



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410104759.0

[43] 公开日 2005年5月25日

[11] 公开号 CN 1619574A

[22] 申请日 2004.9.29

[21] 申请号 200410104759.0

[30] 优先权

[32] 2003.10.7 [33] JP [31] 2003-348293

[71] 申请人 索尼株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 饭塚健

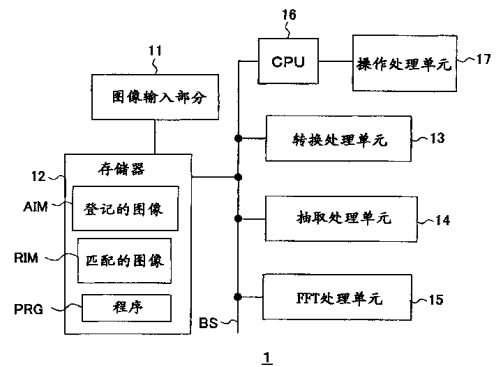
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所
代理人 李 勇

权利要求书5页 说明书21页 附图16页

[54] 发明名称 图像匹配方法、程序和图像匹配系统

[57] 摘要

一种图像匹配方法，能够高精度的匹配图像，还提供用于它的程序和图像匹配系统。提供转换单元，用于根据登记的图像和匹配的图像进行图像处理，用于根据从参考位置至经过图像中每个点的直线上的最近点的距离以及由穿过参考位置的直线与包括所述参考位置的参考轴所形成的夹角来将每个图像中的点转换为曲线图案，将图像中的线性成分转换为多个重叠曲线，并生成转换的图像；相关值生成单元，用于根据所转换的图像进行相关处理，并生成相关值；以及匹配单元，用于根据指示由相关值生成单元所产生的相关值的信号进行匹配。



1.一种用于匹配第一图像和第二图像的图像匹配方法,包括:

第一步骤,根据距离所述第一图像和第二图像的每一个中的参考位置的距离以及由穿过所述参考位置的直线与包括所述参考位置的参考轴所形成的夹角来进行图像转换处理,并在由所述距离和所述角度限定的二维空间中生成第一转换图像和第二转换图像;以及

第二步骤,根据沿着在所述第一步骤中所生成的第一转换图像和第二转换图像中的第一方向和与所述第一方向正交的第二方向的多个不同的相对位置处的相关处理结果,进行所述第一图像对所述第二图像的匹配处理。

2.如权利要求1的图像匹配方法,其中在所述第一步骤中,根据从参考位置至经过图像中点的直线上的最近点的距离,以及由经过所述参考位置和所述最近点的直线与包括参考位置的参考轴之间所形成的夹角,将每个图像中的所述点转换为曲线图案,并将每个图像中的线性成分转换为多个重叠曲线的图案,从而该方法进行图像转换处理,以生成所述第一转换图像和第二转换图像。

3.如权利要求1的图像匹配方法,其中在第二步骤中,通过对在第一步骤中生成的第一和第二转换图像沿着第一方向和第二方向傅立叶变换而进行处理,根据响应于所得到的傅立叶变换处理值的相位成分的相关值,匹配第一图像和第二图像。

4.如权利要求2的图像匹配方法,其中还包括第三步骤,用于根据在第一步骤中生成的第一和第二转换图像中的图案进行位置校正,

其中,在第二步骤中,根据在第三步骤中处理了位置校正的第一和第二转换图像中的图案重叠程度,以及在第一和第二转换图像中的图案的一致或者不一致,进行第一和第二图像的匹配。

5.如权利要求4的图像匹配方法,其中还包括第四步骤,用于抽取各第一和第二转换图像的一个区域,该区域在一个转换图像中的曲线图案的重叠程度大于预定阈值;

其中在第三步骤中,根据第一和第二转换图像的在第四步骤中所抽取区域中的图案进行位置校正;以及

其中在第二步骤中,根据在第三步骤中校正了位置的第一和第二转换图像

的所抽取区域中的图案的一致或者不一致，进行图像匹配。

6. 如权利要求4的图像匹配方法，其中在第二步骤中，对在第一步骤中生成的第一和第二转换图像中的多个不同位置关系进行比较，

从比较结果中生成相似度作为相关值，以及根据所生成的相似度进行图像匹配。

7. 如权利要求1的图像匹配方法，还包括在进行第一步骤之前的用于判断第一步骤的过程是否进行的附加步骤，

在该附加步骤中，

根据从第一和第二图像中的参考位置的距离，以及在经过该参考位置的线以及包括参考位置的参考轴之间的夹角，对第一和第二图像进行图像转换处理；

在由该距离和角度所限定的二维空间中生成分辨率低于第一和第二转换图像的第三和第四转换图像；以及

根据在第三和第四转换图像上的第一方向和与该第一方向垂直的第二方向的多个不同的相对位置中的相关处理结果，进行判断。

8. 一种由用于匹配第一图像和第二图像的信息处理设备来运行的程序，包括：

第一程序，根据距离所述第一图像和第二图像的每一个中的参考位置的距离以及由穿过参考位置的直线与包括所述参考位置的参考轴所形成的夹角来进行图像转换处理，并在由所述距离和所述角度限定的二维空间中生成第一转换图像和第二转换图像；以及

第二程序，根据沿着在所述第一程序中所生成的第一转换图像和第二转换图像中的第一方向和与所述第一方向正交的第二方向的多个不同的相对位置处的相关处理结果，进行所述第一图像对所述第二图像的匹配处理。

9. 如权利要求8的程序，其中在第一程序中，包括用于进行图像转换处理的程序，用于根据从参考位置至经过图像中点的直线上的最近点的距离，以及由经过参考位置和该最近点的直线与包括参考位置的参考轴之间所形成的夹角，将每个图像中的所述点转换为曲线图案，并将每个图像中的线性成分转换为多个重叠曲线的图案，以生成所述第一转换图像和第二转换图像。

10. 如权利要求8的程序，其中在第二程序中，通过对在第一程序中生成

的第一和第二转换图像沿着第一方向和第二方向傅立叶变换而进行处理, 根据对应于所得到的傅立叶变换处理值的相位成分的相关值, 匹配第一图像和第二图像。

11. 如权利要求 9 的程序, 其中还包括第三程序, 用于根据在第一程序中生成的第一和第二转换图像中的图案进行位置校正, 以及

其中, 在第二程序中, 根据在第三程序中处理了位置校正的第一和第二转换图像中的图案重叠程度, 以及在第一和第二转换图像中的图案的一致或者不一致, 进行第一和第二图像的匹配。

12. 如权利要求 11 的程序, 其中还包括第四程序, 用于抽取各第一和第二转换图像的一个区域, 该区域的在一个转换的图像中的曲线图案的重叠程度大于预定阈值;

其中在第三程序中, 根据第一和第二转换图像的在第四程序中所抽取区域中的图案进行位置校正; 以及

其中在第二程序中, 根据在第三程序中校正了位置的第一和第二转换图像的所抽取区域中的图案的一致或者不一致, 进行图像匹配。

13. 如权利要求 12 的程序, 其中在第二程序中, 对在第一步骤中生成的第一和第二转换图像中的多个不同位置关系进行比较,

从比较结果中生成相似度作为相关值, 以及
根据所生成的相似度进行图像匹配。

14. 如权利要求 8 的程序, 还包括在进行第一程序之前的用于判断第一程序的过程是否进行的附加程序,

在该附加程序中,

根据从第一和第二图像中的参考位置的距离, 以及在经过该参考位置的线以及包括参考位置的参考轴之间的夹角, 对第一和第二图像进行图像转换处理;

在由该距离和角度所限定的二维空间中生成分辨率低于第一和第二转换图像的第三和第四转换图像; 以及

根据在第三和第四转换图像上的第一方向和与该第一方向垂直的第二方向的多个不同的相对位置中的相关处理结果, 进行判断。

15. 一种用于匹配第一图像和第二图像的图像匹配系统, 包括:

转换装置，用于根据距离第一图像和第二图像的每一个中的参考位置的距离以及由穿过参考位置的直线与包括所述参考位置的参考轴所形成的夹角来进行图像转换处理，并在由所述距离和所述角度限定的二维空间中生成第一转换图像和第二转换图像；以及

匹配装置，用于根据沿着在第一程序中所生成的第一转换图像和第二转换图像中的第一方向和与第一方向正交的第二方向的多个不同的相对位置处的相关处理结果，进行第一图像对第二图像的匹配处理。

16. 如权利要求 15 的图像匹配系统，其中在转换装置中，根据从参考位置至经过图像中点的直线上的最近点的距离，以及由经过参考位置和该最近点的直线与包括参考位置的参考轴之间所形成的夹角，将每个图像中的点转换为曲线图案，并将每个图像中的线性成分转换为多个重叠曲线的图案，从而进行图像转换处理，以生成第一转换图像和第二转换图像。

17. 如权利要求 15 的图像匹配系统，其中匹配装置对在第一步骤中生成的第一和第二转换图像沿着第一方向和第二方向傅立叶变换而进行处理，根据对应于所得到的傅立叶变换处理值的相位成分的相关值，匹配第一图像和第二图像。

18. 如权利要求 16 的图像匹配系统，其中还包括位置校正装置，用于根据在第一步骤中生成的第一和第二转换图像中的图案进行位置校正，以及

其中，根据处理了位置校正的第一和第二转换图像中的图案重叠程度，以及在第一和第二转换图像中的图案的一致或者不一致，所述匹配装置进行第一和第二图像的匹配。

19. 如权利要求 18 的图像匹配系统，其中还包括抽取装置，用于抽取各第一和第二转换图像的一个区域，该区域在一个转换的图像中的曲线图案的重叠程度大于预定阈值；

其中位置校正装置根据第一和第二转换图像的在第四程序中所抽取区域中的图案进行位置校正；以及

其中匹配装置根据在第三程序中校正了位置的第一和第二转换图像的所抽取区域中的图案的一致或者不一致，进行图像匹配。

20. 如权利要求 18 的图像匹配系统，其中匹配装置，

对在转换装置中生成的第一和第二转换图像中的多个不同位置关系进行比

较,

从比较结果中生成相似度作为相关值, 以及
根据所生成的相似度进行图像匹配。

图像匹配方法、程序和图像匹配系统

技术领域

本发明涉及用于根据图像中的线性成分匹配两个血管图像、指纹图像、静止图像、移动图像以及其他图像的图像匹配方法，以及用于它的程序和图像匹配系统。

背景技术

作为用于匹配图像信息的系统，过去已经知道各种图像匹配系统。例如已经知道一种信息处理设备，用于例如将登记的图像与成预定位置关系的用于进行比较的图像、也就是“匹配图像”进行比较以计算相关值，并根据该相关值来将登记的图像与匹配图像进行匹配；或者一种信息处理设备，通过处理像素单元来生成相关值（参考例如日本未经审查的专利公开 2000-194862）。

但是在上述信息处理设备中，当在登记的图像和匹配图像之间发生平行移动、旋转、放大、缩小或者其他偏离时，就难以适当地生成相关值，有时不能获得足够的匹配精度。因此尚需要改进。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种能够高精度地匹配图像的图像匹配方法，以及用于它的程序和图像匹配系统。

根据本发明的第一个方面，提供一种用于匹配第一图像和第二图像的图像匹配方法，包括：第一步骤，根据距离第一图像和第二图像的每一个中的参考位置的距离以及由穿过参考位置的直线与包括所述参考位置的参考轴所形成的夹角来进行图像转换处理，并在由所述距离和所述角度限定的二维空间中生成第一转换图像和第二转换图像；以及第二步骤，根据沿着在第一步骤中所生成的第一转换图像和第二转换图像中的第一方向和与第一方向正交的第二方向的多个不同的相对位置处的相关处理结果，进行第一图像对第二图像的匹配处理。

优选地，在第一步骤中，根据从参考位置至经过图像中点的直线上的最近

点的距离，以及由经过参考位置和该最近点的直线与包括参考位置的参考轴所形成的夹角，将每个图像中的点转换为曲线图案，并将每个图像中的线性成分转换为多个重叠曲线的图案，从而该方法进行图像转换处理，以生成第一转换图像和第二转换图像。

另外，根据本发明的第二方面，提供一种由用于匹配第一图像和第二图像的信息处理设备来运行的程序，包括：第一程序，根据距离第一图像和第二图像的每一个中的参考位置的距离以及由穿过参考位置的直线与包括所述参考位置的参考轴所形成的夹角来进行图像转换处理，并在由所述距离和所述角度限定的二维空间中生成第一转换图像和第二转换图像；以及第二程序，根据沿着在第一程序中所生成的第一转换图像和第二转换图像中的第一方向和与第一方向正交的第二方向的多个不同的相对位置处的相关处理结果，进行第一图像对第二图像的匹配处理。

优选地，在第一程序中，根据从参考位置至经过图像中点的直线上的最近点的距离，以及由经过参考位置和该最近点的直线与包括参考位置的参考轴所形成的夹角，将每个图像中的点转换为曲线图案，并将每个图像中的线性成分转换为多个重叠曲线的图案，从而该程序进行图像转换处理，以生成第一转换图像和第二转换图像。

