案到至少一个介质,得到至少一个波形;

基于所述至少一个波形的一幅值与一缺陷阈值的比较,检测所述至少一个介质的至少一个缺陷;

确定所述至少一个波形的至少两个谐波的幅值,其中所述至少两个谐波包括所述至少一个波形的一次谐波和所述至少一个波形的三次谐波;

确定所述至少两个谐波的幅值的比率，其中所述至少两个谐波的幅值的比率包括所述三次谐波的幅值与所述一次谐波的幅值的比率；

当所述至少两个谐波的所述幅值的比率小于一分类阈值时，将所述至少一个缺陷分类为热粗糙缺陷；以及

当所述至少两个谐波的所述幅值的比率不小于所述分类阈值时，将所述至少一个缺陷分类为脱层缺陷。

11.如权利要求10所述的方法，其特征在于，所述周期性图案包括一4T图案。

12.根据权利要求10所述的方法，其特征在于，所述方法进一步包括：

当所述至少一个波形的所述幅值小于所述缺陷阈值时，检测所述至少一个缺陷。

基于谐波比率的缺陷分类器

技术领域

[0001] 本发明涉及存储技术领域，尤其涉及一种基于谐波比率的缺陷分类器。

背景技术

[0002] 数据可以存储在几种类型载体介质中，如硬盘驱动器、光盘、及其他形式的永久性或半永久性存储器。载体介质的缺陷由不确切动作、性能低下或数据损坏导致。介质缺陷的测试可以提高数据存储系统的可靠性。

发明内容

[0003] 本公开的一个实施例是一种检测和分类至少一个介质缺陷的方法。周期性图案被写入到介质中，以得到至少一个波形。将波形的幅值与缺陷阈值进行比较，以检测介质中是否存在或不存在介质缺陷。当至少一个缺陷被检测时，所述波形的至少两个谐波的每一个的幅值在缺陷范围内被确定。利用所述至少两个谐波的幅值对缺陷进行分类。

[0004] 应理解的是，前面的一般描述和下面的详细描述不用于限制本公开。被并入说明书中并构成本说明书的一部分的附图说明用于说明本公开的实施例。

附图说明

[0005] 通过参考附图，本领域技术人员可更好地理解本公开的实施例：

[0006] 图1A是根据本公开的一个实施例的一个用于检测和分类至少一个介质缺陷的系统的框图；

[0007] 图1B是根据本公开的一个实施例，在记录介质的周期性图案中产生的波形的图解说明；

[0008] 图1C是根据本公开的一个实施例，与分类阈值相比，至少一个波形的至少两个谐波幅值比率的图形说明；

[0009] 图2是根据本公开的一个实施例，至少一个介质缺陷检测和分类的方法的流程图；

[0010] 图3是根据本公开的一个实施例，所述至少一个介质缺陷检测和分类方法的流程图。

具体实施方式

[0011] 现在根据所公开的实施例的附图进行详细说明。

[0012] 图1A至图3用于说明检测和分类至少一个介质缺陷的系统和方法的实施例。包括，但不限于：热粗糙度(thermal asperity，TA)和脱层(delaminated，DLM)缺陷是已知发生在载体介质中的(如硬盘驱动器和其他永久性或半永久性的存储设备)。术语“载体介质”用于引用在实施例中由系统或方法被操作的任何载体介质。

[0013] 图1A是一个用于检测和分类至少一个测试介质102的至少一个缺陷的系统100的实施例。系统100包括与试验介质102进行通信的计算系统104。该计算系统104包括任何组

合的硬件、软件或固件，被构形用以执行本文所述的用于检测和分类测试介质102中至少一个缺陷的一个或多个步骤。在一个实施例中，该计算系统104包括至少一个处理器106，其被构形用以用于执行载体介质108的程序指令110以完成这里所描述的步骤中的一个或多个。在另一个实施方案中，该计算系统104包括被构形用以用于完成本文中所描述的一个或多个步骤中的电子电路。

