

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
A61B 6/03 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02821283.5

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 100411591C

[22] 申请日 2002.10.23 [21] 申请号 02821283.5

[30] 优先权

[32] 2001.10.24 [33] JP [31] 326669/2001

[86] 国际申请 PCT/JP2002/010997 2002.10.23

[87] 国际公布 WO2003/034920 日 2003.5.1

[85] 进入国家阶段日期 2004.4.26

[73] 专利权人 株式会社日立医药

地址 日本东京都

[72] 发明人 后藤大雅 宫崎靖

[56] 参考文献

JP2000-23966A 2000.1.25

JP8-19532A 1996.1.23

JP9-224930A 1997.9.2

JP8-263638A 1996.10.11

JP11-276473A 1999.10.12

审查员 熊 茜

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公  
司

代理人 朱 丹

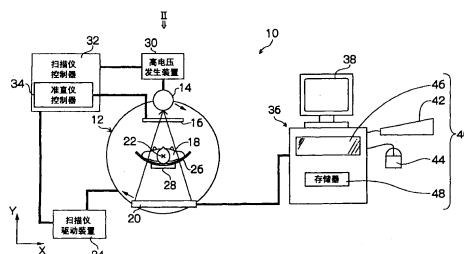
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 13 页

[54] 发明名称

多列检测器型 X 线 CT 装置及断层照片图像的制作方法

[57] 摘要

一种 X 线 CT 装置，包括扫描仪和图像处理装置；该扫描仪，包括 X 线源和 X 线检测器；该 X 线检测器，由二维地配置的多个 X 线检测单元构成，以把对象物夹在中间的方式与 X 线源互相对向；该扫描仪，还以旋转轴为中心进行螺旋扫描；通过螺旋扫描，从由 X 线检测器收集的投影数据、制作对象物的断层像；上述图像处理装置，由对在对象物的旋转轴上的同一位置的、旋转相位不同的多个相位投影数据进行组合的数据，再构成图像，或者由在对象物的旋转轴上的同一位置的旋转的相位不同的多个相位投影数据、再构成多个异相位的图像，并对再构成的多个异相位的图像进行加法运算而制作断层像，通过如上所述地进行再构成，能够抑制发生假影而得到良好的图像。



1. 一种 X 线 CT 装置，包括扫描仪和图像处理装置；

所述扫描仪，包括 X 线源和 X 线检测器；该 X 线检测器，由二维地配置的多个 X 线检测单元构成，以把对象物夹在中间的方式与所述 X 线源互相对向，并检测从所述 X 线源照射所述对象物而透过所述对象物的 X 线；该扫描仪，还使所述 X 线源和所述 X 线检测器相对于所述对象物、以旋转轴为中心旋转，同时使所述对象物对于所述 X 线源和所述 X 线检测器沿所述旋转轴相对移动，进行螺旋扫描；

所述图像处理装置，通过所述螺旋扫描，从由所述 X 线检测器收集的投影数据、制作所述对象物的断层像；其特征在于：

所述图像处理装置，在所述对象物的所述旋转轴上的同一位置，以所述旋转的相位范围重合的方式，将组合不同的多个投影数据的数据进行再构成并制作断层像。

2. 按照权利要求 1 所述的 X 线 CT 装置，其特征在于：所述图像处理装置，使用所述不同的多个投影数据和对应于它们的、作为所述旋转的相位范围的函数的加权函数，进行加权平均并组合，由这样得出的数据进行再构成图像。

3. 按照权利要求 2 所述的 X 线 CT 装置，其特征在于：所述不同的多个投影数据占所述旋转的相位范围的全相位上的范围为  $\pi$  以上。

4. 按照权利要求 1 所述的 X 线 CT 装置，其特征在于：所述图像处理装置，具有选择装置，该选择装置，从所述二维地配置的 X 线检测器的多个单元列选择所述不同的多个投影数据；并且，所述图像处理装置，还使用由该选择装置选择的单元列的检测数据和与该数据的对置数据进行再构成图像。

5. 一种 X 线 CT 装置，包括扫描仪和图像处理装置；

所述扫描仪，包括 X 线源和 X 线检测器；该 X 线检测器，由二维地配置的多个 X 线检测单元构成，以把对象物夹在中间的方式与所述 X 线源互相对向，并检测从所述 X 线源照射所述对象物而透过所述对象物的 X 线；该扫描仪，还使所述 X 线源和所述 X 线检测器相对于所述对象物、

以旋转轴为中心旋转，同时使所述对象物对于所述 X 线源和所述 X 线检测器沿所述旋转轴相对移动，进行螺旋扫描；

所述图像处理装置，通过所述螺旋扫描，从由所述 X 线检测器收集的投影数据、制作所述对象物的断层像；其特征在于，

所述图像处理装置，在所述对象物的所述旋转轴上的同一位置，以所述旋转的相位范围重合的方式，由不同的多个投影数据再构成多个异相位范围的图像，并对所述再构成的多个异相位的图像进行加法运算、制作断层像。

6. 按照权利要求 5 所述的 X 线 CT 装置，其特征在于：所述多个异相位范围的图像，通过将作为所述旋转的相位范围的函数的加权函数进行加权平均，然后进行加法运算，求出断层像。

7. 按照权利要求 5 所述的 X 线 CT 装置，其特征在于：所述图像处理装置，具有选择装置，该选择装置，从所述二维地排列的 X 线检测器的多个单元列，选择所述不同的多个投影数据；该图像处理装置，还使用由该选择装置选择的单元列的检测数据和该数据的对置数据，进行再构成图像。

8. 按照权利要求 5 所述的 X 线 CT 装置，其特征在于：对于所述再构成的多个异相位范围的图像，所述异相位范围，是 180 度。

9. 按照权利要求 2 所述的 X 线 CT 装置，其特征在于：所述不同的多个投影数据占所述旋转的相位范围的全相位上的范围为  $3\pi/2$ 。

## 多列检测器型 X 线 CT 装置及断层照片图像的制作方法

### 技术领域

本发明涉及一种对检测从照射 X 线的被检体透过的 X 线而得到的测量数据、通过计算机进行图像处理而得到断层图像的计算机断层摄影 (CT) 的方法,尤其涉及具有将多数列的检测单元并列配置的多列检测器的多列检测器型 X 线 CT 装置及断层照片图像的制作方法。

### 背景技术

现在, X 线 CT 装置的主流是 R/R 方式 (第 3 代) CT 装置, 在把被检体夹在中间而相互相对向的位置上, 配置 X 线源和指向该 X 线源的焦点的圆弧状的检测器。从 X 线源发出的 X 线被准直, 形成扇状的 X 线束, 照射在被检体的拍摄断面上。通过边旋转边测量由被检体衰减的透过 X 线来进行摄影动作。旋转中的测量动作以 0.1~0.5 度左右的角度间隔来进行, 例如共计取得 600~1200 通道左右的投影数据。

检测器由多个检测单元构成, 各个单元的输出通过测量电路被作为数字数据而收集, 按每个测量角度构成单元数部分的数据 (视点)。该视点数据从旋转系统向静止系统经由传输路径依次进行传输。被传输的测量数据, 通过处于静止系统中的图像处理装置, 实施检测单元的特性修正、线质量修正及对数变换等的前处理, 然后, 通过筛选修正逆投影法等公知的算法再构成断层像。

作为这样的 X 线 CT 装置之一的应用例, 已知有通过与 X 线源和检测器的旋转的同时边移动被检体躺卧的台子边进行测量、来进行高速检查的螺旋 CT。在这样的螺旋状地扫描被检体的螺旋 CT 中, 为了得到特定断面的断层像, 必须由螺旋状地得到的数据、通过插补获得该断面的数据, 这样的插补处理方法, 例如公开在美国专利第 4, 789, 929 号中。通过实施插补处理, 能够减少移动带来的假影 (artifact)。

进而，具有多列地分割检测器、同时可测量多个断面的投影数据的多断层 CT。在多断层 CT 中，由于仅列数部分同时收集视点，所以在通常的台固定扫描的时候，能够同时拍摄多个断面的断层像。