另外，根据本发明的第三方面，提供一种用于匹配第一图像和第二图像的图像匹配系统，包括：转换装置，用于根据距离第一图像和第二图像的每一个中的参考位置的距离以及由穿过参考位置的直线与包括所述参考位置的参考轴所形成的夹角来进行图像转换处理，并在由所述距离和所述角度限定的二维空间中生成第一转换图像和第二转换图像；以及匹配装置，用于根据沿着在第一程序中所生成的第一转换图像和第二转换图像中的第一方向和与第一方向正交的第二方向的多个不同的相对位置处的相关处理结果，进行第一图像对第二图像的匹配处理。

优选地，在转换装置中，根据从参考位置至经过图像中点的直线上的最近点的距离，以及由经过参考位置和该最近点的直线与包括参考位置的参考轴所形成的夹角，将每个图像中的点转换为曲线图案，并将每个图像中的线性成分转换为多个重叠曲线的图案，从而执行图像转换处理，以生成第一转换图像和第二转换图像。

根据本发明, 第一步骤、第一程序以及转换装置中的每一个都根据距离第一图像和第二图像的每一个中的参考位置的距离以及由穿过参考位置的直线与包括所述参考位置的参考轴所形成的夹角来进行图像转换处理, 以在由所述距离和所述角度限定的二维空间中生成第一转换图像和第二转换图像, 第二步骤、第二程序和匹配装置中的每一个都根据沿着所生成的第一转换图像和第二转换图像中的第一方向和与第一方向正交的第二方向的多个不同的相对位置处的相关处理结果, 进行第一图像对第二图像的匹配处理。

附图说明

通过结合附图参考本发明实施方式的以下说明将更加了解本发明的上述和其他的目的和特征, 其中:

图 1 是根据本发明的图像匹配系统的类似硬件的功能块图;

图 2 是图 1 所示的图像匹配系统的类似软件的功能块图;

图 3A 和 3B 是用于解释图 2 所示的转换单元的操作的示图;

图 4A - 4F 是用于解释图 2 所示的转换单元的操作的示图, 其中图 4A 是样品图像 $va1$ 的示图, 图 4B 是通过将图 4A 所示的图像 $va1$ 确切地以预定角度 θ 进行旋转而获得的图像 $va2$ 的示图; 图 4C 是通过将图 4B 所示的图像 $va2$ 平行移动而获得的图像 $va3$ 的示图; 图 4D 是通过将图 4A 所示的图像 $va1$ 进行图像转换处理而得到的图像 $hva1$ 的示图; 图 4E 是通过将图 4B 所示的图像 $va2$ 进行图像转换处理而得到的图像 $hva2$ 的示图; 图 4F 是通过将图 4C 所示的图像 $va3$ 进行图像转换处理而得到的图像 $hva3$ 的示图;

图 5A - 5F 是用于解释图 2 所示的转换单元的操作的示图;

图 6 是图 2 所示的相关值生成单元的具体示例的功能块图;

图 7A - 7C 是用于解释相关强度图像 $G(p,q)$ 的相关值的示图, 其中图 7A 和 7B 是作为转换的图像的信号 $S1621$ 和 $S1622$ 的示图, 图 7C 是相关强度图像 $G(p,q)$ 的强度峰值的示图;

图 8 是用于解释相关强度图像 $G(p,q)$ 的示图;

图 9 是用于解释图 1 所示的图像匹配系统的操作的流程图;

图 10 是根据本发明第二实施方式的图像匹配系统的功能块图;

图 11A 和 11B 是用于解释图 10 所示的位置相关单元的操作的示图;

图 12A 和 12B 是用于解释相似度生成单元的操作的示图;

图 13A - 13C 是用于解释图 10 所示的相似度生成单元的操作的示图;

图 14 是用于解释图 10 所示的图像匹配系统的操作的示图;

图 15A-15C 是用于解释根据本发明第三实施方式的图像匹配系统的操作的示图; 以及

图 16 是用于解释根据本发明第三实施方式的图像匹配系统的操作的流程图。

具体实施方式

图 1 是根据本发明第一实施方式的图像匹配系统的类似硬件的功能块图。

例如图 1 所示的该实施方式的图像匹配系统(信息处理设备)1 具有图像输入部分 11、存储器 12、转换处理单元 13、抽取处理单元 14、快速傅立叶变换(FFT)处理单元 15、中央处理单元(CPU) 16 以及操作处理单元 17。例如, 图像输入部分 11 连接至存储器 12。存储器 12、转换处理单元 13、抽取处理单元 14、FFT 处理单元 15 和 CPU 处理单元 16 通过总线 BS 连接。

图像输入部分 11 是用于从外界接受图像输入的输入部分。例如, 图像输入部分 11 接受登记的图像 AIM 和要与该登记的图像 AIM 相比较的图像(也称为“匹配图像 RIM”)作为输入。存储器 12 存储例如从其图像输入部分输入的图像。另外, 存储器 12 例如存储登记的图像 AIM、匹配的图像 RIM、程序 PRG 等等, 如图 1 所示。程序 PRG 由例如 CPU16 运行, 并包括用于实现与本发明的转换处理、相关处理、匹配处理等相关的程序。

转换处理单元 13 在 CPU16 的控制下执行将在以后解释的图像转换处理, 并将处理结果输出至 CPU16。转换处理单元 13 优选采用由硬件构成的专用电路从而以高速进行例如图像转换处理。

抽取处理单元 14 在 CPU16 的控制下执行将在以后解释的抽取处理(也称为“遮蔽处理”), 并将结果输出至 CPU16。抽取处理单元 14 优选采用由硬件构成的专用电路从而以高速进行例如抽取处理。

快速傅立叶变换(FFT)处理单元 15 根据存储器 12 存储的图像在例如 CPU16 的控制下执行二维傅立叶变换处理, 并将处理结果输出至 CPU16 等。

在例如登记的图像 AIM 根据将在以后解释的 CPU16 的处理结果与匹配图

像 RIM 匹配的时候, 操作处理单元 17 执行用于释放电子锁等的预定处理。

CPU16 根据例如存储在存储器 12 中的程序 PRG、登记的图像 AIM 和匹配图像 RIM 执行本发明该实施方式的匹配处理。另外, CPU16 控制图像输入部分 11、存储器 12、转换处理单元 13、抽取处理单元 14、FFT 处理单元 15、操作处理单元 17 等等, 以实现该实施方式的处理。

图 2 是图 1 所示的图像匹配系统的类似软件的功能块图。例如, 如图 2 所示, 运行存储器 12 中的程序的 CPU16 实现转换单元 161、抽取单元 162、相关值生成单元 163、以及匹配单元 164 的功能。转换单元 161 对应于本发明的转换装置, 相关值生成单元 163 和匹配单元 164 对应于本发明的匹配装置。

转换单元 161 使得转换处理单元 13 就例如执行图像转换处理的硬件进行专门的图像处理。更详细地说, 例如转换单元 161 根据登记的图像 AIM 进行图像转换处理, 并将处理结果输出作为信号 S1611。另外, 转换单元 161 根据匹配的图像 RIM 执行图像转换处理, 并将处理结果输出作为信号 S1612。

图 3A 和 3B 是用于解释图 2 所示的转换单元的操作的示图。转换单元 161 根据例如从第一图像和第二图像中每一个内的参考位置的距离以及由穿过参考位置的直线和包括参考位置的参考轴所形成的夹角来执行图像转换处理, 以在由该距离和夹角所限定的二维空间内生成第一转换图像和第二转换图像。

更详细地说, 转换单元 161 执行图像处理, 用于根据从参考位置 O 至经过该图像中的点的直线 L0 上的最近点 P0 的距离 ρ_0 以及由经过参考位置 O 和该最近点 P0 的直线 n0 和包括参考位置 O 的参考轴所形成的夹角 θ_0 而将每个图像中的点转换为曲线图案, 并将图像中的线性成分转换为多个重叠的曲线图案, 以生成第一转换图像和第二转换图像。

为了简化解释, 例如如图 3A 所示, 假设直线 L0 和该直线 L0 上的点 P1(x1,y1)、点 P2(x2,y2)和点 P3(x3,y3)存在于一个 X-Y 平面上。如果例如经过原点(参考位置)O 并垂直于直线 L0 的直线是 n0, 直线 n0 和作为参考轴的 x 轴具有呈 θ_0 角度的相互关系。从原点 O 至直线 L0 呈距离为 $|\rho_0|$ 的相互关系。直线 L0 可以由参数例如 (ρ_0, θ_0) 来实现。在 X-Y 平面上的坐标(x,y)上进行的本发明的图像转换处理由例如以下公式(1)来限定:

$$\rho = x \cdot \cos\theta + y \cdot \sin\theta \quad (1)$$

例如, 当对 P1、P2 和 P3 中的每个点进行公式(1)所示的转换处理时,

如图 3B 所示在 $\rho - \theta$ 空间内将点转换为曲线。更详细地说, 转换处理用于将点 $P1(x1,y1)$ 转换为曲线 $PL1(x1 \cdot \cos\theta + y1 \cdot \sin\theta)$ 、将点 $P2(x2,y2)$ 转换为曲线 $PL2(x2 \cdot \cos\theta + y2 \cdot \sin\theta)$, 以及将点 $P3(x3,y3)$ 转换为曲线 $PL3(x3 \cdot \cos\theta + y3 \cdot \sin\theta)$ 。这些曲线 $PL1$ 、 $PL2$ 和 $PL3$ 的图案在 $\rho - \theta$ 空间内在交点 $CP(\rho0,\theta0)$ 处相交。在 $\rho - \theta$ 空间内, 交点 $(\rho0,\theta0)$ 对应于 $X - Y$ 平面上的线性成分 $L0$ 。相反如图 3A 所示, $X - Y$ 平面上的线性成分对应于 $\rho - \theta$ 空间内的图案 $PL1$ 、 $PL2$ 和 $PL3$ 的交点 CP 。

如上所解释的, 进行用于数字化的图像转换处理。根据在处理结果的 $\rho - \theta$ 空间内的曲线图案的重叠程度可以确定, 在处理之前哪个线性成分在 $X - Y$ 平面上是占支配地位的。图像在该 XY 平面上的旋转和平行移动对应于在图像处理之后在 $\rho - \theta$ 空间内沿着 θ 方向和 ρ 方向的平行移动。

图 4A - 4F 是用于解释图 2 所示的转换单元的操作的示图, 其中图 4A 是样品图像 $va1$ 的示图, 图 4B 是通过将图 4A 所示的图像 $va1$ 确切地以预定角度 θ 进行旋转而获得的图像 $va2$ 的示图; 图 4C 是通过将图 4B 所示的图像 $va2$ 平行移动而获得的图像 $va3$ 的示图; 例如在图 4A - 4C 中, X 轴画在纵坐标上, Y 轴画在横坐标上。图 4D 是通过对图 4A 所示的图像 $va1$ 进行图像转换处理而得到的图像 $hva1$ 的示图; 图 4E 是通过对图 4B 所示的图像 $va2$ 进行图像转换处理而得到的图像 $hva2$ 的示图; 图 4F 是通过对图 4C 所示的图像 $va3$ 进行图像转换处理而得到的图像 $hva3$ 的示图。例如在图 4D - 4F 中, ρ 轴画在纵坐标上, θ 轴画在横坐标上。

当转换单元 161 对包括直线 $La1$ 和 $La2$ 的图像 $va1$ 进行例如如图 4A 所示的图像转换处理时, 它通过如图 4D 所示将指示 $\rho - \theta$ 空间的图像中的曲线图案进行重叠生成一个包括两个点的图像 $hva1$ 。为了简化解, 只显示了具有曲线图案的大重叠程度的点。当转换单元 161 如图 4B 所示对通过将图像 $va1$ 确切地以预定角度 θ 进行旋转而获得的图像 $va2$ 进行图像转换处理时, 它生成如图 4E 所示的图像 $hva2$ 。与图 4D 所示的图像 $hva1$ 相比, 该图像 $hva2$ 沿着 θ 方向基于在指示 $\rho - \theta$ 的空间的图像中的旋转角度 θ 而准确地平行移动一定的量。当转换单元 161 如图 4C 所示对通过将图像 $va2$ 确切地以预定量平行移动而获得的图像 $va3$ 进行图像转换处理时, 它生成如图 4F 所示的图像 $hva3$ 。与图 4E 所示的图像 $hva2$ 相比, 该图像 $hva3$ 沿着 ρ 方向基于在指示 $\rho - \theta$ 的空间的图像中的平行移

动量而准确地平行移动一定的量。从上述特征，通过检测在在图像转换过程之后在图像之间的平行移动量而计算相关程度，可以考虑在图像转换处理之前的图像的旋转角度和平行移动而进行图像匹配。

图 5A - 5F 是用于解释图 2 所示的转换单元的操作的示图。转换单元 161 对例如图 5A 中所示的登记的图像 AIM 进行图像转换处理，生成如图 5C 所示的图像 S1611，对图 5B 所示的匹配图像 RIM 进行图像转换处理，生成图像 S1612。在图像 S1611 和图像 S1612 中的像素内设定与曲线图案的重叠程度相一致的值。在该实施方式中由预定的半色调显示的图像之中，曲线图案的重叠程度越高，所显示的图像越白。如后面所解释的那样，匹配单元 164 根据曲线图案的重叠程度进行匹配处理，从而根据原始 XY 空间内的线性成分进行匹配处理。

