



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380100587.3

[45] 授权公告日 2007 年 9 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 100337248C

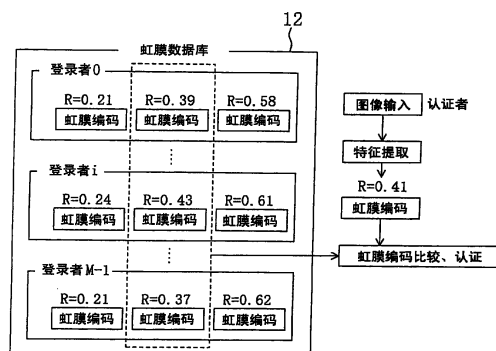
[22] 申请日 2003.10.28
 [21] 申请号 200380100587.3
 [30] 优先权
 [32] 2002.11.7 [33] JP [31] 324229/2002
 [86] 国际申请 PCT/JP2003/013805 2003.10.28
 [87] 国际公布 WO2004/042658 日 2004.5.21
 [85] 进入国家阶段日期 2005.1.13
 [73] 专利权人 松下电器产业株式会社
 地址 日本大阪府
 [72] 发明人 近藤坚司 吾妻健夫 若森正浩
 [56] 参考文献
 JP2001167279A 2001.6.22
 JP2000194855A 2000.7.14
 EP1237117A2 2004.9.4
 审查员 李晴晖

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
 司
 代理人 汪惠民

权利要求书 6 页 说明书 28 页 附图 26 页

[54] 发明名称
 个人认证方法和认证程序、虹膜登录装置和
 认证装置

[57] 摘要
 在虹膜数据库(12)中登录有关各登录者的多个
 虹膜编码、瞳孔直径/虹膜直径比 R。然后，在认
 证时，通过从拍摄的虹膜图像中进行特征提取得到
 虹膜编码，同时，求出瞳孔直径/虹膜直径比 R，通
 过对比登录方的比 R 和认证时的比 R，从虹膜数据
 库(12)中特定适当的虹膜编码作为对照对象，进行
 认证。



- 1、一种利用虹膜图像的个人认证方法，其特征在于，
5 在登录时，
取得关于被登录者的虹膜图像，
从取得的虹膜图像中求出特征数据和瞳孔开度指标，
利用求出的特征数据以及瞳孔开度指标在虹膜数据库中进行有关所
述被登录者的数据登录；
- 10 在认证时，
取得有关被认证者的虹膜图像，
从取得的虹膜图像中求出特征数据和瞳孔开度指标，
参照在所述虹膜数据库中登录的有关登录者的数据，利用认证时求出
的瞳孔开度指标，得到对照对象的特征数据，
15 通过比较所述对照对象的特征数据和在认证时求出的特征数据，判断
所述被认证者和所述登录者是否为同一人。
- 2、根据权利要求1所述的个人认证方法，其特征在于，
在登录时，
将特征数据和瞳孔开度指标与所述被登录者对应登录到所述虹膜数
20 据库中；
在认证时，
从和登录者对应登录到所述虹膜数据库的特征数据中，通过比较与该
特征数据同时登录的瞳孔开度指标和在认证时求出的瞳孔开度指标，确定
所述对照对象的特征数据。
- 25 3、根据权利要求2所述的个人认证方法，其特征在于，
在登录时，
关于所述被登录者，至少登录在缩瞳状态、通常状态以及散瞳状态下
时分别从虹膜图像得到的3个特征数据。
- 30 4、根据权利要求2所述的个人认证方法，其特征在于，
在登录时，

关于所述被登录者，取得瞳孔开度不同的多个虹膜图像，
从取得的所述多个虹膜图像中，分别求出特征数据，
通过在求出的多个特征数据之间进行对照，从所述多个特征数据中选择在所述虹膜数据库中登录的特征数据。