在于该多断层 CT 中实施螺旋扫描的时候，需要与单断层同样进行插补处理或进行相当于此的加权平均处理并实行再构成。

在美国专利第 5,541,970 号中，公开有为对最近的相对向的束进行插补而构成加权系数，实现螺旋修正。另外，在特开平 9-285460 号中，提案有通过使加权系数在 Z 轴方向均等而提高连续性的方法等。但是，在这些以往的多断层 CT 的螺旋扫描中，不能够应对检测器的列数和螺旋间距的关系的变化，另外，不能够提高插补的因次等，则不具有扩张性。

在这里，本发明者，将解决上述问题的多断层 X 线 CT 装置公开在国际公开 W001/28425 号中。该 CT 装置，在使被检体向体轴方向移动的同时、使 X 线源和检测器列旋转，并进行测量透过被检体的 X 线的螺旋扫描，在螺旋间距（在 X 线源和检测器列做一个旋转的期间、被检体移动的距离和检测器列的间隔之比）比检测器列数大的时候，假设补充检测器列数的假定检测器列，并将设定在该假定检测器列的加权、分配到在求出假定检测器列的投影数据时使用的实检测器的投影数据的加加权。该 CT 装置，以使用从多个检测器列的全部检测器得出的投影数据、再构成断层图像为前提。从而，检测器列数恒定，螺旋间距和检测器列数之间的关系没有被最佳化，所以假影多，在改变螺旋间距时，画质特性不规则地变化（即，对于螺旋间距不进行线性的变化）。特别是，在于测量中所使用的检测器列的数和螺旋间距相等时，使画质大大地变差。进而，在特定的相位（X 线源焦点的特定的旋转角度），有由投影数据的不连续性带来的产生很强的假影的情形。这样，在上述国际公开 W001/28425 号中公开的 X 线 CT 装置，虽然对于检测器列数和螺旋间距以同一规则使用加权函数，但画质特性对于螺旋间距不是线性的、而是不规则地变化。其原因是由于所使用的检测器列数总为恒定。在画质特性对于螺旋间距进行不规则变化时，不能够根据希望得到的画质（假影的强弱）调整螺旋间距。即，很难实现为了得到所希望的画质的螺旋间距的最佳化。

本发明是鉴于这样的情况，其目的在于提供一种能够抑制发生假影、

得到良好的图像的多列检测器型 X 线 CT 装置及断层照片图像的制作方法。

## 发明内容

为了达到上述目的，本发明的 X 线 CT 装置，包括扫描仪和图像处理装置；上述扫描仪，包括 X 线源和 X 线检测器；该 X 线检测器，由二维地配置的多个 X 线检测单元构成，以把对象物夹在中间的方式与上述 X 线源互相对向，并检测从上述 X 线源照射上述对象物而透过上述对象物的 X 线；该扫描仪，还使上述 X 线源和上述 X 线检测器相对于上述对象物、以旋转轴为中心旋转，同时使上述对象物对于上述 X 线源和上述 X 线检测器沿上述旋转轴相对移动，进行螺旋扫描；上述图像处理装置，通过上述螺旋扫描，从由上述 X 线检测器收集的投影数据、制作上述对象物的断层像；其特征在于：上述图像处理装置，在上述对象物的上述旋转轴上的同一位置，以上述旋转的相位范围重合的方式，将组合不同的多个投影数据的数据进行再构成并制作断层像。

理想的是，上述图像处理装置，使用上述不同的多个投影数据和对应于它们的、作为上述旋转的相位范围的函数的加权函数，进行加权平均并组合，由这样得出的数据进行再构成图像。

理想的是，上述不同的多个投影数据占上述旋转的相位范围的全相位上的范围为  $3\pi/2$ 。

理想的是，上述图像处理装置，具有选择装置，该选择装置，从上述二维地配置的 X 线检测器的多个单元列选择上述不同的多个投影数据；并且，上述图像处理装置，还使用由该选择装置选择的单元列的检测数据和与该数据的对置数据进行再构成图像。

另外，本发明的 X 线 CT 装置，包括扫描仪和图像处理装置；上述扫描仪，包括 X 线源和 X 线检测器；该 X 线检测器，由二维地配置的多个 X 线检测单元构成，以把对象物夹在中间的方式与上述 X 线源互相对向，并检测从上述 X 线源照射上述对象物而透过上述对象物的 X 线；该扫描仪，还使上述 X 线源和上述 X 线检测器相对于上述对象物、以旋转轴为中心旋转，同时使上述对象物对于上述 X 线源和上述 X 线检测器沿上述旋转轴相对移动，进行螺旋扫描；上述图像处理装置，通过上述螺旋扫描，从由上

述 X 线检测器收集的投影数据、制作上述对象物的断层像；其特征在于，上述图像处理装置，在上述对象物的上述旋转轴上的同一位置，以上述旋转的相位范围重合的方式，由不同的多个投影数据再构成多个异相位范围的图像，并对上述再构成的多个异相位的图像进行加法运算、制作断层像。

理想的是，上述多个异相位范围的图像，通过将作为上述旋转的相位范围的函数的加权函数进行加权平均，然后进行加法运算，求出断层像。

理想的是，上述图像处理装置，具有选择装置，该选择装置，从上述二维地排列的 X 线检测器的多个单元列，选择上述不同的多个投影数据；该图像处理装置，还使用由该选择装置选择的单元列的检测数据和该数据的对置数据，进行再构成图像。

理想的是，对于上述再构成的多个异相位范围的图像，上述异相位范围，是 180 度。

另外，本发明的断层图像制作方法，通过使 X 线源相对于对象物以旋转轴为中心旋转、同时使上述 X 线源相对于上述对象物沿上述旋转轴移动的螺旋扫描，由二维地配置多个检测单元、并对于从上述 X 线源照射上述对象物且透过上述对象物的 X 线进行检测的 X 线检测器收集投影数据，由该投影数据，制作上述对象物的断层像，其特征在于：由下述步骤构成：设定上述投影数据的测量参数的步骤，和基于上述测量参数进行螺旋扫描并获得投影数据的步骤，和由上述投影数据，在上述对象物的上述旋转轴上的同一位置，以上述旋转的相位范围重合的方式，制作不同的多个投影数据的步骤，和在与上述制作的多个投影数据对应的制作上述同一位置，制作多个再构成图像的步骤，和对上述制作的多个再构成图像、应用加权函数并加法运算，以此制作再构成图像的步骤。

理想的是，制作上述多个投影数据的步骤，由下述步骤构成：决定再构成的上述对象物的上述旋转轴上的同一位置的步骤，和决定在上述设定的同一位置的再构成中使用的数据的、上述二维配置的 X 线检测器的多个单元列的范围的步骤，和决定对应于上述决定的 X 线检测器的单元列的范围的相位范围的步骤，和将上述列范围和上述相位范围数据作为相位数据取得的步骤，和对于上述相位数据制作并应用作为上述旋转轴上相位函数的上述加权函数，获得被螺旋修正的投影数据的步骤。

理想的是，上述加权函数，是上述相位加法运算加权函数。

理想的是，上述加权函数的相位范围是  $\pi$  以上。

另外，本发明的断层图像制作方法，通过使 X 线源相对于对象物以旋转轴为中心旋转、同时使上述 X 线源相对于上述对象物沿上述旋转轴移动的螺旋扫描，由二维地配置多个检测单元、并对于从上述 X 线源照射上述对象物且透过上述对象物的 X 线进行检测的 X 线检测器收集投影数据，由该投影数据，制作上述对象物的断层像，其特征在于：由下述步骤构成：设定上述投影数据的测量参数的步骤，和基于上述测量参数进行螺旋扫描并获得投影数据的步骤，和由上述投影数据，在上述对象物的上述旋转轴上的同一位置，以上述旋转的相位范围重合的方式，制作不同的多个投影数据的步骤，和对上述制作的多个投影数据、应用加权函数并进行加法运算的步骤，和使用应用上述加权函数进行加法运算所得到的投影数据，制作再构成图像的步骤。