抽取单元 162 抽取其在一个转换的图像中的曲线图案的重叠程度大于为第一转换图像和第二转换图像中的每个先前设定的阈值的区域。更详细地说，例如抽取单元 162 抽取其一个转换的图像中的曲线图案的重叠程度大于如图 5C 所示根据第一转换图像的信号 S1611 而先前设定的阈值的区域，产生如图 5E 所示的图像信号 S1621，并将其输出至相关值生成单元 163。另外例如，抽取单元 162 抽取其一个转换的图像中的曲线图案的重叠程度大于如图 5D 所示根据第二转换图像的信号 S1612 而先前设定的阈值的区域，产生如图 5F 所示的图像信号 S1622，并将其输出至相关值生成单元 163。通过进行这种抽取处理，消除了例如与例如登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 的 XY 空间中的线性成分不同的噪音成分，例如点成分。例如，抽取单元 162 使得抽取处理单元 14 就例如执行如上所述的抽取处理的抽取处理（遮蔽处理）的硬件而进行专门的抽取处理（也称之为遮蔽处理）。

相关值生成单元 163 根据基于第一转换图像和第二转换图像的信号 S1621 和信号 S1622 在沿着第一方向和与该第一方向正交的第二方向的多个不同相对位置处的相关处理结果进行第一图像和第二图像的匹配处理。此处，第一方向和第二方向表示在转换的图像中的 X 方向和 Y 方向（或者 θ 轴方向和 ρ 轴方向）。

更详细地说，相关值生成单元 163 根据第一转换图像和第二转换图像中的图案的重叠程度以及基于第一和第二转换图像的第一转换图像和第二转换图像中的图案的一致/不一致，生成相关值，并将所生成的相关值作为信号 S163 输

出至匹配单元 164。

图 6 是图 2 所示的相关值生成单元 162 的具体示例的功能块图。如图 6 所示，相关值生成单元 163 具有相关单元 1631 和相关值检测单元 1632。相关单元 1631 采用例如相位限制滤波器基于信号 S1621 和 S1622 进行相关处理，并将处理结果作为信号 S1631 输出至相关值检测单元 1632。相关单元 1631 例如图 6 所示，具有傅立叶变换单元 16311 和 16312，结合单元 16313，相位抽取单元 16314，以及反向傅立叶变换单元 16315。

在例如 $M \times N$ 个像素的图像 $pA(m,n)$ 的情况下，傅立叶变换单元 16311 如公式 (2) 所示对信号 S1621 进行傅立叶变换，生成傅立叶图像数据 $X(u,v)$ ，并将其作为信号 S16311 输出至结合单元 16313。在例如 $M \times N$ 个像素的图像 $pB(m,n)$ 的情况下，傅立叶变换单元 16312 如公式 (3) 所示对信号 S1622 进行傅立叶变换，生成傅立叶图像数据 $Y(u,v)$ ，并将其作为信号 S16312 输出至结合单元 16313。

傅立叶图像数据 $X(u,v)$ 如公式 (2) 所示由振幅谱 $C(u,v)$ 和相位谱 $\theta(u,v)$ 构成，同时傅立叶图像数据 $Y(u,v)$ 如公式 (3) 所示由振幅谱 $D(u,v)$ 和相位谱 $\varphi(u,v)$ 构成。

$$X(u,v) = \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{n=0}^{N-1} pA(m,n) e^{-j2\pi((mu+nv)/N)} = C(u,v) e^{j\theta(u,v)} \quad (2)$$

$$Y(u,v) = \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{n=0}^{N-1} pB(m,n) e^{-j2\pi((mu+nv)/N)} = D(u,v) e^{j\varphi(u,v)} \quad (3)$$

结合单元 16313 结合在傅立叶变换单元 16311 和 16312 处生成的数据 $X(u,v)$ 和 $Y(u,v)$ ，并求相关。例如，结合单元 16313 生成 $X(u,v) \cdot Y^*(u,v)$ ，并将其输出给相位抽取单元 16314。此处， $Y^*(u,v)$ 是 $Y(u,v)$ 的复共轭。

相位抽取单元 16314 基于来自结合单元 16313 的结合信号输出消除了振幅成分，并抽取相位信息。例如相位抽取单元 16314 根据 $X(u,v) \cdot Y^*(u,v)$ 抽取相位成分 $Z(u,v) = \exp\{j(\theta(u,v) - \varphi(u,v))\}$ 。

相位信息的抽取不限于上述形式。例如，可以在基于傅立叶变换单元 16311 和 16312 的输出根据公式 (4) 和公式 (5) 抽取相位信息之后仅如公式 (6) 所示结合相位成分，并生成 $Z(u,v)$ 。

$$X'(u,v) = e^{j\theta(u,v)} \quad (4)$$

$$Y'(u, v) = e^{j\varphi(u, v)} \quad (5)$$

$$Z(u, v) = X'(u, v)(Y'(u, v))^* = e^{j(\theta(u, v) - \varphi(u, v))} \quad (6)$$

反向傅立叶变换单元 16315 根据仅是从相位抽取单元 16314 输出的信号 $Z(u, v)$ 进行反向傅立叶变换处理, 以生成相关强度图像。更详细地说, 反向傅立叶变换单元 16315 如公式 (7) 所示基于信号 $Z(u, v)$ 进行反向傅立叶变换处理, 并生成相关强度图像 $G(p, q)$, 然后将其作为信号 S1631 输出至相关值检测单元 1632。

$$G(p, q) = \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} (Z(u, v)) e^{j2\pi((up+vq)/N)} = \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} (e^{j(\theta(u, v) - \varphi(u, v))}) e^{j2\pi((up+vq)/N)} \quad (7)$$

相关值检测单元 1632 根据例如基于从相关单元 1631 输出的信号 S1631 的相关强度图像 $G(p, q)$ 中的峰值强度检测相关值, 并将所检测的相关值作为信号 S163 输出至匹配单元 164。例如, 相关值检测单元 1632 将相关强度图像 $G(p, q)$ 中的最大峰值强度定义为相关值。

图 7A - 7C 是用于解释相关强度图像 $G(p, q)$ 的相关值的示图。图 7A 和 7B 是显示转换的图像的信号 S1621 和 S1622 的示图; 图 7C 是相关强度图像 $G(p, q)$ 的强度峰值的示图。图 8 是用于解释相关强度图像 $G(p, q)$ 的示图。例如, 相关值生成单元 163 如例如图 7A 和 7B 所示基于图像 S1621 和 S1622 进行相关处理, 生成相关强度图像 $G(p, q)$, 如图 7C 所示, 并将其作为信号 S1631 输出。在图 7C 中, z 轴指示在点 (p, q) 的相关强度。相关值检测单元 1632 向匹配单元 164 输出具有最大相关强度的峰 PP 的相关强度作为相关值信号 S163。当在例如图像 S1621 和 S1622 之间没有旋转偏离和平行移动偏离的时候, 相关强度图像 S1631 被设定为使得具有最大相关强度的峰 PP 在如图 8 所示的相关强度图像 S1631 的图像中央位置 O 处形成。当在例如图像 S1621 和 S1622 之间存在旋转偏离或者平行移动偏离的时候, 相关强度图像 S1631 被设定为使得具有最大相关强度的峰 PP 根据旋转偏移或者平行移动偏离而从其图像中央位置 O 准确地偏离一定量来形成。

当通过上述相关处理生成相关强度图像的时候, 即使在图像 S1621 和 S1622 之间存在旋转偏离或者平行移动偏离, 也可以找到相关峰作为基于相关强度图像的相关值。

匹配单元 164 将登记的图像 AIM 和匹配图像 RIM 基于指示从相关值生成

单元 163 输出的相关值的信号 S163 进行匹配。更详细地说，当相关值大于预定阈值的时候，匹配单元 164 确定登记的图像 AIM 和匹配图像 RIM 一致，而当相关值小于阈值的时候，确定它们不一致。例如当将该实施方式的图像匹配系统用于安全领域的脉匹配系统时，CPU16 使得操作处理单元 17 执行预定的处理，例如根据匹配单元 164 的匹配结果解锁电子锁。

图 9 是用于解释图 1 所示的图像匹配系统的操作的流程图。通过参考图 3A 和 3B、图 5A - 5F 以及图 7A - 7C 到图 9，主要就 CPU16 的操作来解释图像匹配系统 1 的操作。

例如，先前将登记的图像 AIM 从图像输入部分 11 输入，并存储在存储器 12 中。在步骤 ST1，匹配图像 RIM 从图像输入部分 11 输入并存储在存储器 12 中。在步骤 ST2，转换单元 161 执行图像处理，用于基于例如图 5B 所示的匹配图像 RIM 如图 3A 所示根据从参考位置 O 至穿过图像中的点的直线 L0 上的最近点 P0 的距离 ρ_0 以及穿过该参考位置 O 和最近点 P0 的直线 n0 与作为包括参考位置 O 的参考轴的 x 轴之间的夹角 θ 将图像中的点转换为曲线图案，并将图像中的线性成分 L 转换为多个重叠的曲线 PL 的图案，生成信号 S1612 作为在 $\rho - \theta$ 空间上的转换的图像，例如如图 5D 所示。

在步骤 ST3，抽取单元 162 基于转换的图像 S1612，对其在一个转换的图像中的曲线图案的重叠程度大于先前设置的阈值的区域进行抽取处理（遮蔽处理）。更详细地说，如上所述，在图像 S1612 的每个像素中，根据曲线图案的重叠程度设定一个值。在由预定的半色调所显示的图像之中，曲线图案的重叠程度越高，所显示的图像越白。例如，抽取单元 162 抽取其在如图 5F 所示的转换的图像 S1612 中的曲线图案的重叠程度大于先前设置的阈值的区域，生成例如图 5E 所示的图像 S1622，并将其输出至相关值生成单元 163。

在步骤 ST4，CPU16 读取在存储器 12 中存储的登记的图像 AIM。在步骤 ST5，转换单元 161 执行图像处理，用于基于例如图 5A 所示的登记的图像 AIM 如图 3A 所示根据从参考位置 O 至穿过图像中的点的直线 L0 上的最近点 P0 的距离 ρ_0 以及穿过该参考位置 O 和最近点 P0 的直线 n0 与作为包括参考位置 O 的参考轴的 x 轴之间的夹角 θ 将图像中的点转换为曲线图案，并将图像中的线性成分 L 转换为多个重叠的曲线 PL 的图案，生成信号 S1611 作为在 $\rho - \theta$ 空间上的转换的图像，例如如图 5C 所示。

步骤 ST1 - ST5 对应于本发明的根据从第一图像和第二图像中的每一个的参考位置的距离以及由穿过该参考位置的直线与包括参考位置的参考轴所形成的夹角进行图像转换处理、并在由该距离和角度所限定的二维空间中生成第一转换图像和第二转换图像的第一步骤。

在步骤 ST6, 抽取单元 162 基于转换的图像 S1611, 对其在一个转换的图像中的曲线图案的重叠程度大于先前设置的阈值的区域进行抽取处理 (遮蔽处理)。例如, 抽取单元 162 抽取其在如图 5C 所示的转换的图像 S1611 中的曲线图案的重叠程度大于先前设置的阈值的区域, 生成例如图 5E 所示的图像 S1621, 并将其输出至相关值生成单元 163。

相关值生成单元 163 基于在转换的图像 S1621 和转换的图像 S1622 中的图案的重叠程度以及在转换的图像 S1621 和转换的图像 S1622 中的图案的一致/不一致来生成登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 的相关值。更详细地说, 在步骤 ST7, 相关单元 1631 的傅立叶变换单元 16311 和 16312 对转换的图像 S1621 和 S1622 进行例如公式 (2) 和 (3) 所示的傅立叶变换处理, 并将处理结果作为信号 S16311 和 S16312 输出至结合单元 16313。

步骤 ST1 - ST7 的处理不需要按照上述顺序。例如在转换单元 161 对登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 进行转换处理之后, 可以由抽取单元 162 对转换的图像进行抽取处理。

在步骤 ST8, 结合单元 16313 基于信号 S16311 和 S16312 进行如上所述的结合处理, 并将处理结果作为信号 S16313 输出至相位抽取单元 16314。在步骤 ST9, 相位抽取单元 16314 仅根据信号 S16313 抽取相位成分, 并将其作为信号 S16314 输出至反向傅立叶变换单元 16315。

在步骤 ST10, 反向傅立叶变换单元 16315 基于信号 S16314 进行反向傅立叶变换处理, 并将其作为如图 7C 所示的信号 S1631 输出至相关值检测单元 1632。该相关强度图像 S1631 的相关强度峰的幅度显示了在图像转换之后的转换的图像之间的相关程度。例如当在转换的图像之间有平行移动偏离的时候, 相关强度图像 S1631 的相关强度峰的位置以与转换的图像之间的平行移动偏离的量相对应的量准确地从中央位置 O 偏离, 但是不会对相关强度产生影响。