5 5、根据权利要求2所述的个人认证方法，其特征在于，
在认证时，

关于所述被登录者，当具有和求出的瞳孔开度指标有规定程度接近的瞳孔开度指标的特征数据没有被登录时，中止认证处理。

10 6、根据权利要求5所述的个人认证方法，其特征在于，
当中止认证处理时，

基于认证时求出的瞳孔开度指标和登录的特征数据的瞳孔开度指标，推测虹膜图像的优选拍摄条件，

敦促所述被认证者再次取得在推测的拍摄条件下的虹膜图像。

15 7、根据权利要求1所述的个人认证方法，其特征在于，
在登录时，

关于所述被登录者，取得瞳孔开度不同的多个虹膜图像，
从由取得的所述多个虹膜图像中分别求出的多个特征数据以及瞳孔开度指标，求出特征数据和瞳孔开度指标的关系式，

20 将用于表示该关系式的参数和所述被登录者对应登录到所述虹膜数据库中；

在认证时，

由和登录者对应登录到所述虹膜数据库中的参数得到关系式，在该关系式中代入认证时求出的瞳孔开度指标，得到所述对照对象的特征数据。

25 8、根据权利要求7所述的个人认证方法，其特征在于，
在登录时，间隔剔除所述参数并进行登录；

在认证时，通过插补来还原间隔剔除的参数。

9、根据权利要求1所述的个人认证方法，其特征在于，
在登录时，

关于所述被登录者，取得瞳孔开度不同的多个虹膜图像，

30 从由取得的所述多个虹膜图像中分别求出的多个特征数据，确定登录

的特征数据，同时求出用于进行从该登录特征数据向瞳孔开度指标不同的其它的特征数据的变换的变换规则，

将所述登录特征数据以及变换规则和所述被登录者对应，并登录到所述虹膜数据库中；

5 在认证时，

基于和登录者对应登录到所述虹膜数据库中的特征数据以及变换规则，利用认证时求出的瞳孔开度指标，生成所述对照对象的特征数据。

10、根据权利要求1所述的个人认证方法，其特征在于，
所述瞳孔开度指标是在虹膜图像中瞳孔直径和虹膜直径的比。

10 11、一种利用虹膜图像的个人认证方法，其特征在于，包括：
关于被认证者，取得虹膜图像的第1步骤；

从在所述第1步骤中取得的虹膜图像中求出特征数据和瞳孔开度指标的第2步骤；

15 参考在已利用瞳孔开度指标的数据登录所形成的虹膜数据库中登录的有关登录者的数据，利用在所述第2步骤中求出的瞳孔开度指标，取得对照对象的特征数据的第3步骤；

通过比较在所述第3步骤中得到的对照对象的特征数据和在所述第2步骤中求出的特征数据，判断所述被认证者和所述登录者是否是同一人的第4步骤。

20 12、根据权利要求11所述的个人认证方法，其特征在于，

所述虹膜数据库是登录关于各登录者的至少1个虹膜图像的特征数据和瞳孔开度指标的数据库；

25 在所述第3步骤中，从和登录者对应登录到所述虹膜数据库中的至少1个特征数据中，通过对比与该特征数据同时登录的瞳孔开度指标和在所述第2步骤中求出的瞳孔开度指标，确定所述对照对象的特征数据。