根据本发明，通过组合不同的相位的数据或由该数据再构成的图像，能够抑制假影的发生而得到良好的图像。

## 附图说明

图 1 是表示本发明的实施例的多列检测器型 X 线 CT 装置的整体构成的图；

图 2 是 X 线检测器的概念图；

图 3 是说明由多列检测器型 X 线 CT 装置进行螺旋扫描的图；

图 4 (a) 和图 4 (b) 是分别说明由多列检测器型 X 线 CT 装置进行正常扫描和螺旋扫描的图；

图 5 (a) 和图 5 (b) 是说明由多列检测器型 CT 装置的扇形波束构成的 180 度再构成和由平行波束构成的 180 度再构成的图；

图 6 (a) 和图 6 (b) 是分别说明在多列检测器型 CT 装置中的 360 度再构成和 180 度再构成的投影数据相位范围的图；

从图 7 (a) 到图 7 (e) 是说明在螺旋扫描中分别从不同的角度开始投影的 180 度再构成图像的图；

图 8 (a) 和图 8 (b) 是表示进行以往的 180 度再构成的螺旋扫描的

测量图和数据加权函数的图；

图 9 (a) 和图 9 (b) 是表示由本发明的实施例的相位加法运算进行再构成的螺旋扫描的测量图和数据加权函数的图；

从图 10 (a) 到图 10 (d) 是概念地说明多个相位角范围的数据的加法运算的图；

图 11 是说明图像再构成图像加法运算方式的流程图；

图 12 是说明投影数据加法运算方式的流程图；

图 13 是说明相位投影数据的生成方法的流程图。

## 具体实施方式

以下，按照添加附图，对本发明的理想的实施例进行详细说明。

图1是使用本发明的实施例的多列检测器型X线CT装置10的概要构成图。X线CT装置10具有扫描仪12，该扫描仪12由下述部分构成：产生X线的X线发生器14；将由X线发生器14产生的X线进行准直并照射到被检体18的准直仪16；被照射并检测透过被检体18的X线的X线检测器20。扫描仪12，通过扫描仪驱动装置24可以以轴22为中心旋转。被检体18，以被检体18的体轴与轴22大致一致的方式被放置在被检体台26上。被检体台26通过被检体台移动机构28可以沿轴22移动。

从高电压发生装置30，将用于产生X线的高电压供给X线发生器14。扫描仪驱动装置24、被检体台移动机构28和高电压发生装置30，由扫描仪控制器32控制，准直仪16，由包含在扫描仪控制器32中的准直仪控制器34控制。

图2是从图1中的II方向看的X线检测器20的概念图。X线检测器20，具有与X方向平行并且在Z方向（沿轴22的方向）并列的多个（在本实施例中是8个）检测单元列R1~R8。检测单元列R1~R8的每一个Z方向的宽度D被称为探测准直厚。各个检测单元列R1~R8，由多个检测单元21构成。各个检测单元21，生成表示入射的X线束的强度的电信号并输出到图像处理装置36（参照图1）中。这些电信号是表示透过被检体18的X线束的衰减度的数据（以下称为投影数据），图像处理装置36，由投影数据再构成被检体18的断层像并显示在显示装置48上。图像处理装置36，具有被用于测量参数的设定等的输入装置40。该输入装置40，包含有键盘42、鼠标44、触摸屏46那样的输入装置。进而，装入测量参数等的存储器48也可以构成输入装置40的一部分。

参照图3、图4(a)和4(b)，说明由X线CT装置10进行的螺旋扫描。在以下的说明中，将坐标系的原点固定在被检体18上。在螺旋扫描中，使扫描仪12在图1上向顺时针方向旋转，并且在使被检体台26在图2和图3上向Z方向移动的同时收集投影数据。这时，X线发生器14（即、所产生的X线的焦点）对于被检体18相对地描画图3和图4(a)所示的

螺旋状的轨迹。将在扫描仪 12 进行旋转一次的期间、被检体台 26 移动的距离  $T$ 、对于探测准直厚  $D$ （参照图 2）的比称为螺旋间距  $p$ ：

$$p=T/D$$

在以仅使扫描仪 12 旋转而不使被检体台 26 移动的正常扫描中，X 线的焦点，描画图 4（b）所示的圆状的轨迹。当按原样使用由螺旋扫描收集的投影数据进行图像再构成时，在所得到的断层像上产生由螺旋变形的影响带来的假影。为了防止该假影，通过将 X 线焦点的螺旋状的轨迹修正成圆状的轨迹的插补运算来修正投影数据，并将被修正的投影数据用于图像的再构成中。对该修正一般称为「螺旋修正」。

通常，在第 3 代 CT 中，从 X 线发生装置照射的 X 线，是图 5（a）所示的扇形波束。例如，为了使运算高速化，通过被称为 rebinning 的处理，也可以使用并列替换扇形波束而得到的、图 5（b）中所示的平行波束。在扇形波束和平行波束的无论哪种情况下，为了进行图像再构成所必需的最小投影角度，都是从  $S1$  到  $S2$  的角度（ $180$  度（ $\pi$ ）+扇形角度）。将由该最小投影角度收集的投影数据进行图像的再构成，一般地称为「 $180$  度再构成」或「半扫描再构成」，将由此得到的图像一般地称为「 $180$  度再构成图像」或「半扫描再构成图像」。另外，将由  $360$  度（ $2\pi$ ）部分的投影数据进行图像的再构成，一般地称为「 $360$  度再构成」或「全扫描再构成」，将由此得到的图像一般地称为「 $360$  度再构成图像」或「全扫描再构成图像」。由比最小投影角度大而不到  $360$  度的角度部分的投影数据，也通过将过长的数据正规化，进行  $180$  度再构成。

下面，参照图 6（a）和 6（b），说明在多列检测型 X 线 CT 装置 10 中、通过螺旋扫描收集投影数据的方法。在由多列检测型 X 线 CT 装置 10 进行螺旋扫描时，多个检测单元列  $R1\sim R8$  分别以不同的相位通过同一断层位置。在这里，分别地以相位在  $360$  度再构成中分割  $360$  度部分的投影数据、在  $180$  度再构成中分割  $180$  度部分的投影数据，对各个相位，使用由多个检测单元列收集的投影数据进行图像再构成。

图 6（a）表示使用由检测单元列  $R1\sim R8$  的全部收集的投影数据进行  $360$  度再构成的情况，图 6（b）表示使用由检测单元列  $R4\sim R7$  收集的投影数据进行  $180$  度再构成的情况。在本例中，螺旋间距是 8。由于螺旋间

距是在 X 线源和检测器列旋转一次期间、被检体移动的距离对于检测器列的间隔的比,所以在螺旋间距是 8 的时候,检测器列有 8 个就能够取得 1 周 ( $2\pi$ ) 部分的投影数据。为了取得在再构成所需要的最小数据范围内的 180 度相位部分的投影数据,需要使螺旋间距为检测器列数量的 2 倍以下。

在图 6 (a) 和 6 (b) 中,细实线表示在各检测单元列中的测量线,粗实线表示用于图像再构成的数据的范围。由图 6 (b) 可知,在于螺旋间距 8 的螺旋扫描中进行 180 度再构成时,仅以 4 列的数据(在图 6 (b) 的例中,相位角范围从  $5\pi/8$  到  $13\pi/8$ ) 可以进行图像再构成。这通过以 180 度部分的数据补充处于相对向位置的数据、而生成 360 度部分的数据,相当于基于此而进行 360 度再构成。

通过从检测单元列 R1~R8 中选择使用数据的列的范围(例如, R2~R5、R3~R6、等),能够改变数据的相位范围(从投影开始相位到投影结束相位)。将这样改变使用数据的列范围而制成的、相位范围不同的数据称为异相位数据。由这些异相位数据,可以再构成不同的相位角度范围的图像。