在步骤 ST11, 相关值检测单元 1632 将相关强度峰 PP 的强度定义为相关值, 并将信号 S163 输出至匹配单元 164。

在步骤 ST12, 匹配单元 164 基于指示来自相关值检测单元 1632 的相关值的信号 S163 进行匹配。更详细地说, 匹配单元 164 确定该相关值是否大于先前确定的阈值, 并且当确定该相关值更大时, 输出指示该登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 一致的匹配结果信号 S164。另一方面, 在步骤 ST12, 当确定该相关值小于先前决定的阈值的时候, 匹配单元 164 输出指示该登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 不一致的匹配结果信号 S164, 并结束这一系列处理。

步骤 ST7 至 ST12 对应于根据在本发明第一步骤中生成的第一转换图像和第二转换图像中沿着第一方向和与第一方向正交的第二方向的多个不同的相关位置处的相关处理结果进行第一图像和第二图像的匹配处理的第二步骤。

如上所述, 在该实施方式中, 前提是, 转换单元 161 根据从第一图像和第二图像中的每一个的参考位置的距离以及由穿过该参考位置的直线与包括参考位置的参考轴所形成的夹角进行图像转换处理, 并在由该距离和角度所限定的二维空间中生成第一转换图像和第二转换图像, 更详细地说, 转换单元 161 用于根据登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 进行图像处理, 用于根据从参考位置 O 至穿过图像中的点的直线 L0 上的最近点 P0 的距离 ρ_0 以及穿过该参考位置 O 和最近点 P0 的直线 n_0 与作为包括参考位置 O 的参考轴的 x 轴之间的夹角 θ 将图像中的点转换为曲线图案, 并将图像中的线性成分 L 转换为多个重叠的曲线 PL 的图案, 生成转换的信号 S1611 和 S1612 作为在 $\rho-\theta$ 空间上的转换的图像, 相关值生成单元 163 用于基于转换的图像 S1611 和 S1612 进行相关处理, 并生成相关值 S163, 匹配单元 164 用于根据指示相关值生成单元 163 所生成的相关值的信号 S163 对登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 进行匹配, 因此可以高精度地进行图像的匹配。

也就是, 匹配单元 164 根据在转换单元 161 所生成的转换的图像 S1611 和转换的图像 S1612 中的图案的重叠程度以及在转换的图像 S1611 和转换的图像 S1612 中的图案的一致/不一致进行匹配, 因此可以高精度的匹配图像。另外, 即使当登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 之间存在平行移动偏离和旋转角度偏离的情况下, 在根据本发明的图像转换处理之后, 该平行移动偏离和旋转角度偏离也表现为在转换的图像 S1611 和 S1612 之间的平行移动偏离和旋转角度偏离。在本发明的相关处理中, 即使当转换的图像 S1611 和 S1612 之间存储平行移动偏离时, 也可以生成相关值, 并可以利用简单的处理进行匹配。

例如在通常的图像匹配处理中，在要匹配的图像之间的平行移动偏离和旋转角度偏离的校正处理进行之后，必须进行大负荷的处理，例如以像素为单位进行匹配处理，但是在该实施方式的图像匹配中，不必进行这种校正处理，从而可以低负荷并且高速地进行匹配处理。

图 10 是本发明第二实施方式的图像匹配系统的功能块图。该实施方式的图像匹配系统 1a 根据登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 进行 Huff 转换处理，校正所转换的图像的平行移动偏离，生成作为位置校正之后的转换图像之间的相关值的相似度，基于该相似度在登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 之间进行匹配处理。

就例如硬件而言，图像处理设备 1a 与图 1 所示的功能块图具有相同的组成，因此省略对它们的描述。就软件而言，图像处理设备 1a 例如如图 10 所示通过由 CPU16 执行在存储器 12 中存储的程序 PRG 而实现转换单元 161、抽取单元 162、相关值生成单元 163a、位置校正单元 170、以及匹配单元 164a 的功能。第一实施方式和第二实施方式之间的差异在于增加了位置校正单元 170、相关值生成单元 163a 输出用于位置校正处理的信号 S1631、以及匹配单元 164a 的功能是不同的。在第一实施方式和第二实施方式之间具有相同功能的组分用同样的标记来表示，省略对它们的解释。

相关值生成单元 163a 例如如图 7A 和 7B 所示基于图像 S1621 和 S1622 进行相关处理，并如图 7C 所示生成相关强度图像 $G(p,q)$ ，将其作为信号 S1631 输出。

位置校正单元 170 基于从相关值生成单元 163a 输出的信号 S1631、从抽取单元 162 输出的信号 S1621 和 S1622 进行位置校正处理，也就是基于在第一转换图像和第二转换图像中的图案进行位置校正处理，将位置校正处理的结果作为信号 S1701 和信号 S1702 输出至匹配单元 164a。

图 11A 和 11B 是用于解释图 10 所示的位置校正单元的操作的示图。数值显示在相关图像数据的 X-Y 平图像面上的相关数据的相关峰强度。例如在登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 包括数字化的线性成分（线性形状）的图案时，即使在具有较大相关性的图像之间，相关峰强度（也称之为相关强度）具有如图 11A 和 11B 所示的小的数值。

例如，位置校正单元 170 指定具有较高相关强度的 N 个相关值以及相关峰

位置,也就是在该实施方式中指定 8 个相关值和相关峰位置,作为例如在图 11A 所示的登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 之间在二维中的位置关系的候选。位置校正单元 170 通过根据需要例如平行移动进行多个位置校正处理而进行位置校正,从而基于多个校正值和与它们相对应的校正峰位置,登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 之间的图案基本一致。

匹配单元 164a 基于在两个转换的图像中的图案生成校正值,并基于所生成的校正值和先前设定的阈值在登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 之间进行匹配处理。另外,匹配单元 164a 基于和不同位置相对应的相关值的总和以及根据多个位置校正处理的结果先前设定的阈值进行匹配处理。

更详细地说,匹配单元 164a 具有相似度生成单元 1641、判决单元 1642、以及加和单元 1643。图 12A 和 12B 是用于解释相似度生成单元 1641 的操作的示意图。相似度生成单元 1641 对在第一转换图像和第二转换图像中的例如多个不同的位置关系中的每一个进行比较处理,基于比较处理的结果生成相似度作为相关值。更详细地说,相似度生成单元 1641 例如图 12A 和 12B 所示基于信号 S1701 和 1702 对两个图像中的多个不同位置关系中的每一个进行比较处理,基于比较处理的结果生成作为相关值的相似度。

例如,当两个图像是 $f1(m,n)$ 和 $f2(m,n)$ 时,相似度生成单元 1641 例如通过公式 (8) 计算相似度 Sim 并将计算结果输出作为 S1641。

$$Sim(f1, f2) = \frac{\sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f1(m,n) f2(m,n)}{\sqrt{\left\{ \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f1(m,n)^2 \right\}} \sqrt{\left\{ \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f2(m,n)^2 \right\}}} \quad (8)$$

图 13A - 13C 是用于解释图 10 所示的相似度生成单元的操作的示意图。当例如图 13A 和 13B 所示生成包括线性成分(也称之为线性形状)的两个图像的相似度的时候,相似度生成单元 1641 根据如图 13C 所示两个图像的交点 CP 的数量生成相似度。此处为了简化解释,由比特值为“1”的黑色像素表示线性成分,由比特值为“0”的白色像素表示其他成分。

加和单元 1643 将基于信号 S1641 的相似度 Sim 加和,并将加和结果作为信号 S1643 输出至判决单元 1642。判决单元 1642 将登记的图像 AIM 和匹配的

图像 RIM 基于指示由相似度生成单元 1641 所生成的相似度的信号 S1641 来进行匹配。例如, 当相似度大于预定值时, 判决单元 1642 确定该登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 一致。另外, 当来自加和单元 1643 的相似度 Sim 的值加和的信号 S1643 大于预定阈值的时候, 判决单元 1642 确定登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 一致。

图 14 是用于解释如图 10 所示的第二实施方式的图像匹配系统的操作的示意图。主要就图 14 所示的 CPU 的操作来说明图像匹配系统的操作。和第一实施方式中相同的操作采用相同的附图标记, 并省略对它们的解释。步骤 ST1 - ST10 的处理与第一实施方式的相同。因此省略对它们的描述。步骤 ST2 和步骤 ST6 对应于本发明的第四步骤和第四程序。在步骤 ST111, 位置校正单元 170 基于从相关值生成单元 163a 输出的作为信号 S1631 的相关强度图像 $G(p,q)$ 以及从抽取单元 162 输出的信号 S1621 和 S1622, 也就是在第一转换图像和第二转换图像中的图案进行位置校正处理, 将位置校正处理结果输出至匹配单元 164a 作为信号 S1701 和信号 S1702。步骤 ST111 对应于本发明的第三步骤和第三程序。

例如更详细地说, 基于信号 S1631, 位置校正单元 170 例如在如图 11A 所示的该实施方式中指定 (选择) 8 个相关值和相关峰位置, 作为在登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 之间在二维空间内的位置关系的候选, 例如更高的 N 个候选 $P_i (P_0, P_1, \dots, P_{N-1})$ 。

在步骤 ST112, 加和单元 1643 对用于加和的变量进行初始化。例如, 它将变量 i 初始化为 0, 并将加和值 S 初始化为 0。在步骤 ST113, 位置校正单元 170 基于例如每个候选的 (坐标) P_i 和从与其相对应的相关图像数据的中央的偏离量来进行登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 的位置校正处理。

在步骤 ST114, 通过相似度生成单元 1641 计算相似度 $Sim(i)$, 并输出至加和单元 1643 和判决单元 1642。

判决单元 1642 对相似度 $Sim(i)$ 和先前设定的第一个阈值 $th1$ 进行比较。当相似度 Sim 小于第一阈值 $th1$ (步骤 ST115) 时, 加和单元 1643 将相似度 $Sim(i)$ 加和, 更详细地说, 通过公式 $S = S + Sim(i)$ 进行加和, 并将其输出至判决单元 S1642 (ST116)。在步骤 ST117, 匹配单元 1642 对加和的值 S 与先前设定的第二阈值 $th2$ 进行比较。当加和值 S 小于第二阈值 $th2$ 时, 它将变量 i 和值 $N-1$ 进行比较 (ST118)。当变量 i 和值 $N-1$ 不一致的时候, 它对变量 i 加 1

(ST119)，返回至步骤 ST113 的处理。在步骤 ST118，当变量 i 和值 $N-1$ 一致的时候，它确定该图像不一致 (ST120)。

另一方面，在步骤 ST115 的比较处理中，当相似度 $\text{Sim}(i)$ 大于第一阈值 th1 时，匹配单元 1642 确定该图像一致。在步骤 ST117 的比较处理中，当加和值 S 大于第二阈值 th2 时，匹配单元 1642 确定图像一致 (ST121)。当该实施方式的图像匹配系统用于例如安全领域的血管图案匹配系统时，操作处理单元 17 执行例如将电子锁解锁的操作。

如上所述，在该实施方式中，位置校正单元 170 生成指示校正位置的多个相关值，并根据所生成的多个相关值进行登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 的多个位置校正处理，判决单元 1642 根据在转换的图像中的图案基于作为相关值的相似度的加和值进行匹配处理。因此例如，即使在要比较的两个图像数据之间的相关度小的情况下，与仅通过相似度进行匹配的情况相比，通过将为多个候选的每个位置关系所计算的相似度进行加和，可以高精度地进行匹配。

另外，当相似度 Sim 大于第一阈值 th1 时确定转换的图像一致，因此可以高速进行匹配处理。

需要指出，本发明不限于该实施方式。可以作出各种优选的改进。例如，在该实施方式中，相似度生成单元通过公式 (8) 计算相似度，但是本发明不限于此。例如，相似度生成单元可以进行适合于线性成分 (线性图案) 的相关的相似度计算处理。

另外，第一阈值 th1 和第二阈值 th2 是固定值，但是本发明不限于此。例如可以通过使得每个阈值根据图像图案发生变化而进行更高精度的匹配。

以下情况也是可以的，即本发明的第三实施方式的图像匹配系统 1b 存储多个图像作为登记的图像或者匹配的图像，当进行图像的匹配处理的时候首先在具有小分辨率 (也就是具有小的图像尺寸) 的转换图像之间进行相关处理，并基于相关处理结果根据第一实施方式或者第二实施方式在具有正常分辨率 (也就是正常的图像尺寸) 的图像之间进行匹配处理。

更详细地说，该实施方式的图像匹配系统 1b 基于距离第一图像和第二图像的每一个中的参考位置的距离以及由穿过参考位置的直线与包括所述参考位置的参考轴所形成的夹角来进行图像转换处理，并在由所述距离和所述角度限定的二维空间中生成其分辨率低于第一转换图像和第二转换图像的第三转换图像

和第四转换图像，基于在沿着所生成的第三转换图像和第四转换图像中的第一方向和与第一方向正交的第二方向的多个不同的相对位置处的相关处理结果，确定是否进行高分辨率（正常分辨率）相关处理和匹配处理，当相关值低于预定阈值的时候，搁置匹配处理，并对其他图像进行匹配处理，仅对分辨率高于阈值的图像连续进行高分辨率匹配处理。该实施方式的图像匹配系统 1b 的功能块图具有与第一实施方式的图像匹配系统同样的组成，因此省略对它的解释。