13、根据权利要求11所述的个人认证方法，其特征在于，

所述虹膜数据库是登录有关各登录者的表示虹膜图像的特征数据和瞳孔开度指标的关系式的参数的数据库；

30 在所述第3步骤中，由和登录者对应登录到所述虹膜数据库的参数得到关系式，通过在该关系式中代入在所述第2步骤中求出的瞳孔开度指标，

得到所述对照对象的特征数据。

14、根据权利要求 11 所述的个人认证方法，其特征在于，

所述虹膜数据库是登录关于各登录者的虹膜图像的特征数据、和用于
5 进行从该特征数据向瞳孔开度指标不同的其它的特征数据的变换的变换
规则的数据库；

在所述第 3 步骤中，基于和登录者对应登录到所述虹膜数据库的特征
数据以及变换规则，利用在所述第 2 步骤中求出的瞳孔开度指标，生成所
述对照对象的特征数据。

15 15、一种虹膜登录装置，是进行用于虹膜认证的数据登录的装置，所
述的虹膜认证是取得有关被认证者的虹膜图像，

从取得的虹膜图像求出特征数据和瞳孔开度指标，

参照在所述虹膜数据库中登录的有关登录者的数据，利用已求出的瞳
孔开度指标，得到对照对象的特征数据，

15 通过比较对照对象的特征数据和已求出的特征数据，判断所述被认证
者和所述登录者是否为同一人；其中，所述的装置包括：

取得有关被登录者的虹膜图像的虹膜图像取得部；

由所述虹膜图像求出特征数据和瞳孔开度指标的特征数据算出部；

利用所述特征数据以及瞳孔开度指标，在所述虹膜数据库中进行有关
所述被登录者的数据登录的数据登录部。

20 16、一种虹膜认证装置，是利用虹膜图像用于进行个人认证的装置，
包括：

关于被认证者取得虹膜图像的虹膜图像取得部；

由所述虹膜图像求出特征数据和瞳孔开度指标的特征数据算出部；

25 利用所述瞳孔开度指标，参照在已利用瞳孔开度指标的数据登录所形
成的虹膜数据库中和登录者对应登录的数据，得到对照对象的特征数据的
特征数据获得部；

通过比较所述对照对象的特征数据和所述特征数据，判断所述被认证
者和所述登录者是否为同一人的判断部。

30 17、一种利用虹膜图像的个人认证方法，其特征在于，
在登录时，

取得关于被登录者的虹膜图像，

从取得的虹膜图像求出特征数据，同时作为瞳孔开度指标，求出取得虹膜图像时的周围的亮度，

5 利用已求出的特征数据以及瞳孔开度指标在虹膜数据库中进行有关所述被登录者的数据登录；

在认证时，

取得有关被认证者的虹膜图像，

从取得的虹膜图像求出特征数据，同时作为瞳孔开度指标，求出取得虹膜图像时的周围的亮度，

10 参照在所述虹膜数据库中登录的有关登录者的数据，利用认证时求出的瞳孔开度指标，得到对照对象的特征数据，

通过比较所述对照对象的特征数据和在认证时求出的特征数据，判断所述被认证者和所述登录者是否为同一人。

18、一种利用虹膜图像的个人认证方法，其特征在于，包括：

15 取得有关被认证者的虹膜图像的第1步骤；

从在所述第1步骤中取得的虹膜图像求出特征数据，同时作为瞳孔开度指标，求出取得虹膜图像时的周围的亮度的第2步骤；

20 参考在已利用瞳孔开度指标的数据登录所形成的虹膜数据库中登录的有关登录者的数据，利用在所述第2步骤中求出的瞳孔开度指标，得到对照对象的特征数据的第3步骤；

通过比较在所述第3步骤中得到的对照对象的特征数据和在所述第2步骤中求出的特征数据，判断所述被认证者和所述登录者是否是同一人的第4步骤。

25 19、一种虹膜登录装置，是进行用于虹膜认证的数据登录的装置，所述的虹膜认证是取得有关被认证者的虹膜图像，

从取得的虹膜图像求出特征数据，同时作为瞳孔开度指标，求出取得虹膜图像时的周围的亮度，

参照在所述虹膜数据库中登录的有关登录者的数据，利用已求出的瞳孔开度指标，得到对照对象的特征数据，