[0014] 该计算系统104被构形用以写入测试介质102周期性图案以生成波形120，如图1B所示。在一些实施例中，周期性图案包括，但不限于4T图案。该计算系统104进一步被构形用以比较波形102与一缺陷阈值，以确定介质缺陷是否存在。缺陷阈值是一选定值或一预定值。在一些实施例中，缺陷阈值与测试介质102的种类有关。在一个实施例中，当波形120的幅值小于缺陷阈值时，该计算系统104检测到至少一个缺陷。缺陷范围122包括受缺陷影响的波形120的一部分，例如波形120的一衰减部分和比波形120其余部分具有更低的幅值的波形120的一部分。

[0015] 该计算系统104进一步被构形用以利用波形120的至少两个谐波的对检测到的缺陷进行分类。在一些实施例中，两个谐波包括，但不限于：波形120的一次谐波和三次谐波。谐波是具有频率为基频的整数倍的波形120的一个组成部分。因此，第一谐波是基频的波形120的一个组成部分，三次谐波是3倍基频的波形120的组成部分，依此类推。

[0016] 该计算系统104被构形用以确定缺陷范围122内各谐波的幅值。该计算系统104进一步被构形用以确定两个谐波的幅值的比率124。如图1C中所示，该计算系统104被构形用以比较分类阈值126与比率124，进而分类检测的缺陷。分类阈值是选定或预定值。在一些实施例中，分类阈值与测试介质102的类型相关。在一些实施例中，基于比率124是否小于或不小于分类阈值126，该计算系统被构形用以将检测的缺陷进行分类为TA缺陷或DLM缺陷。利用两个谐波幅值的比率124分类缺陷提供在高密度和低信噪比(SNR)条件下可靠性优点。

[0017] 在一个实施例中，该计算系统104被构形用以确定波形120的第三谐波的幅值与波形120的一次谐波的幅值的比率124。该计算系统104被构形用以当比率124A小于分类阈值126时，将缺陷分类为TA缺陷。该计算系统104进一步被构形用以当该比值124B不小于分类阈值126时，将缺陷分类为DLM缺陷。

[0018] 在另一个实施例中，一次谐波和三次谐波的幅值根据下面的公式确定：

[0019] $f_n = \sum_{k=0}^{7} x_{4T}(k) * \exp\left(\frac{-j*2\pi*n}{8}\right)$，n = 1和3 。

[0020] 在上面的公式中，f_n为第n次谐波，x_{4T}是时间点k 4T波形的回读时间。两个谐波的幅值比率124用下面的公式确定：比率= f_3/f_1。上述的公式仅用来说明本公开的实施例，不以任何方式限制本公开。

[0021] 图2用于说明一种检测和分类试验介质102中至少一个缺陷的方法200。在一些实施例中，方法200由系统100的一个或多个元件执行。然而，上述实施例所述的系统100不应该被解释为限制方法200 。可以设想，本领域公知一个或多个额外的系统或设备，可以执行方法200的以下步骤。

[0022] 在步骤202中，周期性图案被写入测试介质102 ，得到至少一个波形120 。在一些实施例中，周期性图案包括4T图案。在步骤204中，将波形120的幅值与缺陷阈值进行比较，以确定是否存在缺陷。在一些实施例中，当波形120的幅值小于缺陷阈值时检测到缺陷。在

步骤206中，波形120的至少两个谐波的幅值通过缺陷范围122确定。在一些实施例中，两个谐波包括波形的一次谐波和三次谐波。在步骤208中，利用两个谐波的幅值分类缺陷。在一些实施例中，通过比较两个谐波的比率124与分类阈值126，以确定缺陷的类型。在一些实施例中，根据比率124是否是小于缺陷阈值126或不小于阈值缺陷126，将缺陷分类为TA缺陷或DLM缺陷。