在从图 7 (a) 到 7 (d) 中,模式地表示对于具有图 7 (e) 所示的截面的体模进行螺旋扫描、并从各自不同的角度开始投影的 180 度再构成图像的例。图 7 (a)、7 (b)、7 (c)、和 7 (d) 分别是由相位角度范围从  $0\pi$  到  $\pi$  的数据再构成的  $0\pi$  相位图像、由相位角度范围从  $\pi/6$  到  $7\pi/6$  的数据再构成的  $\pi/6$  相位图像、由相位角度范围从  $\pi/3$  到  $4\pi/3$  的数据再构成的  $\pi/3$  相位图像、和由相位角度范围从  $\pi/2$  到  $3\pi/2$  的数据再构成的  $\pi/2$  相位图像。如果注意到在以图 7 (a) 中的箭头所示的位置上产生的假影时,可知随着图 7 (b)、图 7 (c)、图 7 (d) 的相位角度移动,假影的产生方向会有变化。

下面,对产生假影的原因,参照图 8 (a) 和 8 (b) 进行说明。图 8 (a) 是进行从相位角度范围  $0\pi$  到  $\pi$  的 180 度再构成的螺旋扫描的测量图,纵轴表示 Z 位置,横轴表示相位。图 8 (b) 是表示在以往的 180 度再构成中的数据的加权函数的图,纵轴表示加权,横轴表示相位。在图 8 (a) 所示的螺旋扫描中,由于在投影开始相位和投影结束相位、X 线源

的位置偏离 Z 方向,所以在相位方向的两端数据是不连续的。在图 6 (b) 所示的投影例中,作为 R4、R5、R6、R7 的下面的相位的数据,使用处于相对向位置的 R4 的数据。在 R7 和 R4 上,相位相差为 180 度,构成数据的基础的 X 线束的轨迹也不同,所以在 R7 和 R4 之间数据不连续。在图 8 (a) 所示的 180 度再构成中,如果考虑相位方向的数据的正规化,则由于数据仅是 180 度部分,所以如图 8 (b) 所示,数据的加权平均在各相位上总是 1。这时,由不连续相位产生条纹状的假影。当在图像再构成中使用的数据的相位角范围(从投影开始相位到投影结束相位)变化时,不连续相位变化,所以对应于此产生的假影的相位也变化。

在本发明的实施例的图像再构成方法中,为了降低在图 8 (a) 和图 8 (b) 说明的数据的不连续性而抑制假影的发生,对比  $\pi$  更宽的相位范围的异相位数据实行加法运算并进行组合使用。如在从图 7 (a) 到 (d) 中说明的那样,由于发生假影的相位在每个异相位数据中不同,所以通过组合异相位数据可以降低假影的强度。

在本发明的实施例中,对图 9 (a) 所示的相位角范围从  $0\pi$  到  $\pi$  (以下称为相位范围 I) 的数据和相位角范围从  $\pi/2$  到  $3\pi/2$  (以下称为相位范围 II) 的数据,通过图 9 (b) 所示的加权函数进行加权平均、并用于图像再构成中(在从没有加权平均的各数据、首先进行图像再构成,对得到的各再构成图像实施加权平均,也能够合成它们)。根据该加权函数,对于相位范围 I 的数据,在相位方向的两端、即在  $0\pi$  和  $\pi$ ,其加权是 0,在相位方向的中央、即  $\pi/2$ ,其加权是 1。另外,对于相位范围 II 的数据,在相位方向的两端、即在  $\pi/2$  和  $3\pi/2$ ,其加权是 0,在相位方向的中央、即在  $\pi$ ,其加权是 1。即,减小各数据的相位方向的端部(有构成假影的原因的不连续性)的数据的加权,减小对图像再构成的贡献。这样,在相位方向加法运算多个相位角度范围的数据并使用,同时通过实效地减小数据端部的加权,能够降低起因于数据端部的不连续性的假影。

在图 9 (a) 所示的例中,在相位范围 I 的中央(即,在相位范围 I 中数据的连续性最高的位置),由于与相位范围 II 的端部(即,在相位范围 II 中数据的连续性最低的位置)一致,所以修正效果最高。这样,在通过对异相位数据进行加法运算而生成的数据全体为  $3\pi/2$  相位部分时,修

正效果变得最高。

参照从图 10 (a) 到 10 (d), 对多个相位角范围的数据的加法运算进行概念地说明。图 10 (a)、10 (b) 和 10 (c) 分别是  $\pi/2$  相位图像、 $3\pi/4$  相位图像和  $\pi$  相位图像的概念图。在各图像中, 产生依据其相位的角度的假影。图 10 (d) 是对这三个异相位图像进行加法平均运算而得到的图像, 根据这样的加法运算处理、假影强度降低至  $1/3$ 。

下面, 对本发明的实施例的图像再构成的具体顺序, 参照图 11 到 13 进行说明。图 11 是对由没有进行加权平均的数据首先进行图像再构成、将所得到的再构成图像实施加权平均而合成的时候的流程图。首先, 通过输入装置 40 设定测量参数 (步骤 1)。作为测量参数的例, 可以举出螺旋间距  $p$  (或者被检体台 26 的移动速度)、探测准直厚  $D$ 、拍摄范围 (有效视野范围)、X 线发生器 14 的管电流和管电压、和扫描时间 (扫描仪 12 的 1 次旋转所需要的时间)。接着, 基于所设定的测量参数进行螺旋扫描 (步骤 2), 由所得到的各列的投影数据, 制作在同一断层位置的多个异相位投影数据 (步骤 3), 由所得到的异相位投影数据进行再构成, 得到在同一断层位置的多个再构成图像 (步骤 4)。并且, 对所得到的多个再构成图像进行加权平均加法运算处理, 得到最终的再构成图像 (步骤 5)。

图 12 是详细地说明在图 11 的步骤 3 进行的处理的流程图。在图 11 的步骤 2 进行了螺旋扫描后, 为了得到某断层位置的异相位数据, 决定再构成的断层位置 (步骤 31)。该再构成的断层位置, 由从输入装置 40 输入的拍摄范围和再构成断层间隔决定, 根据从拍摄开始基准位置的  $Z$  方向的距离来定义。例如, 在从拍摄开始基准位置, 将从拍摄范围下限  $L_{\min}=50\text{mm}$  的位置到拍摄范围上限  $L_{\max}=100\text{mm}$  的位置, 以  $1\text{mm}$  间隔生成图像的时候, 再构成断层位置  $R_{\text{pos}}$  如下:

$$R_{\text{pox}} = L_{\min} + i \quad (i=0, 1, 2, 3, \dots, (L_{\max}-L_{\min}))$$

下面, 决定在被决定的断层的再构成中所使用数据的列范围 (步骤 32)。这时, 在再构成中使用的检测器列的范围, 以 X 线 CT 装置 10 具有的检测器列的数量为上限, 以含螺旋间距一半以上数量的检测器列来决定。例如, 为了由 8 列检测器得到处于螺旋间距 8 的时候的相位的 180 度数据, 由于螺旋间距一半的 4 列部分的数据为 180 度相位数据, 所以从

R1 到 R4、从 R2 到 R5、从 R3 到 R6、从 R4 到 R7、从 R5 到 R8 等作为列范围来决定。

接着，在被决定的列范围的数据中，以再构成的断层位置和各检测器数据的旋转中心位置一致的相位为基准、决定相位范围（步骤 33），取得该列范围和相位范围的数据作为相位数据（步骤 34）。在这里得到的多个相位范围的数据，是断层位置相位范围不同的异相位数据。

所得到的异相位数据，由于是 4 列部分的检测器数据，所以例如制作国际公开 W001/28425 号所示的 4 列检测器用（4 列、螺距 8）加权函数，通过对各个 4 列数据（相位数据）加权，得到被螺旋修正的投影数据（加权投影数据排列）（步骤 35）。

图 13 是对异相位投影数据进行加权平均，由该数据进行图像再构成时的流程图。从步骤 1 到步骤 3 与图 11 的情况相同。在图 13 中，对由步骤 3 得到的多个异相位投影数据进行加权平均加法运算处理（步骤 6），由所得到的投影数据进行再构成，得到最终的再构成图像（步骤 7）。

在以上中，投影数据的多个相位范围，也可以含有相互重合的部分。另外，异相位数据全部由 180 度相位数据制作，但也可以全部使用各个 180 度以上的相位范围（例如，180 度相位数据、200 度相位数据、250 度相位数据）。异相位数据只要是对再构成所必需的最低数据范围（180 度相位）以上即可。