30 通过比较对照对象的特征数据和已求出的特征数据，判断所述被认证

者和所述登录者是否为同一人；其中，所述的装置包括：

取得有关被登录者的虹膜图像的虹膜图像取得部；

由所述虹膜图像求出特征数据，同时作为瞳孔开度指标，求出取得虹膜图像时的周围的亮度的特征数据算出部；

- 5 利用所述特征数据以及瞳孔开度指标，在所述虹膜数据库中进行有关所述被登录者的数据登录的数据登录部。

20、一种虹膜认证装置，是利用虹膜图像用于进行个人认证的装置，包括：

取得有关被认证者的虹膜图像的虹膜图像取得部；

- 10 由所述虹膜图像求出特征数据，同时作为瞳孔开度指标，求出取得虹膜图像时的周围的亮度的特征数据算出部；

利用所述瞳孔开度指标，参照在已利用瞳孔开度指标的数据登录所形成的虹膜数据库中和登录者对应登录的数据，得到对照对象的特征数据的特征数据获得部；

- 15 通过比较所述对照对象的特征数据和所述特征数据，判断所述被认证者和所述登录者是否为同一人的判断部。

个人认证方法和认证程序、虹膜登录装置和认证装置

5

技术领域

本发明是涉及一种利用虹膜识别的个人认证的技术。特别是涉及例如在太阳光等外部光下和夜间等各种状况下提高虹膜认证精度的技术。

10 背景技术

近年来，利用虹膜识别的个人认证技术已经开始被应用于重要设施的进出管理、银行等的 ATM（自动取款机）、PC 登录用途等。

在专利文献 1 中，公开了通过比较认证时得到的虹膜图像信息和记忆的虹膜图像信息以进行个人识别的虹膜辨别的基本方式。在此方式中，通过照射眼部使瞳孔直径变化，控制其照明强度以使瞳孔为规定的直径之后，比较各虹膜图像或者从虹膜图像中提取出的各个特征量。瞳孔会根据周围的亮度和感情等改变直径，但如果瞳孔直径相互不同的话，各个虹膜图像之间或者各个特征量之间的比较变得困难。因此，在专利文献 1 中，是在通过照明调整瞳孔直径之后进行比较的。但是，为了使瞳孔的直径变化为所规定的直径需要一定的时间，因此，存在认证需要花费时间的问题。

对此，在专利文献 2、3 中，如下所示地解决上述问题。

在专利文献 2 中，提出了通过在极坐标系中表示虹膜区域而不依赖于瞳孔直径大小的特征提取方法。即，将近似圆的瞳孔/虹膜边界的中心作为极坐标的原点、将半径坐标作为瞳孔/虹膜边界和虹膜/巩膜边界之间的距离的比例而进行表示。由此，即使在登录时和认证时瞳孔直径不同的情况下，也能进行一定表现的特征提取，对其各个特征量之间进行比较。由此，在认证时不需要控制瞳孔直径，与专利文献 1 相比能够缩短认证时间。

在专利文献 3 中，登录时，使照明强度发生变化并对不同瞳孔直径的多个虹膜图像进行拍摄，将从多个虹膜图像提取出的特征量登录，比较从认证时拍摄的虹膜图像中提取出的特征量和多个登录的特征量。登录时，

由于拍摄了瞳孔直径不同的多个虹膜图像，即使认证时的虹膜图像的瞳孔直径是任意值，也能够和具有几乎相等的瞳孔直径的登录数据进行比较。由此，没有必要在认证时控制瞳孔直径，与专利文献 1 相比能够缩短认证时间。

5 那么，在上述的专利文献 2 中，记载了“虹膜根据光线伸长以及收缩以调整瞳孔的大小，但其精细的组织除了伸长以及收缩之外几乎没有变化”。通过极坐标表示，即使瞳孔直径变化其虹膜图形也几乎没有变化，所以可以进行控制本人拒绝率的认证。但是严密地说，虹膜图形有细微的变化，此变化带来认证时的汉明距离的微小的增加。汉明距离的增加即使
10 是在通常能够允许的范围内，但在和眼睑、睫毛等造成的虹膜区域隐藏等、其他的汉明距离增加的原因相结合的情况下，有时会产生本人拒绝认证的情况。

在专利文献 3 中，由于登录时对从多个虹膜图像中提取出的特征数据进行登录，所以会增加数据库的容量。另外认证时，由于必须和这些多个
15 特征数据相比较，所以会增加认证时的处理时间。