[0023] 用于检测和分类至少一个介质缺陷的方法300的另一个实施例如图3所示。除非另有说明，前述实施例的方法200同样适用于方法300 。在一些实施例中，方法300由系统100的一个或多个元素执行。然而，上述实施例的系统100或方法200不应该被解释为限制方法300 。可以设想，本领域公知的一个或多个额外的系统或设备，可以执行方法300的以下步骤。

[0024] 在步骤302，周期性图案被写入测试介质102，得到至少一个波形120。在步骤304，将波形120幅值与缺陷阈值进行比较，以确定是否存在缺陷。当波形120的幅值小于缺陷阈值时，检测到至少一个缺陷。在步骤306中，所述至少两个次谐波波形120的幅值由缺陷范围122确定。在步骤308中，确定两个谐波幅值的比率124。在步骤310中，通过比较两个谐波的幅值比率124与分类阈值126分类缺陷以确定缺陷类型。

[0025] 在一个实施例中，在步骤308中确定的比率124包括波形的三次谐波幅值与波形一次谐波幅值的比率(即比率= f_3/f_1)。在步骤310中，当比率124A小于分类阈值126时(即比率< ClassT)，缺陷被分类为TA缺陷。当比率124B不小于缺陷阈值126时(即比率≥ ClassT)，缺陷被归类为DLM缺陷。

[0026] 在一些实施例中，本公开描述的各个步骤，可以由单一的或多个计算系统进行计算。计算系统可以包括，但不限于：个人计算系统、大型机计算系统、工作站、图像计算机、并行处理器，或本领域中已知的任何其他设备。在一般情况下，术语“计算系统”广义地包括具有一个或多个处理器，从存储介质中执行指令的任何装置。

[0027] 如本文实施例所述的程序指令执行的方法，可能被传输或存储在载体介质上。载体介质可以是传输介质，例如，但不限于，电线、电缆、或无线传输链路。载体介质还可以包括存储介质，例如，但不限于，只读存储器、随机存取存储器、磁盘、光盘或磁带。

[0028] 文实施例所述的方法可以包括在存储介质中存储结果。在结果被存储后，结果可以存储在存储介质中，并使用实施例中所描述的任何方法或系统，由另一软件模块、方法或系统格式化的显示给用户，此外，结果可以被存储为“永久”，“半永久”暂时或一段时间。例如，该存储介质可以是随机存取存储器(RAM)，但结果不一定在存储介质中无限地持续下去。

[0029] 根据本公开的上述任何实施例，可以作为一个系统或方法包括在本文所描述的任何其他实施例的至少一部分中。本技术领域的技术人员可以根据本公开的一个实施例的上下文，有各种实施方式执行本文所描述的系统和方法。

[0030] 此外，还应当理解，本发明由附加的权利要求定义。虽然已经展示了本发明的实施例，但在明显不脱离本公开的范围和实质的情况下，本领域的技术人员可以有多种修改。