在本实施例中，通过由 8 个检测单元列构成的检测器、得到 8 列投影数据并对此使用加权函数，得到加权投影数据排列。但是，并不限于此，也可通过由以 2 个以上的检测单元列构成的多列检测器，或者从平面检测器得到 2 个以上投影数据排列并对此使用加权函数，得到加权投影数据排列。螺旋扫描时的螺旋间距不限定于整数值，也可以是小数值（例如 1.5、2.5 等）。

（在产业上可利用性）

如以上说明，根据本发明的多列检测器型 X 线 CT 装置及断层照片图像的制作方法，通过对不同相位的数据或由该数据再构成的图像进行组合，能够抑制发生假影而得到良好的画像。

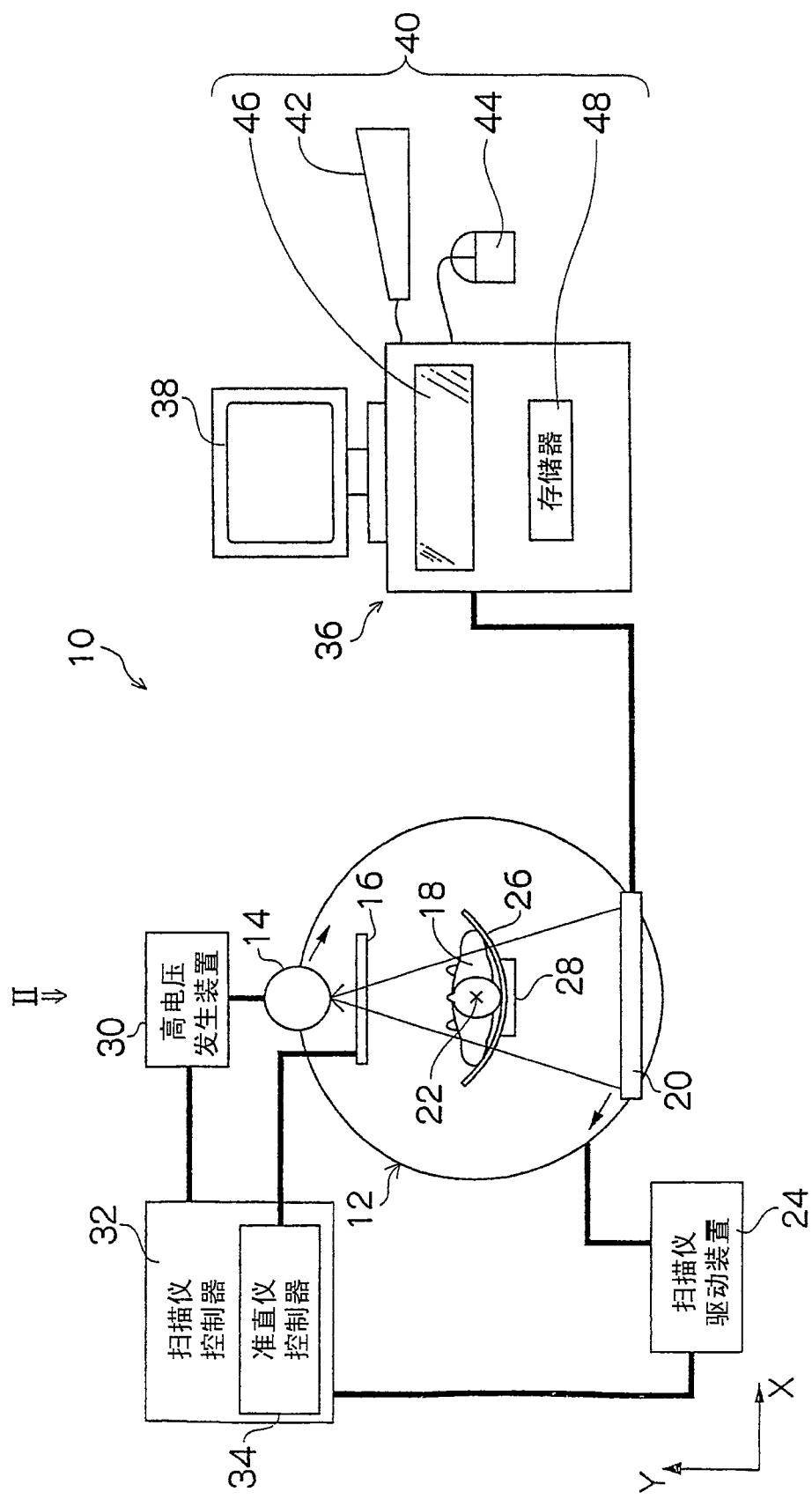


图 1

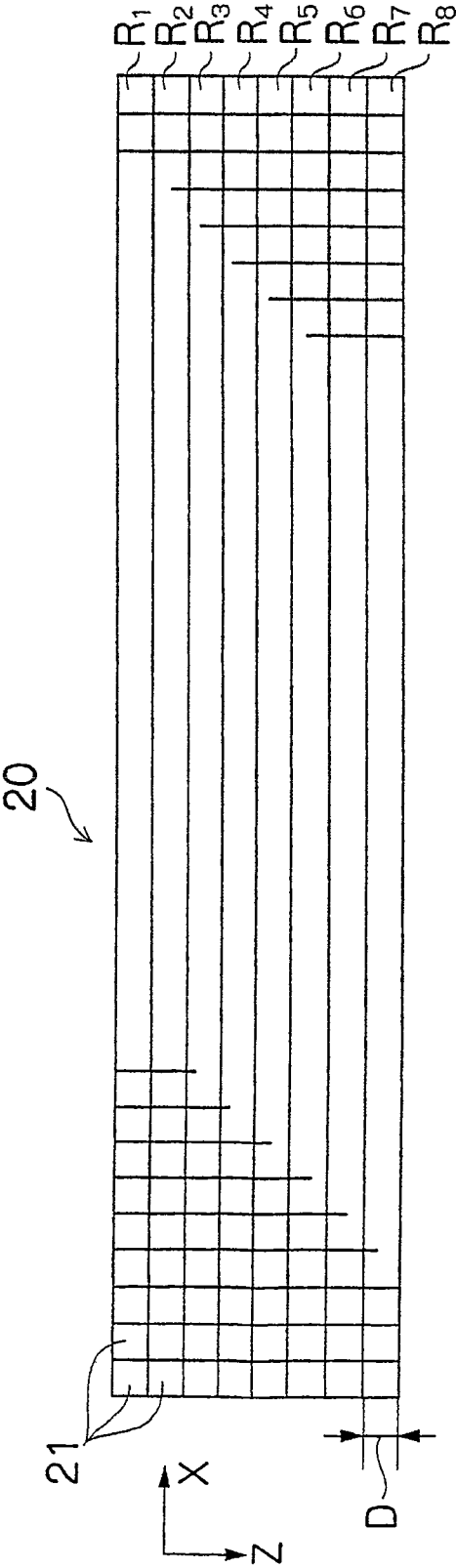