图 15 是用于解释本发明第三实施方式的图像匹配系统的操作的示图。根据该实施方式的图像转换处理所产生的 $\rho-\theta$ 平面（也称之为参数空间）的尺寸，确定 $X-Y$ 平面上的直线被以何种程度精细地分段为参数。参数空间的尺寸越大，直线可以被越精细的分段，从而分辨率按照这个量而更高。例如转换单元 161 基于包括具有如图 15A 所示的旋转角度偏离的直线的图像 vb1 而以高分辨率的参数空间尺寸（例如 180×180 像素）进行图像转换处理，并连续生成图 15B 所示的图像 vb2。另外，转换单元 161 基于包括具有如图 15A 所示的旋转角度偏离的直线的图像 vb1，生成指示出按照低分辨率的参数空间尺寸（例如 30×30 像素）的图像转换处理结果的图像 vb3。

当比较图像 vb2 和图像 vb3 的时候，在例如图 15B 所示的高分辨率的图像 vb2 中，在图像转换之前的具有角度偏离的每个直线被分类为其他的 θ 参数 (θ_1, θ_2)，但是相反，在如图 15C 所示的低分辨率的图像 vb3 中，它们被分类为相同的 θ 参数 (θ_3)。在本发明的图像转换处理之后在图像之间的匹配处理的处理速度取决于参数空间的处理速度。更详细地说，例如，参数空间的尺寸越大，也就是分辨率越高，处理时间越长，处理负荷越大。参数空间的尺寸越小，也就是分辨率越低，处理时间越短，处理负荷越小。在该实施方式的图像匹配系统中，当在输入的匹配图像 RIM 和存储在存储器 12 中的多个登记的图像 AIM 之间进行匹配的时候，首先，基于在具有低分辨率的参数空间中的相关值的计算结果，通过从一致性候选中排除具有低相关值的图像作为其结果，缩短了用于整个匹配处理所花费的时间。

图 16 是用于解释本发明第三实施方式的图像匹配系统的操作的流程图。通过参考图 16，主要就图像匹配系统的 CPU 的操作解释与第一实施方式和第二实施方式之间的区别。

例如，先前从图像输入部分 11 输入多个登记的图像 AIM，并存储在存储

器 12 中。在步骤 ST201，从图像输入部分 11 输入匹配的图像 RIM，并存储在存储器 12 中。

在进行高分辨率（正常分辨率）的匹配处理之前，基于第一图像和第二图像，根据距离第一图像和第二图像的每一个中的参考位置的距离以及由穿过参考位置的直线与包括所述参考位置的参考轴所形成的夹角来进行图像转换处理，并在由所述距离和所述角度限定的二维空间中生成其分辨率低于第一转换图像和第二转换图像的第三转换图像和第四转换图像，基于在沿着所生成的第三转换图像和第四转换图像中的第一方向和与第一方向正交的第二方向的多个不同的相对位置处的相关处理结果，确定是否进行高分辨率转换处理和匹配处理。

具体地说，在步骤 202，设定低分辨率的参数空间。在步骤 ST203，转换单元 161 基于匹配的图像 RIM 如图 3A 所示根据从参考位置 O 至穿过图像中的点的直线 L0 上的最近点 P0 的距离 ρ_0 以及穿过该参考位置 O 和最近点 P0 的直线 n0 与作为包括参考位置 O 的参考轴的 x 轴之间的夹角 θ 将图像中的点转换为曲线 PL 图案，并将图像中的线性成分 L 转换为多个重叠的曲线 PL 的图案，从而进行图像处理，并且生成信号 S1612 作为在 ρ - θ 空间上的转换的图像。

在步骤 ST204，抽取单元 162 基于转换的图像 S1612，对其在一个转换的图像中的曲线图案的重叠程度大于先前设置的阈值的区域进行抽取处理（遮蔽处理）。更详细地说，如上所述，在图像 S1612 的每个像素中，根据曲线图案的重叠程度设定一个值。在由预定的半色调所显示的图像之中，曲线图案的重叠程度越高，所显示的图像越白。例如，抽取单元 162 抽取其在转换的图像 S1612 中的曲线图案的重叠程度大于先前设置的阈值的区域，生成图像 S1622，并将其输出至相关值生成单元 163。

在步骤 ST205，CPU16 读取在存储器 12 中存储的登记的图像 AIM。在步骤 ST206，转换单元 161 进行图像处理，用于基于登记的图像 AIM 如图 3A 所示根据从参考位置 O 至穿过图像中的点的直线 L0 上的最近点 P0 的距离 ρ_0 以及穿过该参考位置 O 和最近点 P0 的直线 n0 与作为包括参考位置 O 的参考轴的 x 轴之间的夹角 θ 将图像中的点转换为曲线图案，并将图像中的线性成分 L 转换为多个重叠的曲线 PL 的图案，生成信号 S1611 作为在 ρ - θ 空间上的转换的图像。

在步骤 ST207, 抽取单元 162 基于转换图像 S1611, 对其在一个转换图像中的曲线图案的重叠程度大于先前设置的阈值的区域进行抽取处理(遮蔽处理)。例如, 抽取单元 162 抽取其在转换图像 S1611 中的曲线图案的重叠程度大于先前设置的阈值的区域, 生成图像 S1621, 并将其输出至相关值生成单元 163。

相关值生成单元 163 基于在转换图像 S1621 和转换的图像 S1622 中的图案的重叠程度以及在转换图像 S1621 和转换图像 S1622 中的图案的一致/不一致来生成在登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 之间的相关值。更详细地说, 在步骤 ST208, 相关单元 1631 的傅立叶变换单元 16311 和 16312 对转换图像 S1621 和 S1622 进行例如公式 (2) 和 (3) 所示的傅立叶变换处理, 并将处理结果作为信号 S16311 和 S16312 输出至结合单元 16313。

步骤 ST201 - ST208 的处理不需要按照上述顺序。例如在转换单元 161 对登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 进行转换处理之后, 也可以由抽取单元 162 对转换图像进行抽取处理(遮蔽处理)。

在步骤 ST209, 结合单元 16313 基于信号 S16311 和 S16312 进行如上所述的结合处理, 并将处理结果作为信号 S16313 输出至相位抽取单元 16314。在步骤 ST210, 相位抽取单元 16314 仅根据信号 S16313 抽取相位成分, 并将其作为信号 S16314 输出至反向傅立叶变换单元 16315。

在步骤 ST211, 反向傅立叶变换单元 16315 基于信号 S16314 进行反向傅立叶变换处理, 并将其如图 7C 所示的作为信号 S1631 输出至相关值检测单元 1632。该相关强度图像 S1631 的相关强度峰的幅度显示了在图像转换之后的转换的图像之间的相关程度。例如当在转换图像之间有平行移动偏离的时候, 相关强度图像 S1631 的相关强度峰的位置以与转换图像之间的平行移动偏离的量相对应的量准确地从中央位置 O 偏离, 但是不会对相关强度产生影响。

在步骤 ST212, 相关值检测单元 1632 限定相关强度峰 PP 的强度作为相关值, 并将信号 S163 输出至匹配单元 164。

在步骤 ST213, 匹配单元 164 基于指示来自相关值检测单元 1632 的相关值的信号 S163 进行匹配。更详细地说, 匹配单元 164 决定该相关值是否大于先前确定的阈值, 并且当确定该相关值更小时, 搁置该登记的图像 AIM 的匹配, 读取在存储器 12 中的另一个登记的图像 AIM, 并返回值步骤 206 的处理。

另一方面，当确定该相关值大于在步骤 ST213 中先前决定的阈值的时候，匹配单元 164 确定该登记的图像 AIM 与匹配的图像 RIM 一致的候选，并设定高分辨率参数空间。

以下以相同的方式，对高分辨率参数空间的图像进行与步骤 ST203 - 步骤 ST212 相同的处理（步骤 ST216 - ST224）。

在步骤 ST225，匹配单元 164 基于指示来自相关值检测单元 1632 的相关值的信号 S163 进行匹配。更详细地说，匹配单元 164 确定相关值是否大于先前确定的阈值。当确定相关值更大时，输出指示该登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 一致的结果信号 S164（步骤 ST226）。另一方面，当确定该相关值小于在步骤 ST225 中先前设定的阈值的时候，匹配单元 164 输出指示该登记的图像 AIM 和匹配的图像 RIM 不一致的结果信号 S164（步骤 ST227），读取在存储器 12 中的另一个登记的图像 AIM（ST228），设定低分辨率（ST229），返回至步骤 206 的处理。

如上所述，在该实施方式中，在高分辨率（正常分辨率）匹配处理之前，基于第一图像和第二图像，根据距离第一图像和第二图像的每一个中的参考位置的距离以及由穿过参考位置的直线与包括所述参考位置的参考轴所形成的夹角来进行图像转换处理，并在由所述距离和所述角度限定的二维空间中生成其分辨率低于第一转换图像和第二转换图像的第三转换图像和第四转换图像，基于在沿着所生成的第三转换图像和第四转换图像中的第一方向和与第一方向正交的第二方向的多个不同的相对位置处的相关处理结果，确定是否进行高分辨率转换处理和匹配处理。当相关值较低时，搁置图像的匹配，并进行另一个图像的匹配处理，从而可以缩短整个匹配处理的处理时间。另外，由于首先进行低分辨率图像处理，因此减少了处理负荷。

需要指出，本发明不限于该实施方式。可以作出任何适当的改进。例如通过先前对登记的图像 AIM 进行低分辨率图像转换处理，并在这些图像之间进行匹配处理，可以进一步缩短匹配时间。