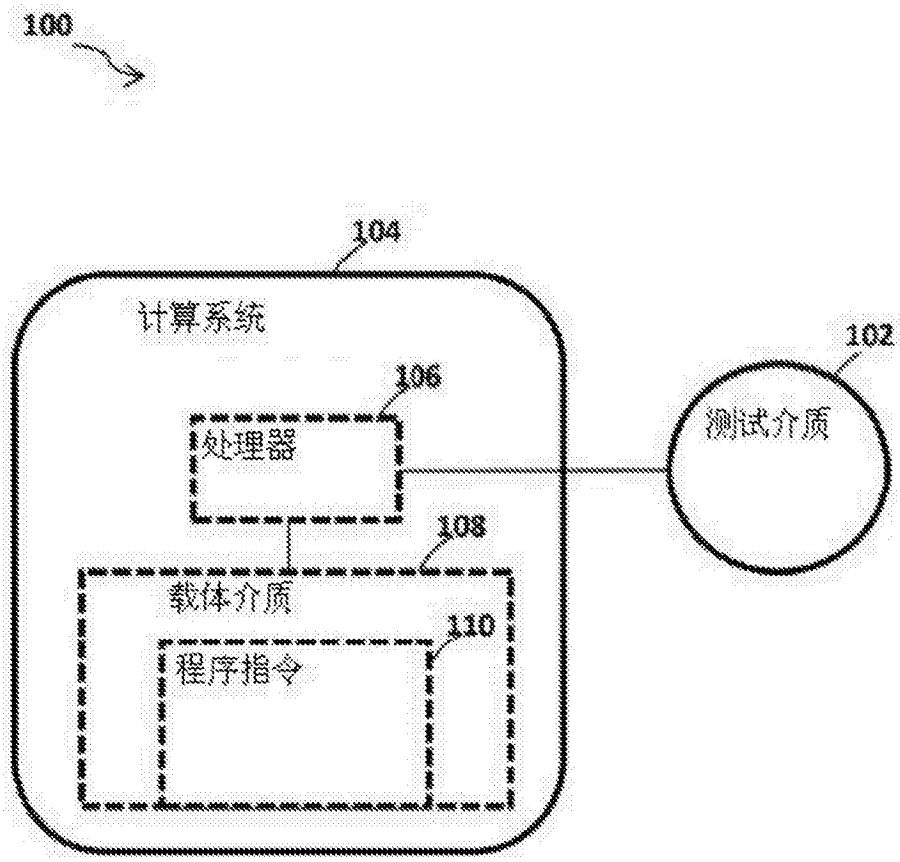

100
104
计算系统
102
106
处理器
测试介质
108
载体介质
110
程序指令

图1A

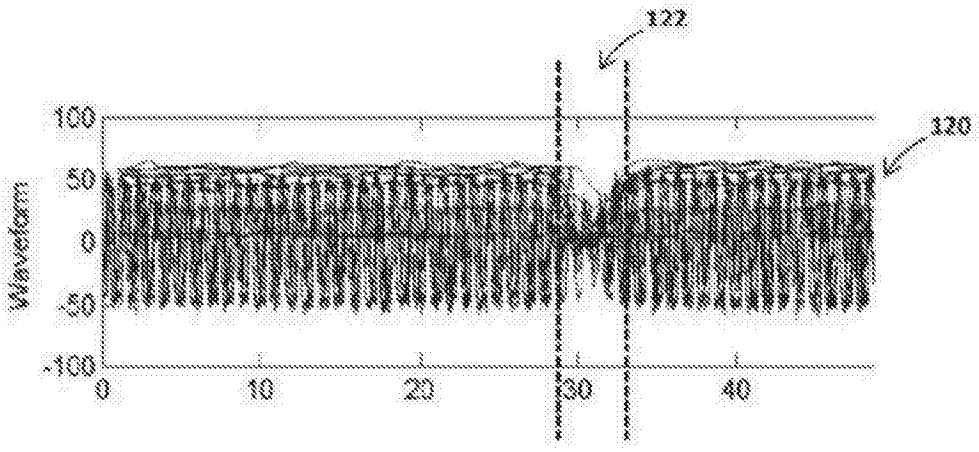

122
120
100
50
0
-50
-100