专利文献 1：特公平 5-84166 号公报。

专利文献 2：特表平 8-504979 号公报。

专利文献 3：特开 2000-194855 号公报。

20 发明内容

鉴于以上问题，本发明将在利用了虹膜认证的个人认证中、进行针对瞳孔直径的变化仍十分强健并控制数据库的增加以及认证时处理时间的增加的认证作为课题。

具体地说，本发明作为利用了虹膜图像的个人认证方法，在登录时，
25 取得有关被登录者的虹膜图像，从获取的虹膜图像中求出特征数据和瞳孔开度指标，利用求得的特征数据以及瞳孔开度指标，在数据库中进行有关上述被登录者的数据登录；在认证时，取得有关被认证者的虹膜图像，从获取的虹膜图像中求出特征数据和瞳孔开度指标，参照在上述虹膜数据库中登录的有关登录者的数据，利用认证时求得的瞳孔开度得到对照对象的
30 特征数据，通过比较上述对照对象的特征数据和认证时求得的特征数据，

判断上述被认证者和上述登录者是否是同一人。

根据此发明，在登录时，利用了从虹膜图像中得到的特征数据以及瞳孔开度的数据登录，是在虹膜数据库中进行的。然后在认证时，参照虹膜数据库中登录的数据，利用在认证时从虹膜图像中求得的瞳孔开度指标，
5 得到对照对象的特征数据。因此，不管认证时的瞳孔是缩瞳状态还是散瞳状态，将对应于其瞳孔的张开程度的特征数据作为对照对象而得到，所以即使在各种状况下，都能够进行本人拒绝率被抑制的且精度非常高的个人认证。

然后，在上述本发明的个人认证方法中，优选在登录时，将特征数据
10 和瞳孔开度指标同时与上述被登录者相对应而登录到上述虹膜数据库中，在认证时，从在上述虹膜数据库中与登录者相对应登录的特征数据中，通过将与该特征数据同时登录的瞳孔开度指标和认证时求出的瞳孔开度指标进行对比，确定对照对象的特征数据。

由此，在登录时，从虹膜图像得到的特征数据和瞳孔开度指标一起被
15 登录到虹膜数据库中。然后在认证时，从在虹膜数据库中登录的特征数据中，通过各个瞳孔开度指标之间的对比，确定对照对象的特征数据。因此，不管认证时的瞳孔的状态如何，对应于该瞳孔的张开程度的特征数据作为对照对象而被确定。另外，通过利用瞳孔开度指标，能够简单地检索对照对象的特征数据，所以能够在短时间内进行认证。

另外，在上述本发明的个人认证方法中，优选在登录时，取得有关上述
20 被登录者的瞳孔开度不同的多个虹膜图像，从取得的上述多个虹膜图像中分别提取的多个特征数据以及从瞳孔开度指标中，求出特征数据和瞳孔开度指标的关系式，将用于表示此关系式的参数和上述被登录者相对应而登录到上述虹膜数据库中，在认证时，从和登录者对应登录到上述虹膜数
25 据库的参数中得到关系式，将认证时求出的瞳孔开度指标代入此关系式中，得到对照对象的特征数据。

由此，在登录时，用于表示从瞳孔开度不同的多个虹膜图像中得到的
30 多个特征数据与瞳孔开度的关系式的参数，被登录到虹膜数据库中。然后在认证时，在由虹膜数据库中登录的参数表示的关系式中，代入在认证时从虹膜图像中求出的瞳孔开度指标，得到对照对象的特征数据。因此，不

管认证时的瞳孔的状态如何，都能将对应于其瞳孔的张开程度的特征数据作为对照对象而得到。另外，只需将瞳孔开度指标代入关系式，就能够简单地得到对照对象的特征数据，所以能够短时间地进行认证。

另外，在上述本发明的个人认证方法中，优选在登录时，取得关于上述被登录者的瞳孔开度不同的多个虹膜图像，从取得的上述多个虹膜图像中分别提取的多个特征数据中，确定登录的特征数据，同时，求出用于从该登录特征数据向瞳孔开度指标不同的其它的特征数据进行变换的变换规则，将上述登录特征数据以及变换规则和上述被登录者相对应登录到上述虹膜数据库中，在认证时，基于在上述虹膜数据库中和登录者对应登录的特征数据以及变换规则，并使用认证时求出的瞳孔开度指标，生成对照对象的特征数据。