图 2

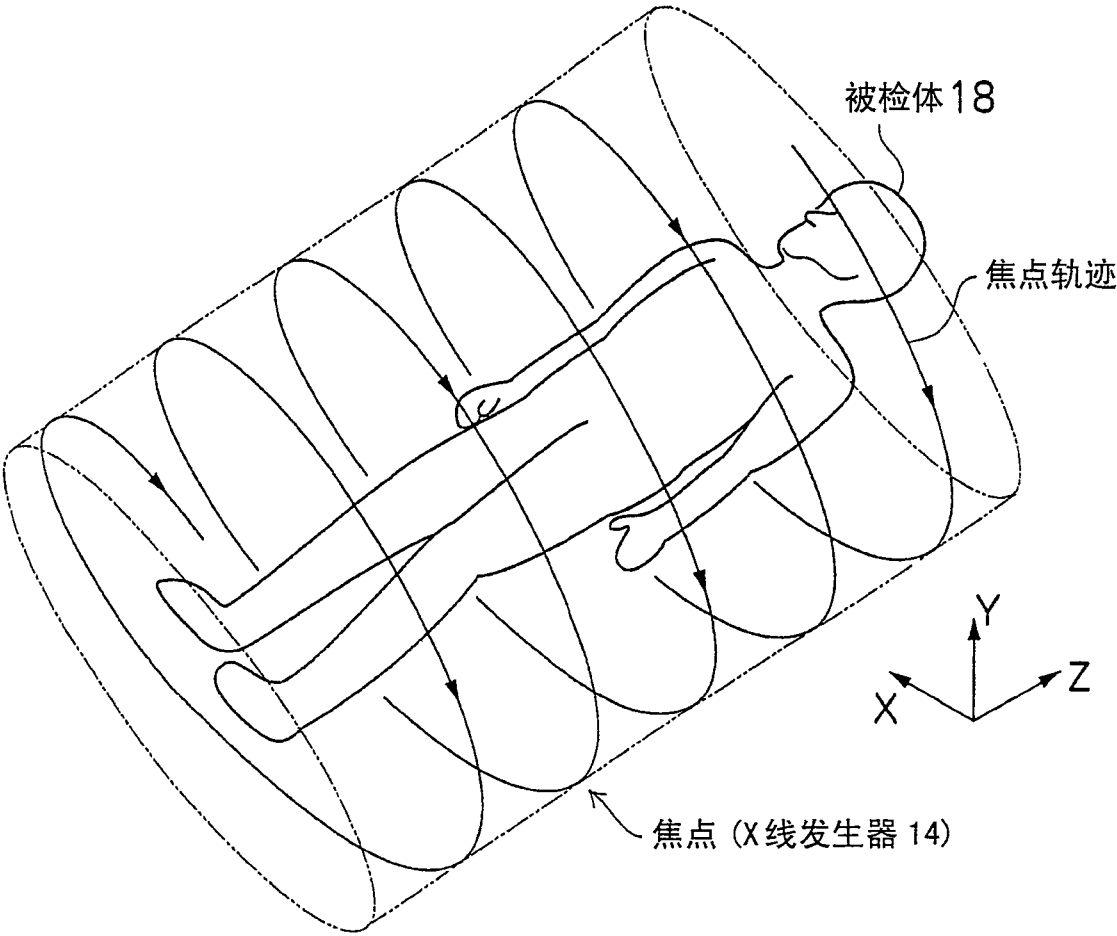


图 3

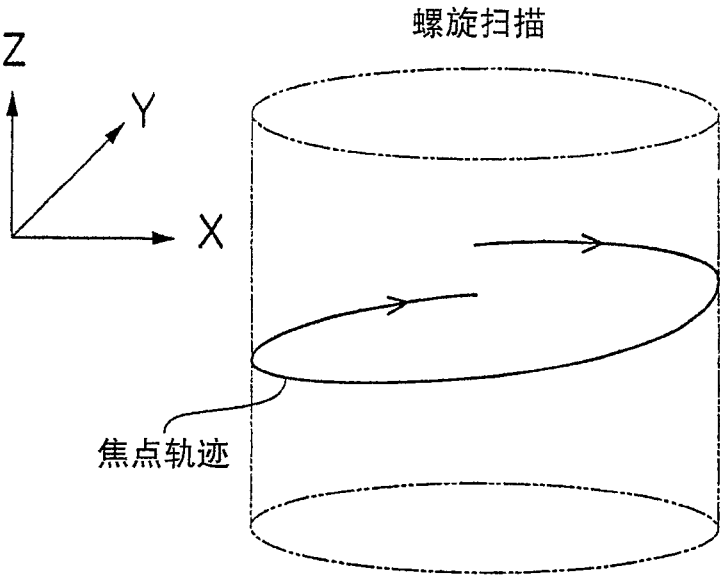


图 4(a)

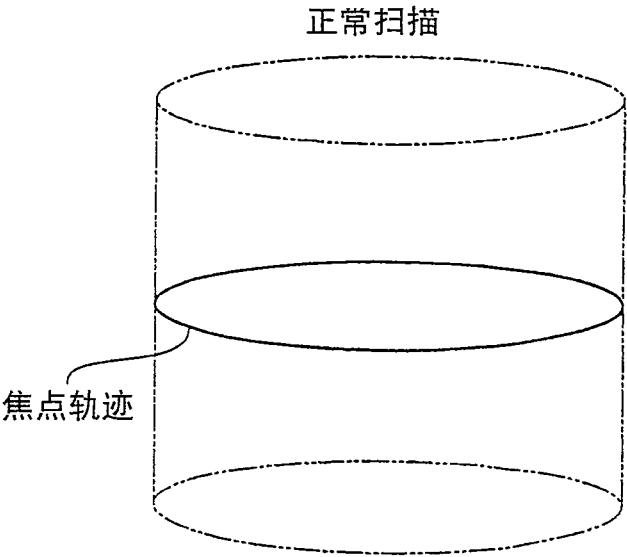


图 4(b)

扇形波束的 180 度再构成

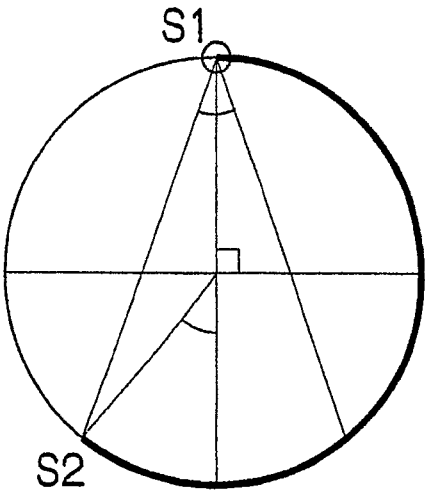


图 5 (a)

平行波束的 180 度再构成

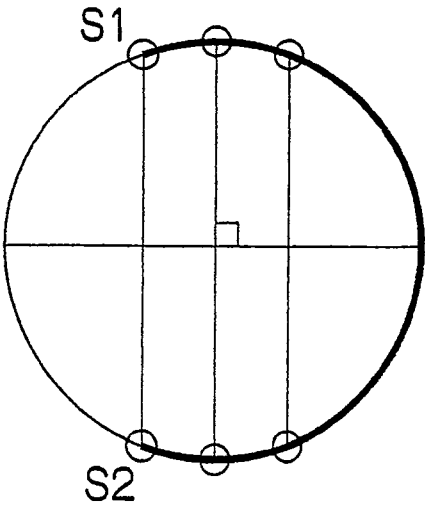


图 5 (b)

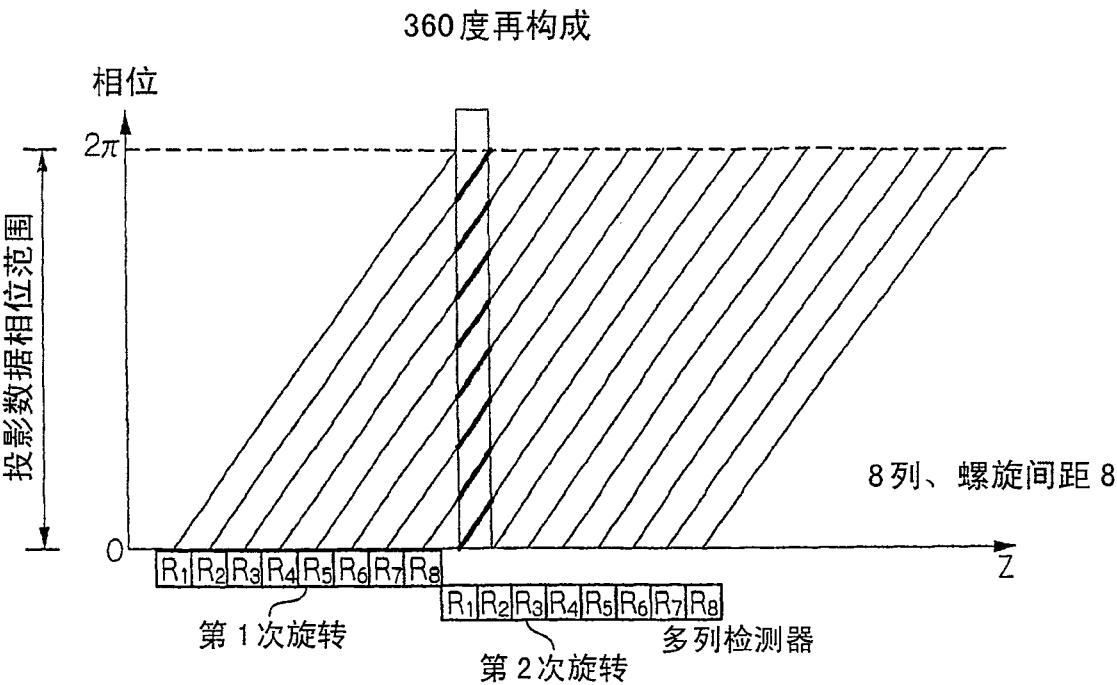


图 6(a)