Waveform
0
10
20
30
40

图1B

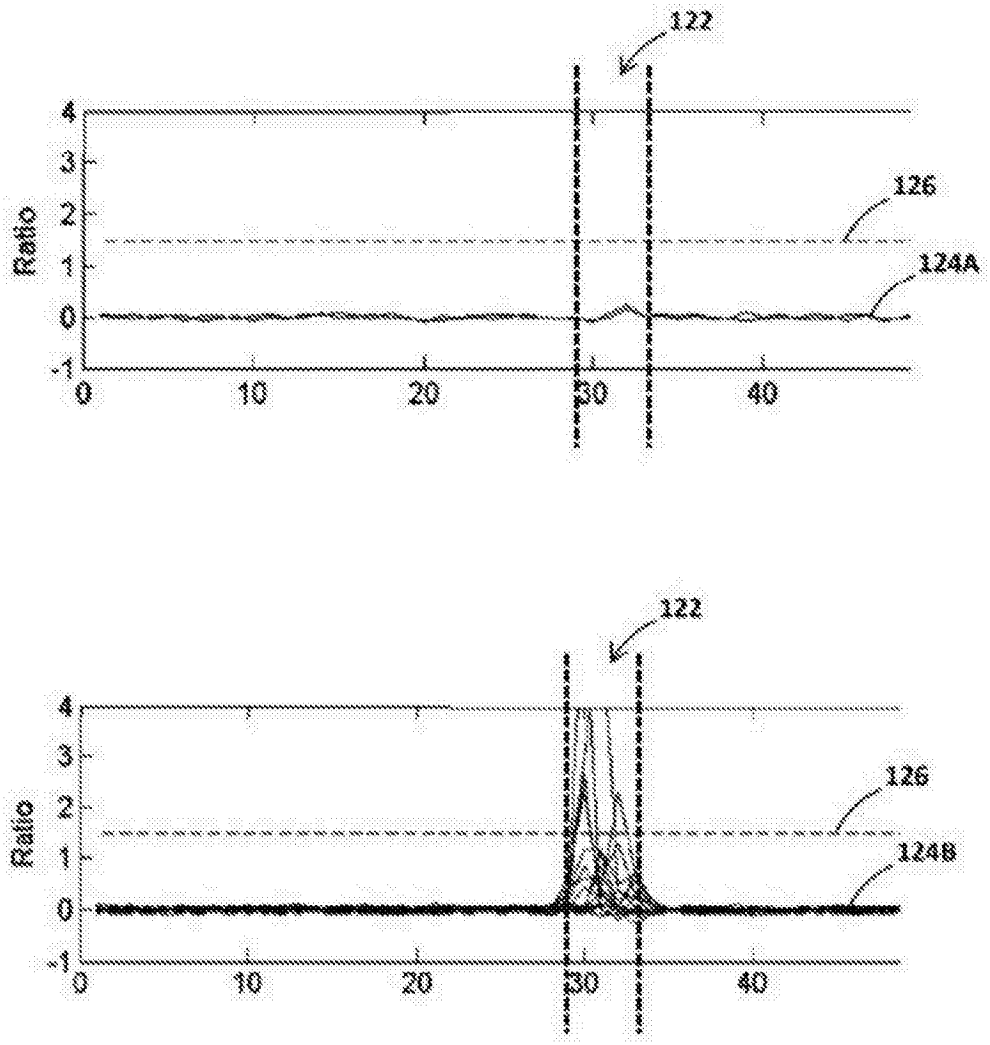

122
126
124A
Ratio
4
3
2
1
0
-1
0
10
20
30
40
122
126
124B
Ratio
4
3
2
1
0
-1
0
10
20
30
40