由此，在登录时，得到从由瞳孔开度不同的多个虹膜图像中得到的多个特征数据中，向登录特征数据以及瞳孔开度指标不同的其它的特征数据的变换规则，并登录到虹膜数据库中。然后在认证时，基于在虹膜数据库中登录的特征数据以及变换规则，利用认证时从虹膜图像中求出的瞳孔开度指标，生成对照对象的特征数据。因此，不管认证时的瞳孔的状态如何，能将对应于其瞳孔的张开程度的特征数据作为对照对象而生成。

另外，本发明作为利用虹膜图像的个人认证方法，包括：取得关于被认证者的虹膜图像的第1步骤；从在上述第1步骤中取得的虹膜图像求出特征数据和瞳孔开度指标的第2步骤；参照在利用了瞳孔开度指标的数据登录形成的虹膜数据库中登录的有关登录者的数据，利用在上述第2步骤中求得的瞳孔开度指标得到对照对象的特征数据的第3步骤；通过比较在上述第3步骤中求得的对照对象的特征数据和在上述第2步骤中求得的特征数据，判断上述被认证者和上述登录者是否是同一人的第4步骤。

另外，本发明作为进行用于虹膜认证的数据登录的装置，包括：取得有关被登录者的虹膜图像的虹膜图像取得部；从上述虹膜图像求出特征数据和瞳孔开度指标的特征数据算出部；利用上述特征数据以及瞳孔开度指标在虹膜数据库中进行有关上述被登录者的数据登录的数据登录部。

另外，本发明作为用于利用虹膜图像进行个人认证的装置，包括：取得有关被认证者虹膜图像的虹膜图像取得部；从上述虹膜图像求出特征数据和瞳孔开度指标的特征数据算出部；利用上述瞳孔开度指标并参照在利

用了瞳孔开度指标的数据登录形成的虹膜数据库中和登录者对应登录的数据，而取得对照对象的特征数据的特征数据获得部；通过比较上述对照对象的特征数据和上述特征数据，判断上述被认证者和上述登录者是否是同一人的判断部。

- 5 另外，本发明作为将利用了虹膜图像的个人认证在计算机中实行的程序，在计算机中实行以下步骤：从取得的有关被认证者的虹膜图像中求出特征数据和瞳孔开度指标的步骤；利用上述瞳孔开度指标并参照在利用了上述瞳孔开度指标的数据登录形成的虹膜数据库中登录的有关登录者的数据，得到对照对象的特征数据的步骤；通过比较上述对照对象的特征数
10 据和上述特征数据，判断上述被认证者和上述登录者是否是同一人的步骤。

根据如上所述的发明，不管认证时的瞳孔是处于缩瞳状态还是处于散瞳状态，可以将对应于瞳孔张开程度的特征数据作为对照对象而得到，所以在各种情况下都能实行精度非常高的个人认证。进而，通过利用瞳孔开
15 度指标，因为能够简单地检索或者取得对照对象的特征数据，所以能够在短时间内进行认证。