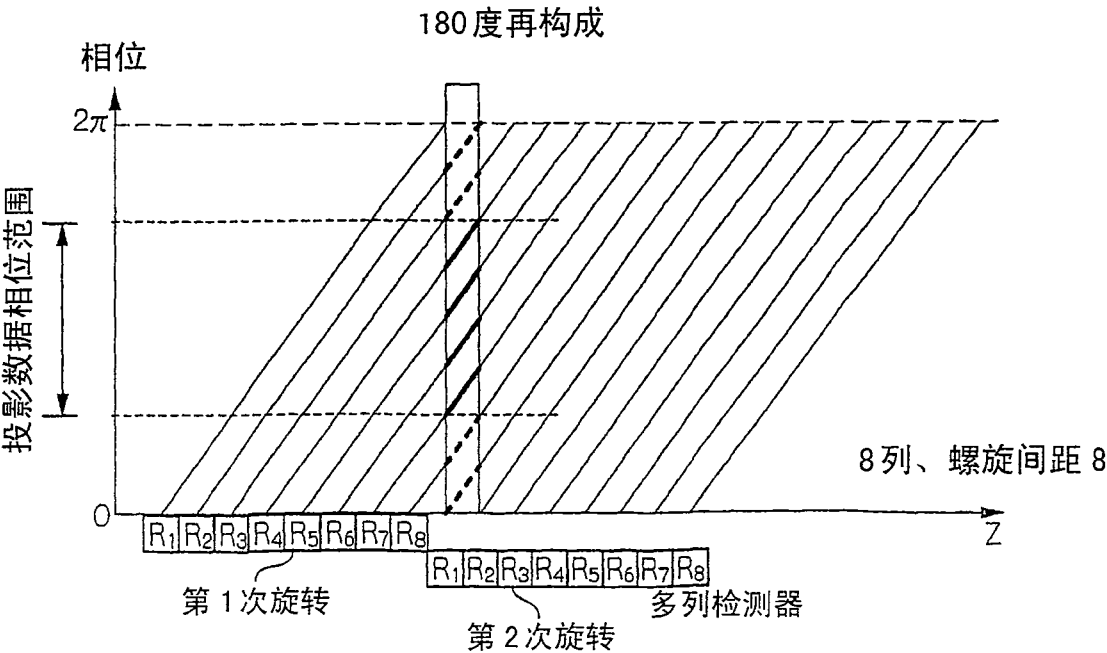


图 6(b)

$0\pi$  相位图像

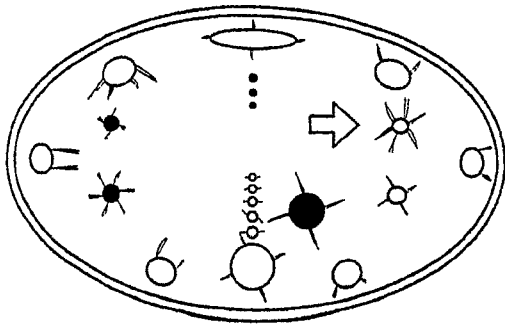


图 7(a)

$\pi/6$  相位图像

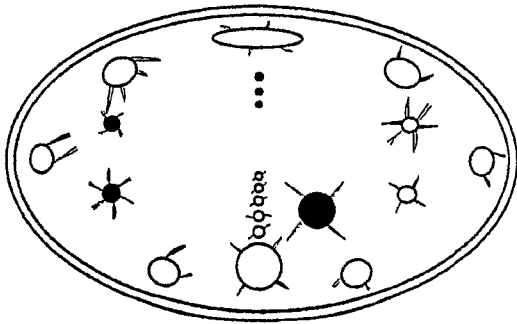


图 7(b)

$\pi/3$  相位图像

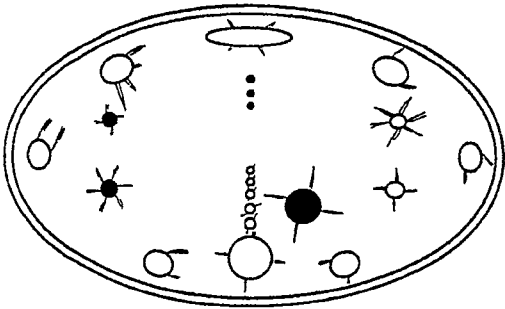


图 7(c)

$\pi/2$  相位图像

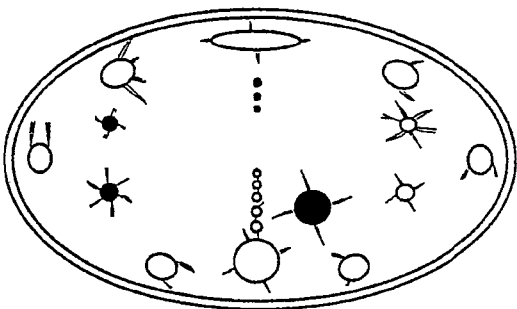


图 7(d)

体模截面图

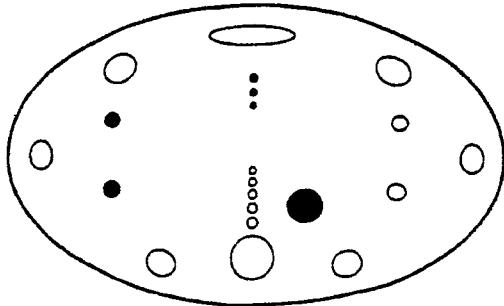


图 7(e)

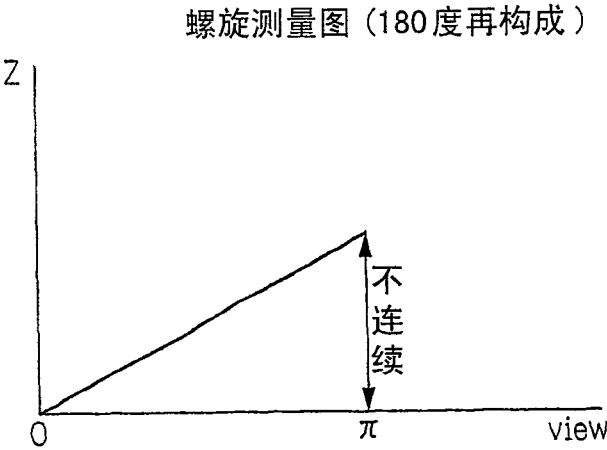


图 8(a)

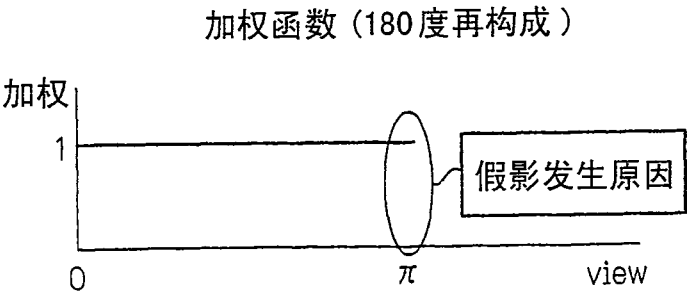


图 8(b)