例如，本发明可以用于有关安全的用途，用于基于图像中的线性成分匹配两个血管图像、指纹图像、静态图像、以及移动图像。

总结本发明的效果，根据本发明，可以提供一种能够高精度匹配图像的图像匹配方法，以及用于它的程序和图像匹配系统。

尽管已经参考了为了进行解释所选择的特定实施方式来描述本发明，但是可以理解，本领域的技术人员可以对其作出各种改进，而不会脱离本发明的基本理念和范围。

图1

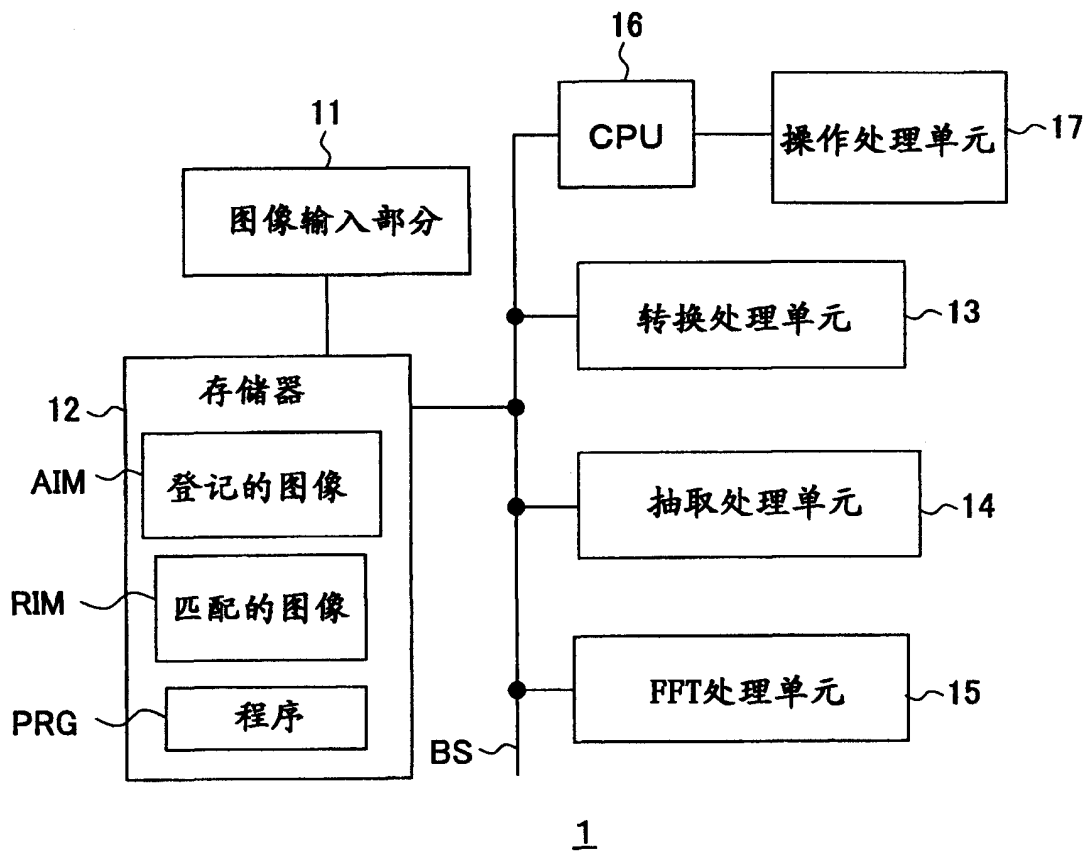


图2

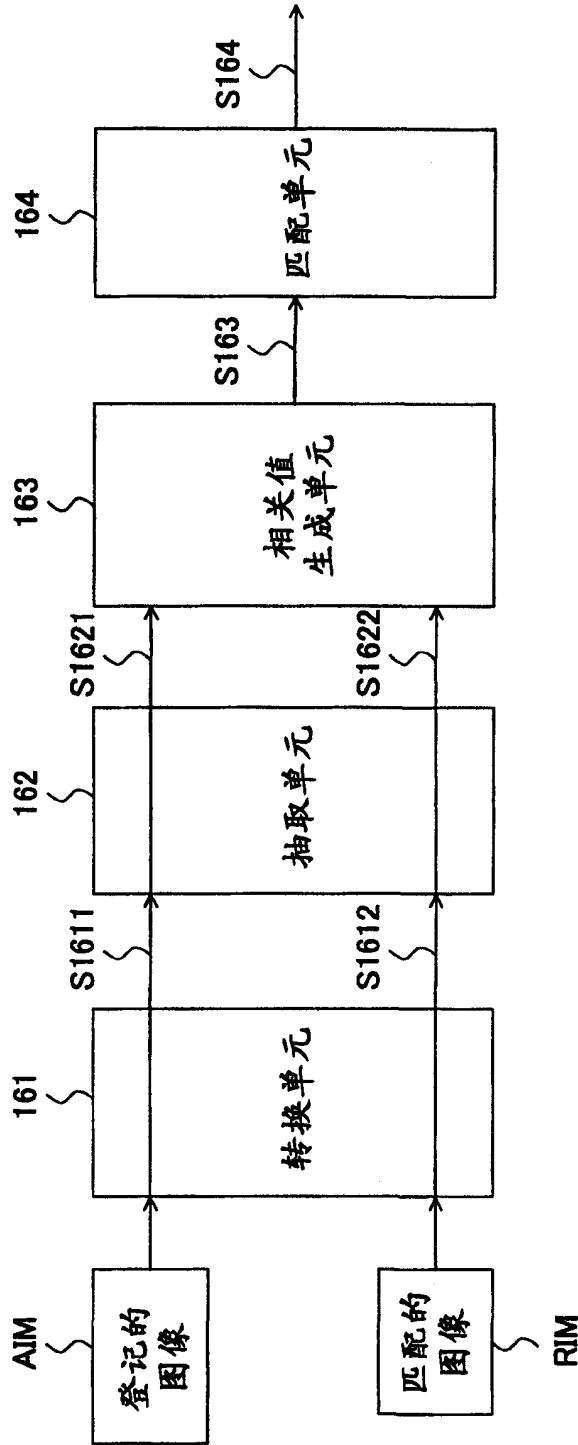


图 3A

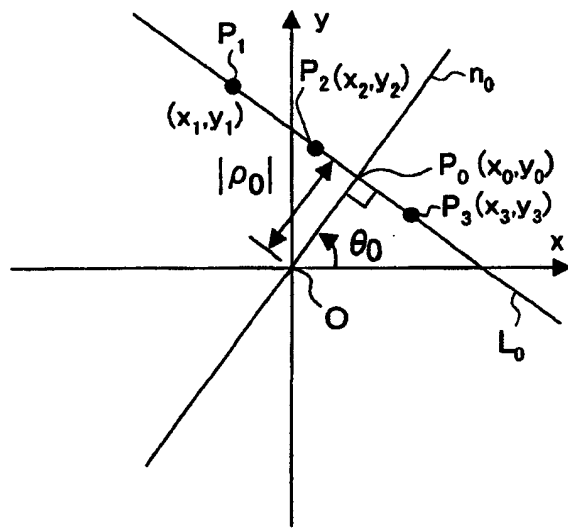


图 3B

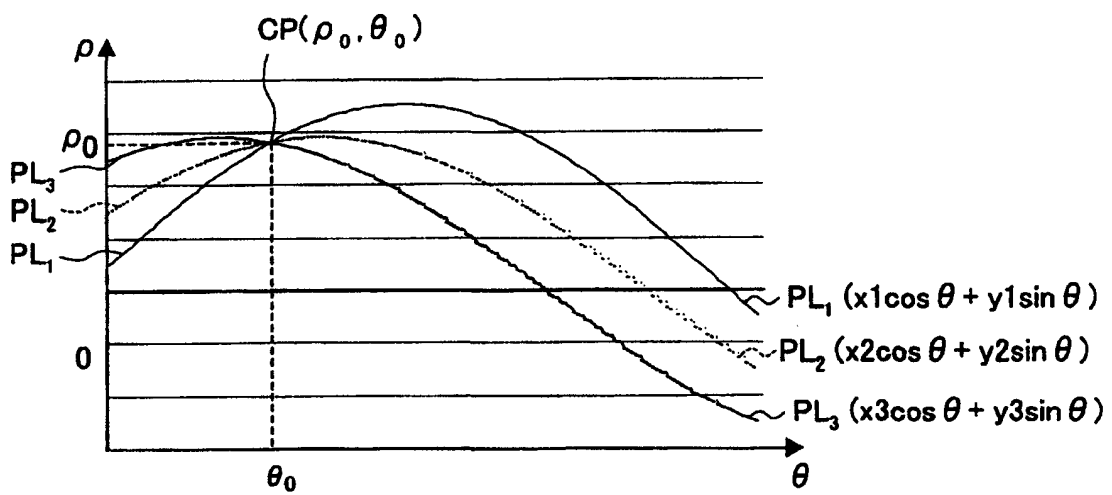


图4A

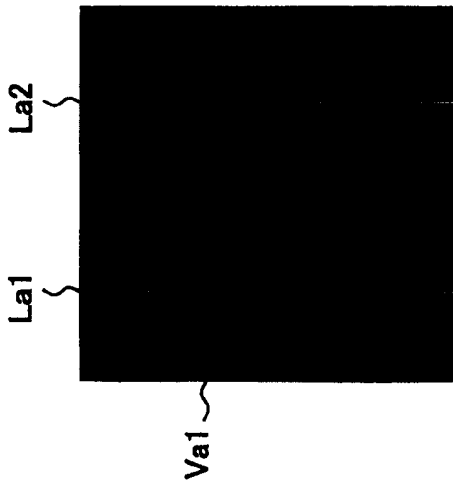


图4B

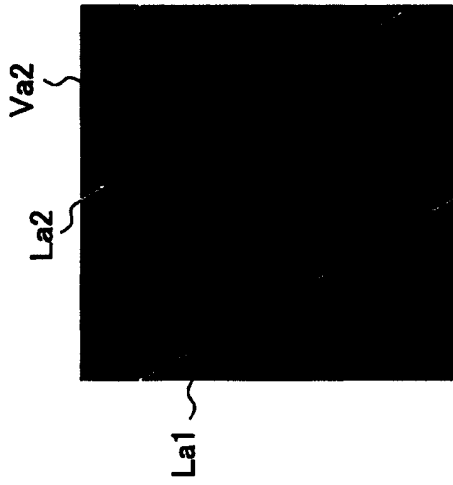


图4C

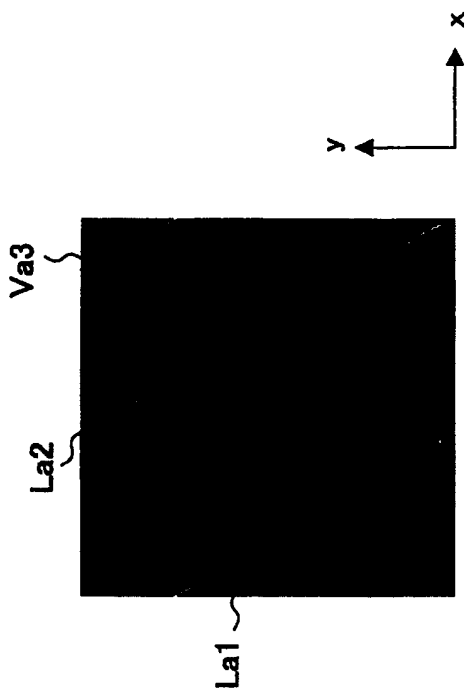


图4D

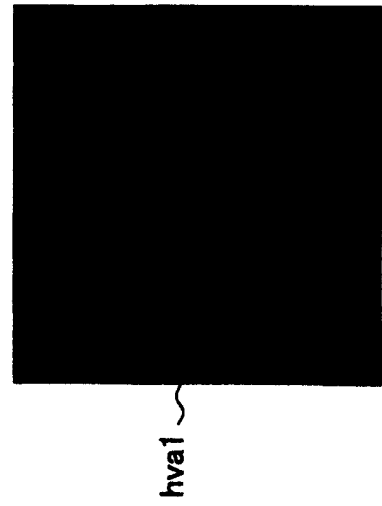


图4E

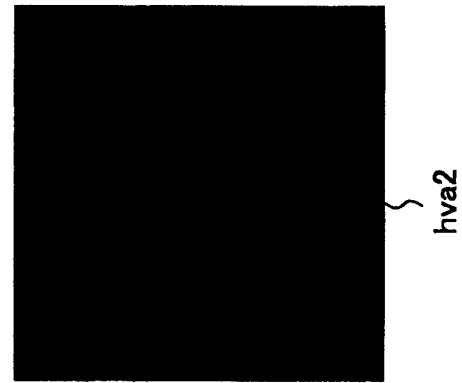