图1C

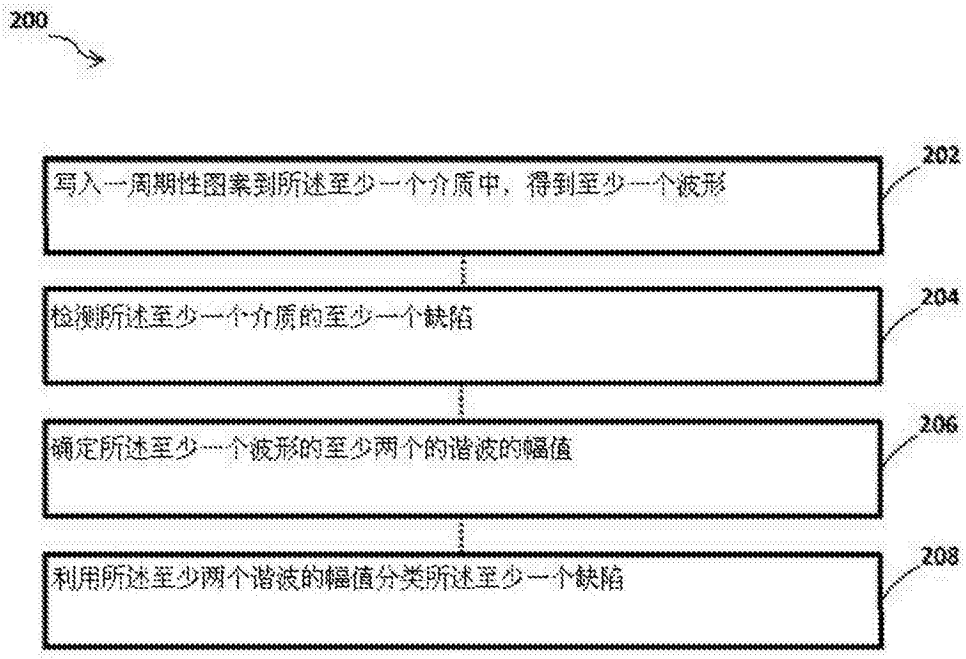

200
写入一周期性图案到所述至少一个介质中，得到至少一个波形
202
检测所述至少一个介质的至少一个缺陷
204
确定所述至少一个波形的至少两个的谐波的幅值
206
利用所述至少两个谐波的幅值分类所述至少一个缺陷
208

图2

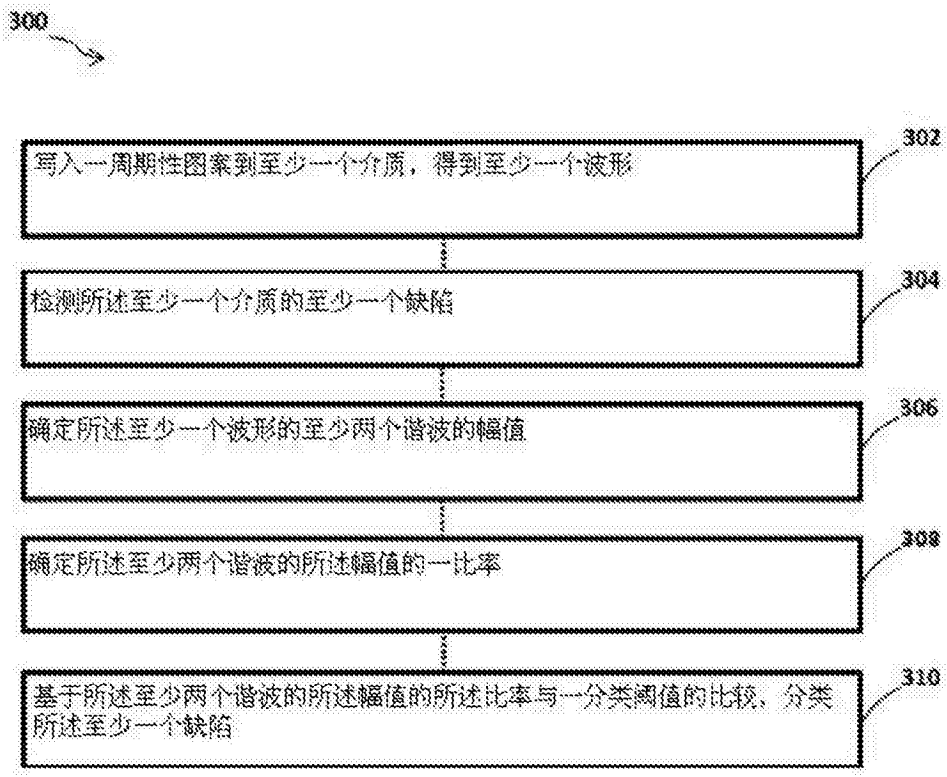

300
写入一周期性图案到至少一个介质，得到至少一个波形
302
检测所述至少一个介质的至少一个缺陷
304
确定所述至少一个波形的至少两个谐波的幅值
306
确定所述至少两个谐波的所述幅值的一比率
308
基于所述至少两个谐波的所述幅值的所述比率与一分类阈值的比较，分类所述至少一个缺陷
310

图3