螺旋测量图（相位加法运算）

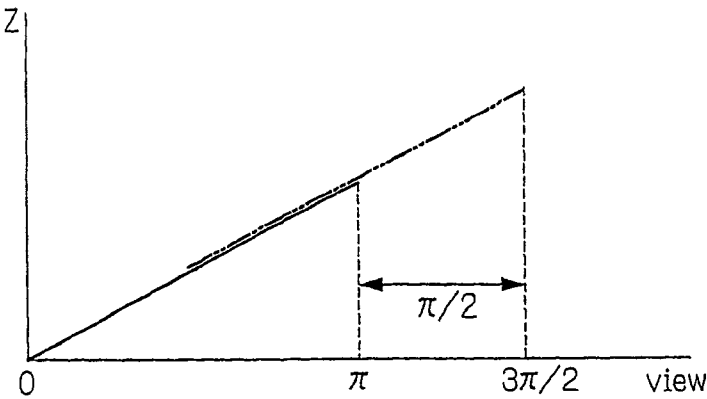


图 9(a)

加权函数（相位加法运算）

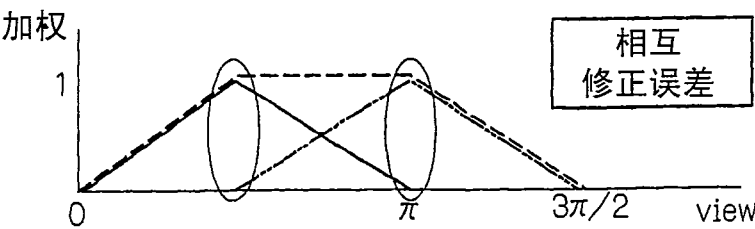


图 9(b)

$\pi/2$  相位图像

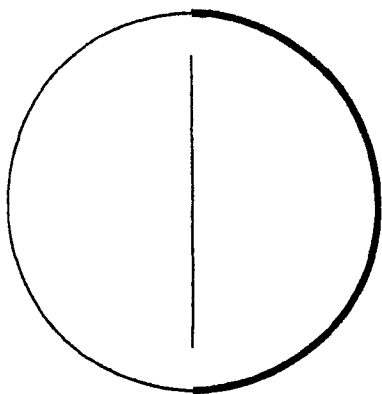


图 10(a)

$3\pi/4$  相位图像

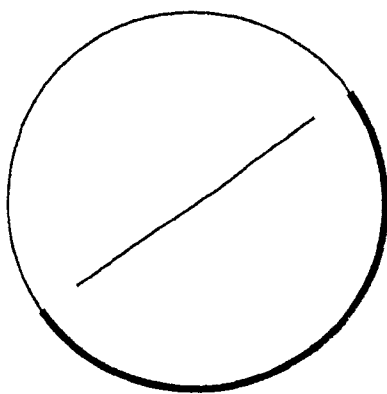


图 10(b)

$\pi$  相位图像

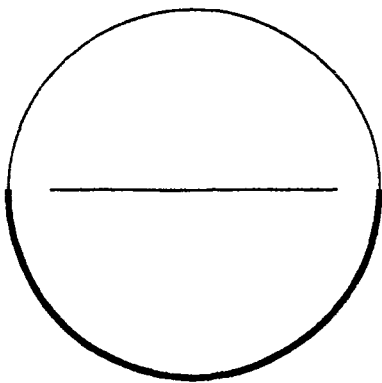


图 10(c)

异相位数据加法运算图像

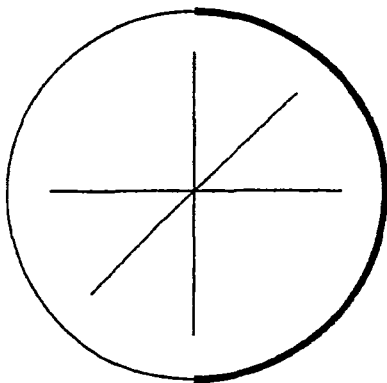


图 10(d)

再构成图像加法运算方式

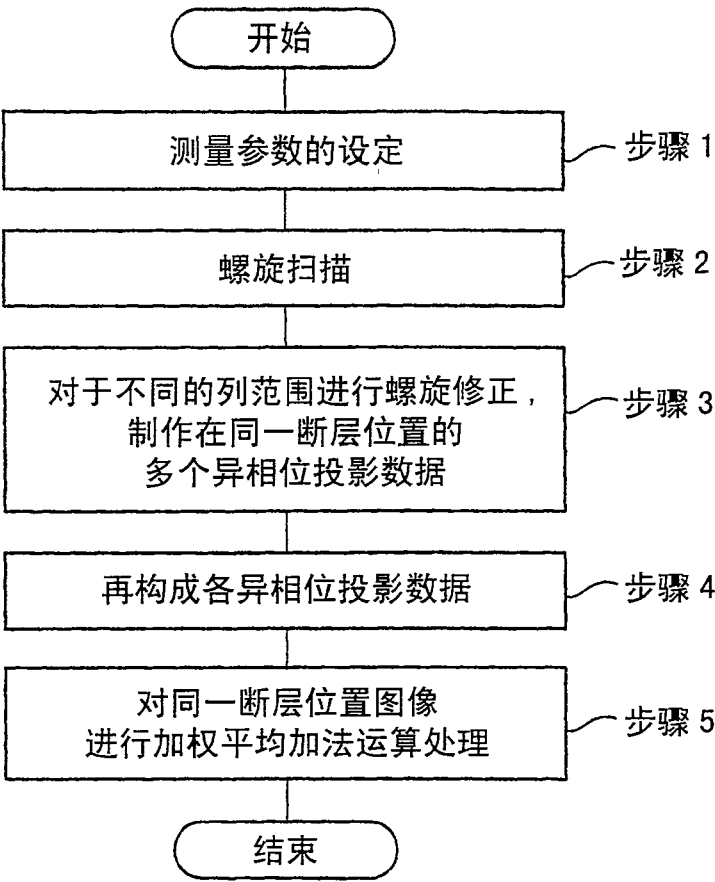


图 11

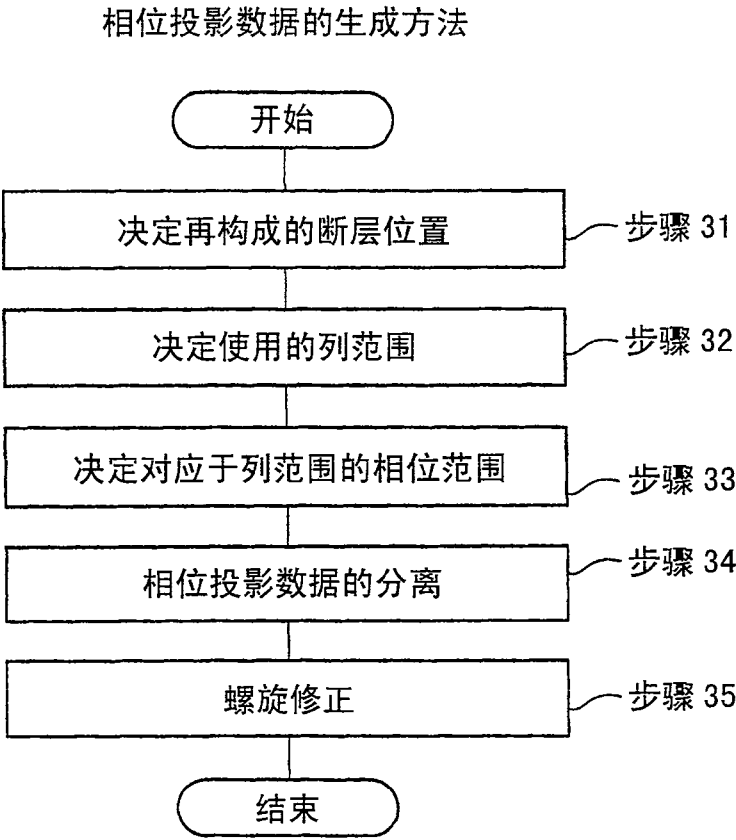


图 12