图4F

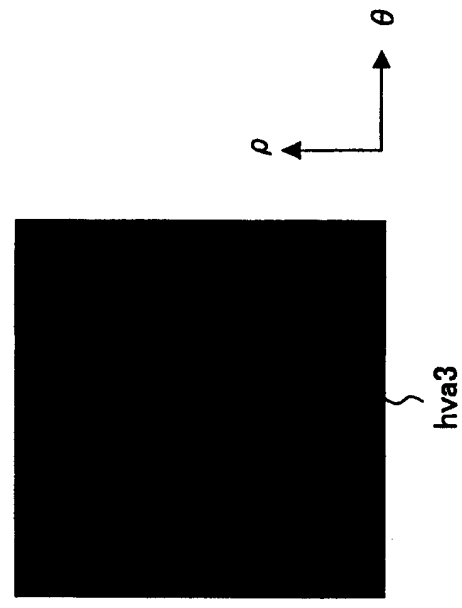


图5A

AIM

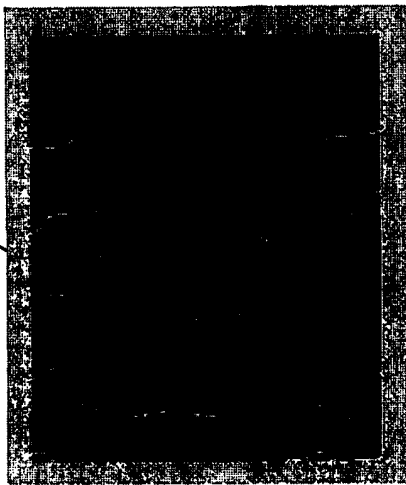


图5B

S1611

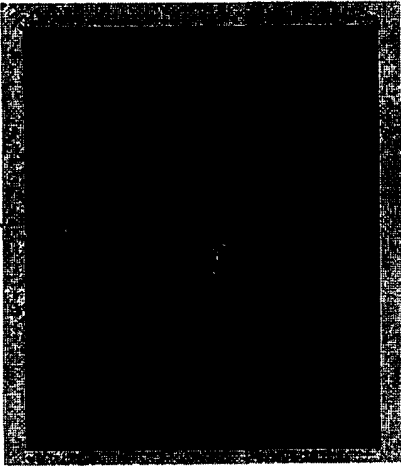


图5C

S1621

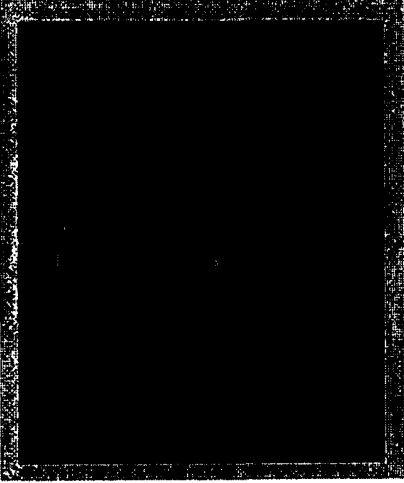


图5D

RIM

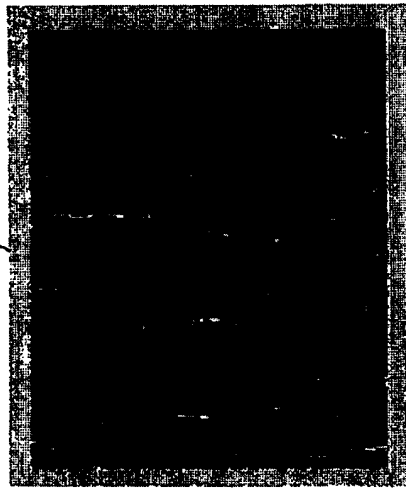


图5E

S1612

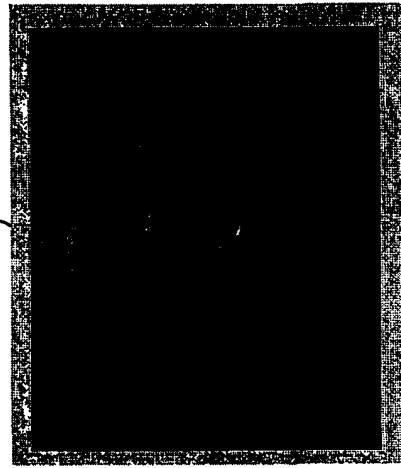


图5F

S1622



图6

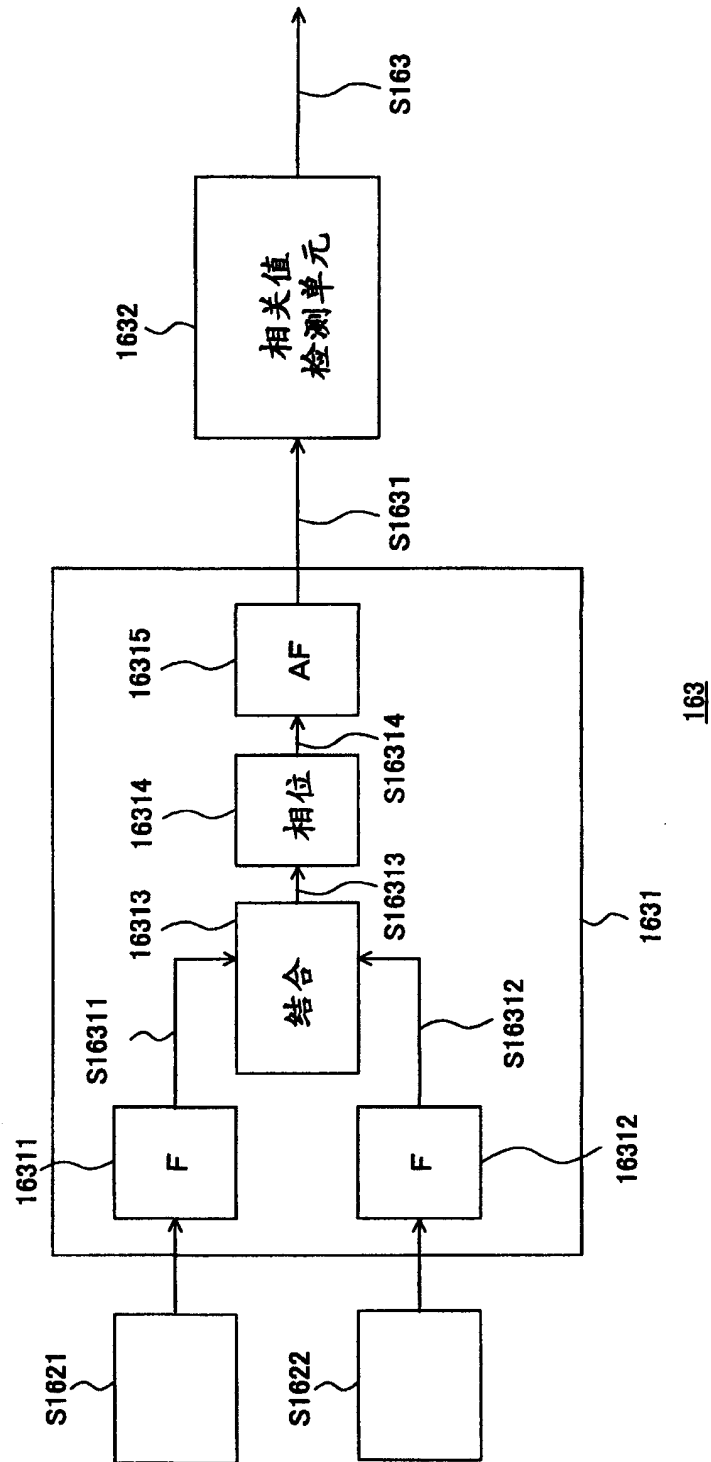


图7A

S1621

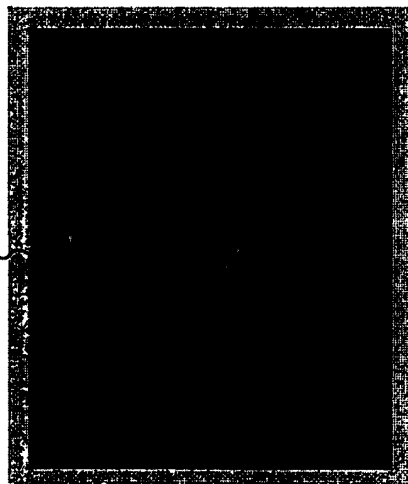


图7B

S1622

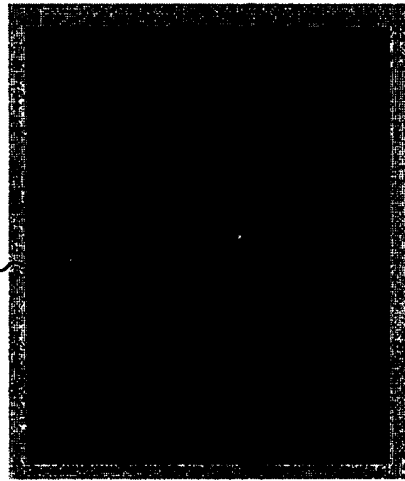


图7C

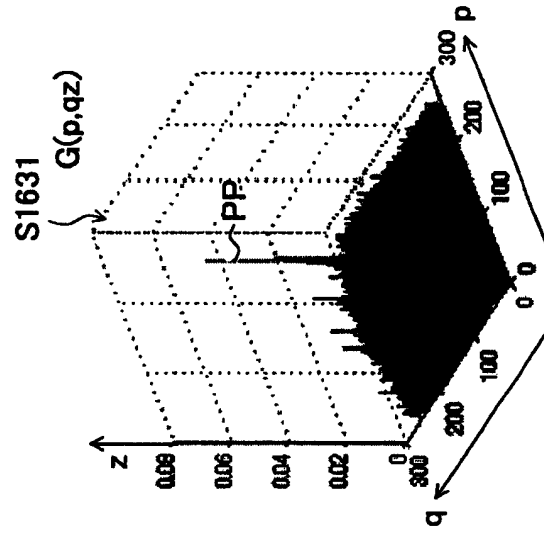
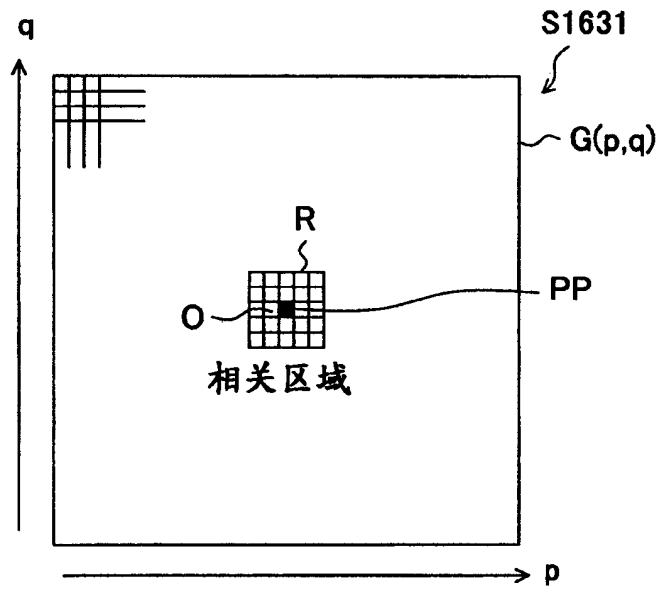


图 8



■ 相关成分的峰位置

图9

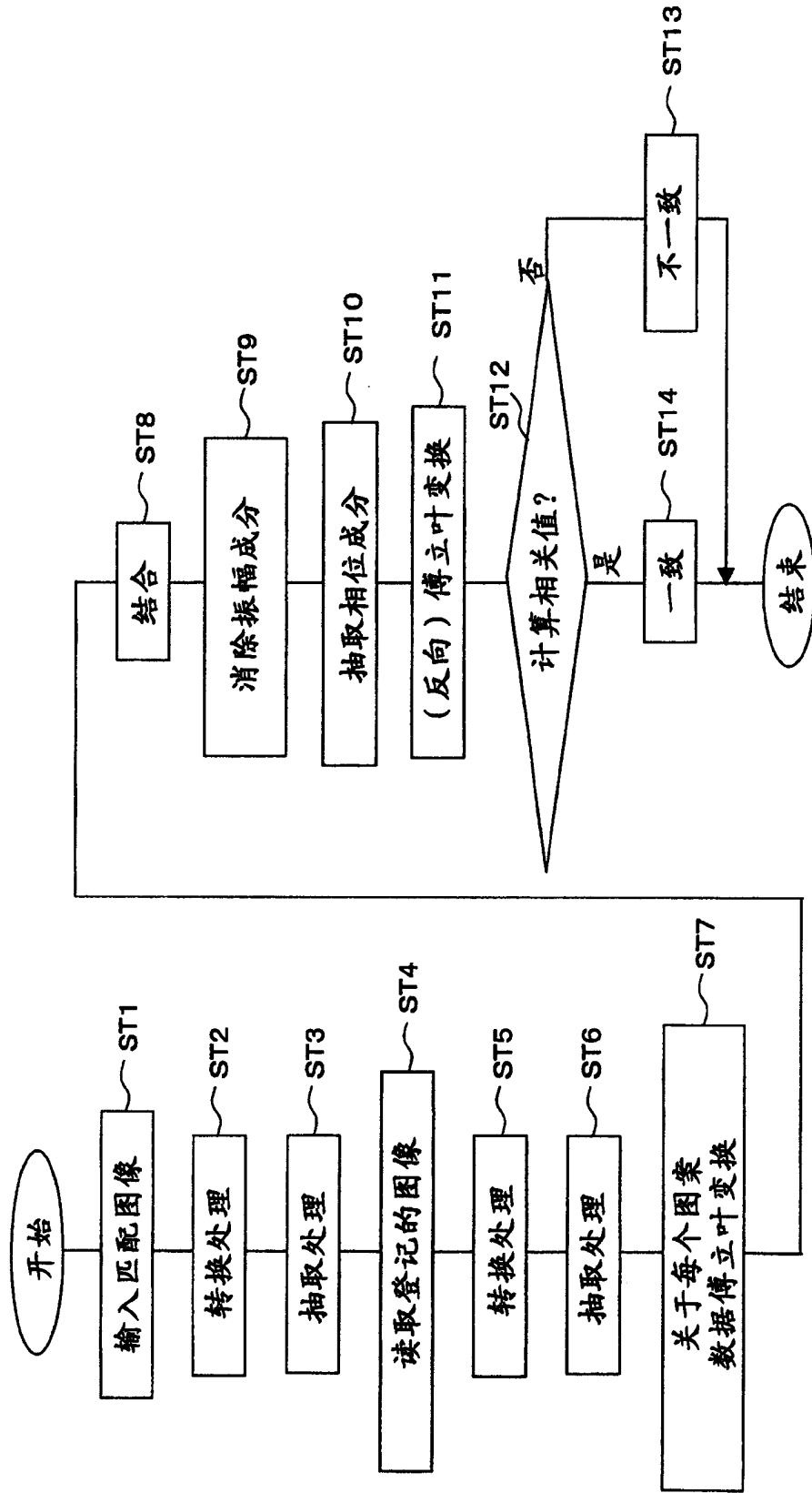


图10

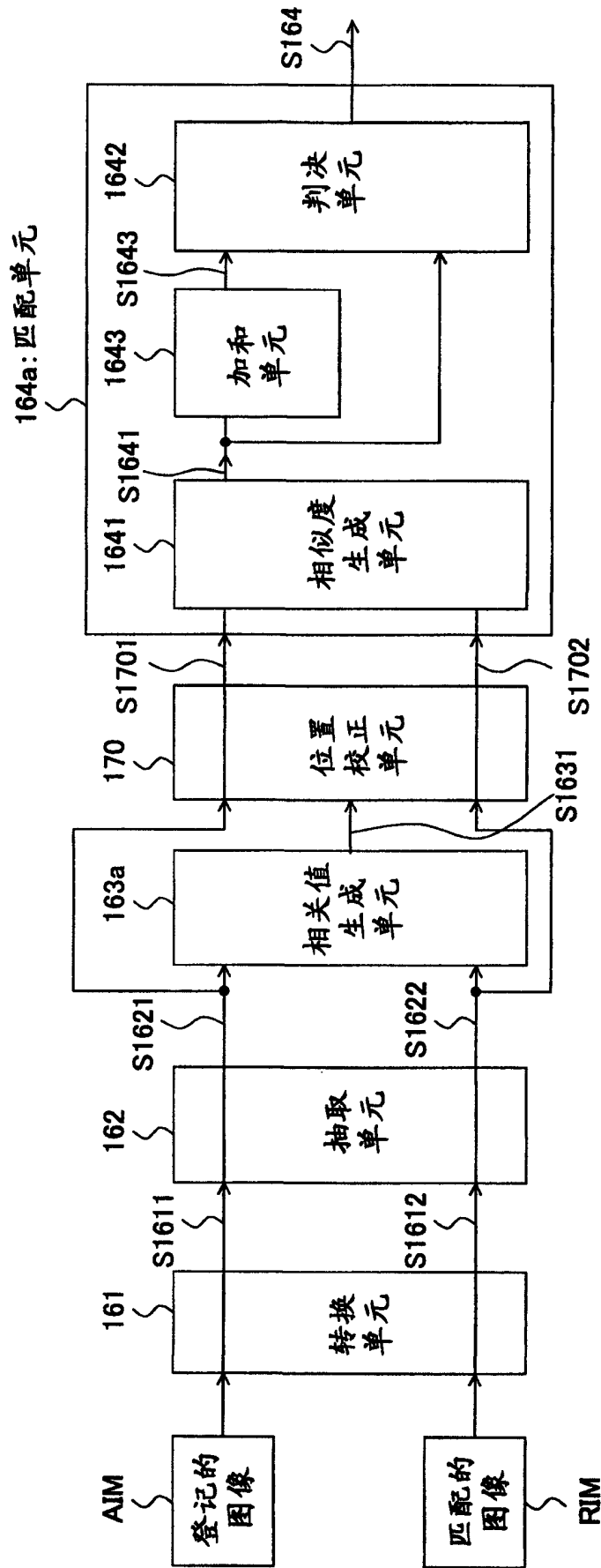
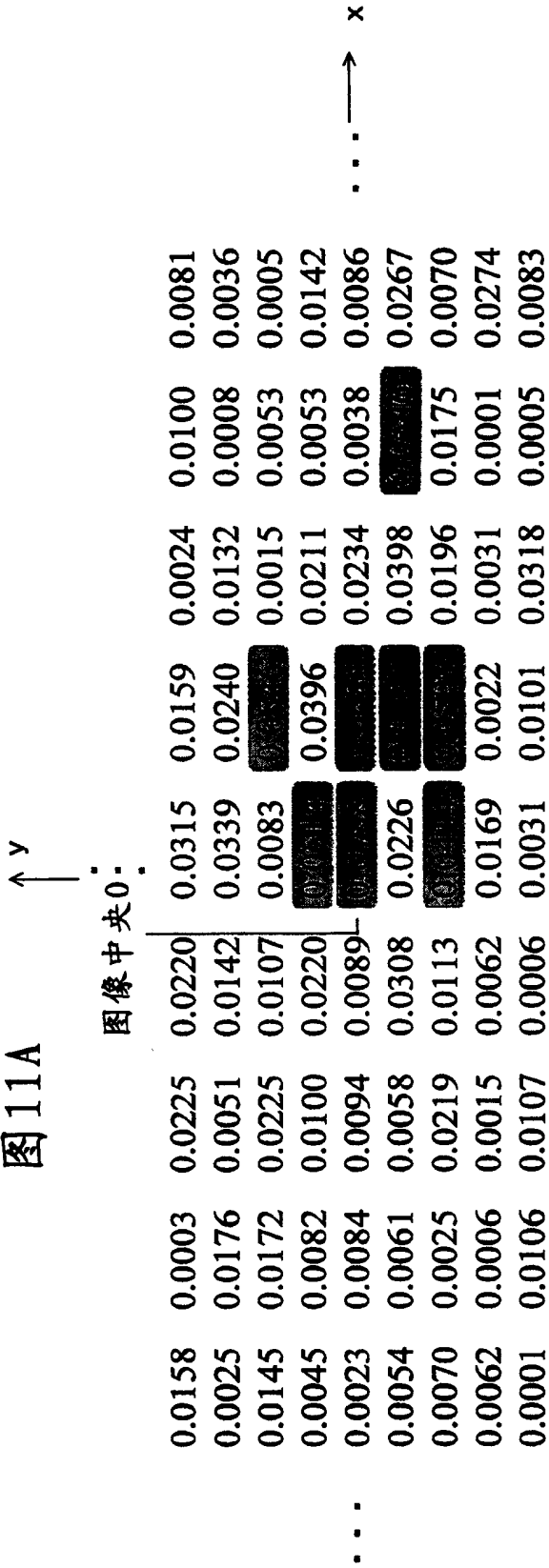


图11A



更高的N个相关强度 (N=8的情况)

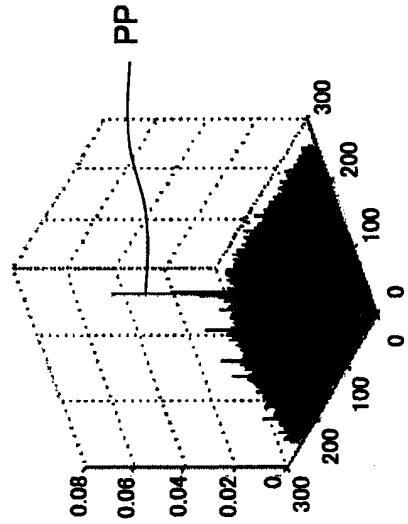


图11B

图 12A

S1701
f1(m,n)



图 12B

S1702
f2(m,n)

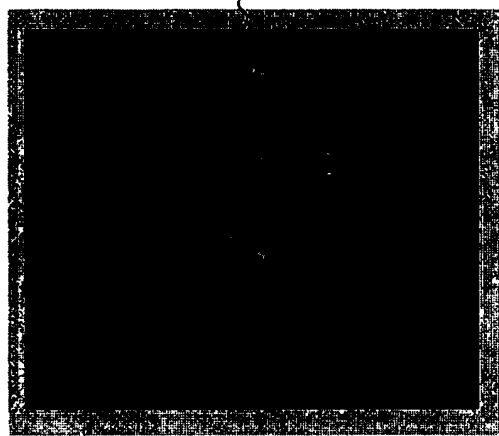


图13A

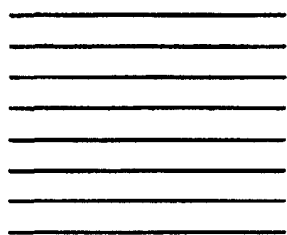


图13B

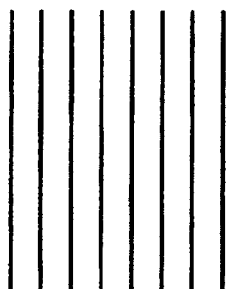


图13C

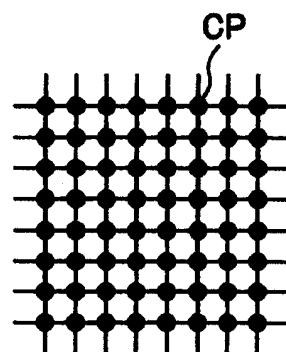


图14

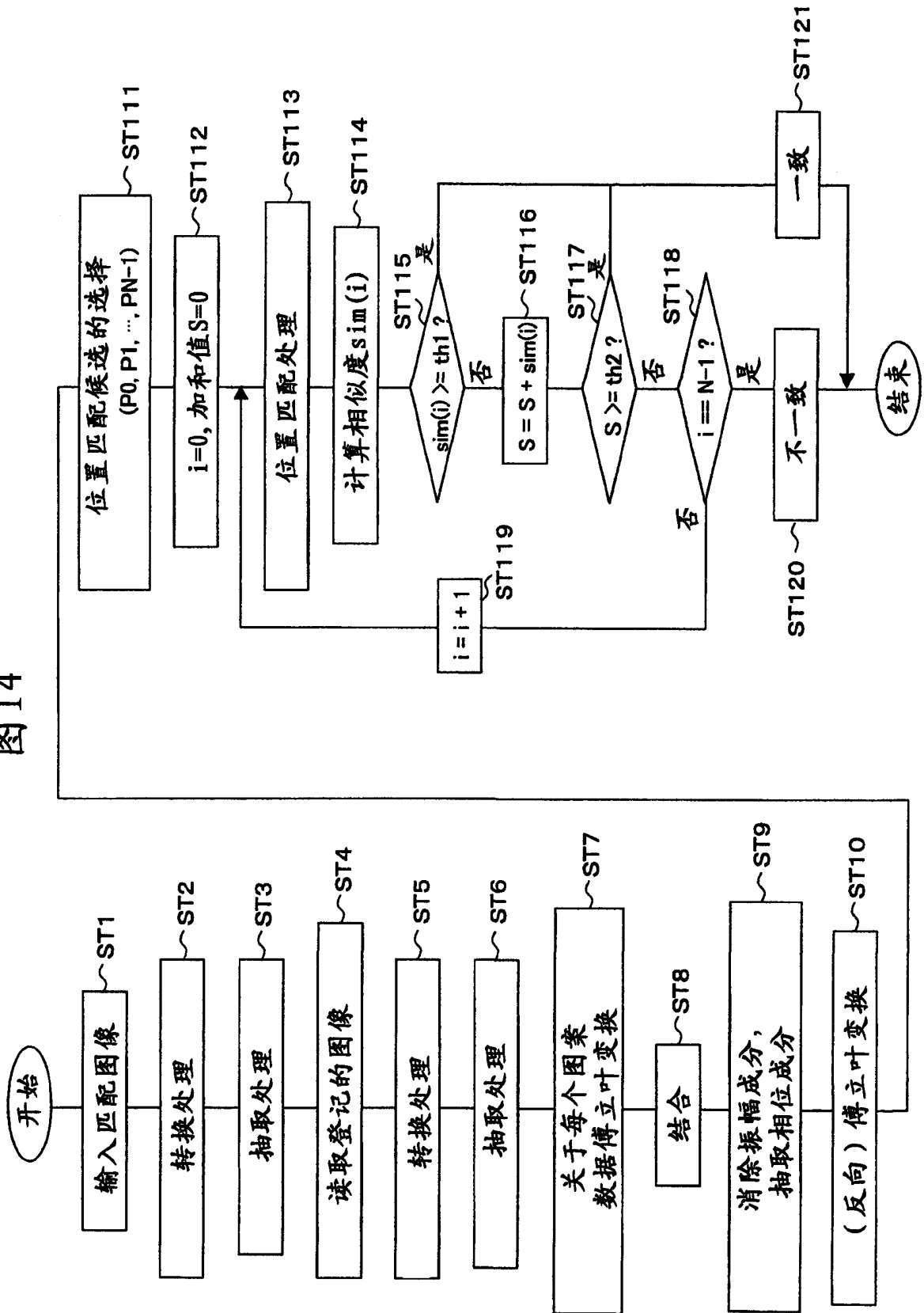


图15A

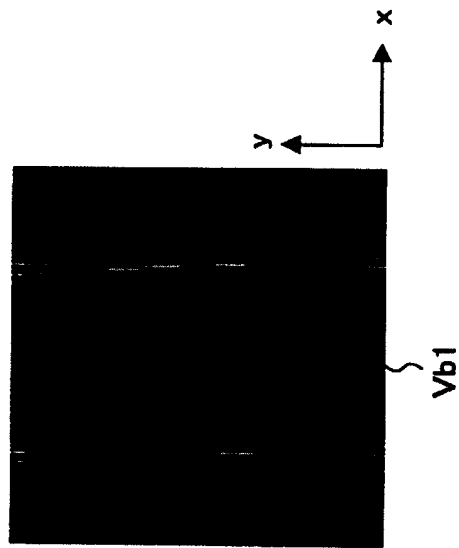


图15B

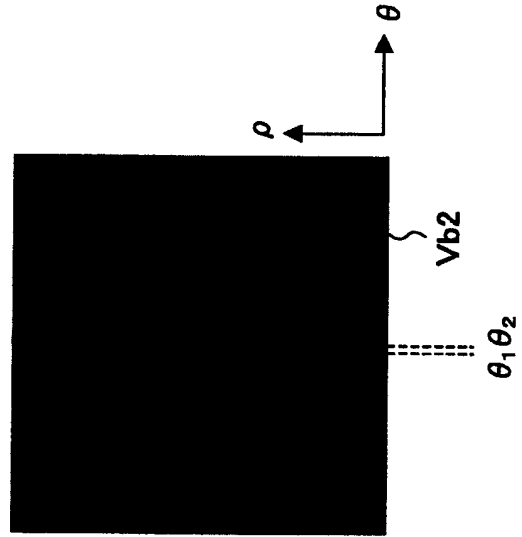


图15C

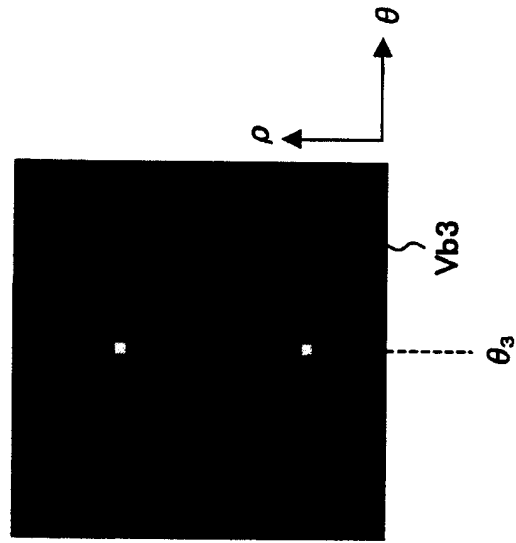


图16