附图说明

图 1 是概念地表示本发明的第 1 实施方式的个人认证方法的图。

- 20 图 2 是表示本发明的各种实施方式中虹膜认证系统的整体构成的图。

图 3 是表示本发明的第 1 实施方式中虹膜登录装置以及虹膜拍摄装置的构成的图。

图 4 是表示本发明的第 1 实施方式中虹膜认证装置的构成的图。

- 25 图 5 是表示作为虹膜认证装置的一个例子的带有认证功能的便携电话的外观的图。

图 6 是表示本发明的第 1 实施方式中登录处理时的处理的流程图。

图 7 是表示虹膜图像的拍摄时照明控制和瞳孔开度的变化以及拍摄计时的图。

- 30 图 8 (a) 是表示虹膜区域的图，图 8 (b) 是采用 xy 坐标系表示虹膜区域的图，图 8 (c) 是采用极坐标系表示虹膜区域的图。

- 图 9 是表示分析带域的图。
- 图 10 是表示虹膜编码的制成的图。
- 图 11 是各个虹膜编码之间的汉明距离的矩阵。
- 图 12 是绘制的各个虹膜编码之间的汉明距离的图。
- 5 图 13 是本发明的第 1 实施方式中虹膜数据库的数据内容的一个例子。
- 图 14 是表示本发明的第 1 实施方式中认证时的处理的流程图。
- 图 15 是表示本发明的第 2 实施方式中虹膜登录装置的构成的框图。
- 图 16 是表示本发明的第 2 实施方式中虹膜认证装置的构成的框图。
- 图 17 是表示本发明的第 2 实施方式中登录时的处理的流程图。
- 10 图 18 是表示在图 17 的流程中步骤 SA6 的处理的详细内容的流程图。
- 图 19 是用于概念地说明在图 17 的流程中步骤 SA6 的处理的图。
- 图 20 是本发明的第 2 实施方式中虹膜数据库 12 的数据内容的一个例子。
- 图 21 是表示本发明的第 2 实施方式中认证时的处理的流程图。
- 15 图 22 是表示本发明的第 1 实施方式的变形例中登录时的处理的流程图。
- 图 23 是概念地表示本发明的第 1 实施方式的变形例中认证时的处理的图。
- 图 24 是表示本发明的第 1 实施方式的变形例中认证时的处理的流程图。
- 20 图 25 是概念地表示本发明的第 1 实施方式的变形例中认证时的处理的图。
- 图 26 是表示本发明的第 3 实施方式中登录时的处理的流程图。
- 图 27 是概念地表示本发明的第 3 实施方式中变换规则的计算方法的一个例子的图。
- 25 图 28 是虹膜数据库中存储的变换规则的一个子例。
- 图 29 是表示本发明的第 3 实施方式中认证时的处理的流程图。

具体实施方式

- 30 在本发明的第 1 形式中，作为利用虹膜图像的个人认证方法，提供的

方法为，在登录时，取得有关被登录者的虹膜图像，从取得的虹膜图像中求出特征数据和瞳孔开度指标，利用求出的特征数据以及瞳孔开度指标，在虹膜数据库中进行有关上述被登录者的数据登录，在认证时，取得有关被认证者的虹膜图像，从取得的虹膜图像中求出特征数据和瞳孔开度指标，参考在上述虹膜数据库中登录的有关登录者的数据，利用认证时求出的瞳孔开度指标得到对照对象的特征数据，通过比较上述对照对象的特征数据和认证时求得的特征数据，判断上述被认证者和上述登录者是否是同一个人。

在本发明的第2形式中，提供了下述的第1形式的个人认证方法，即在登录时，将特征数据和瞳孔开度指标同时和上述被登录者对应而登录到上述虹膜数据库中，认证时，从和登录者对应而登录到上述虹膜数据库的特征数据中，通过对与该特征数据同时登录的瞳孔开度指标和认证时求出的瞳孔开度指标进行对比，确定上述对照对象的特征数据。

在本发明的第3形式中，提供了下述的第2形式的个人认证方法，即在登录时，对于上述被登录者，至少登录从缩瞳状态、通常状态以及散瞳状态中的虹膜图像中分别得到的3个特征数据。

在本发明的第4形式中，提供了下述的第2形式的个人认证方法，即在登录时，取得有关上述被登录者的瞳孔开度不同的多个虹膜图像，从取得的上述多个虹膜图像中分别求出特征数据，通过比较求出的多个特征数据，从上述多个特征数据中选择在上述虹膜数据库中登录的特征数据。

在本发明的第5形式中，提供了下述的第2形式的个人认证方法，即在认证时，当具有求出的瞳孔开度指标与规定程度相近的瞳孔开度指标的特征数据对上述登录者没有被登录时，中止认证处理。

在本发明的第6形式中，提供了下述的第5形式的个人认证方法，即当认证处理中止时，基于在认证时求出的瞳孔开度指标和登录的特征数据相关的瞳孔开度指标，推测虹膜图像的优选的拍摄条件，敦促上述被认证者再次取得在推测的拍摄条件下的虹膜图像。

在本发明的第7形式中，提供了下述的第1形式的个人认证方法，即在登录时，取得有关上述被登录者瞳孔开度不同的多个虹膜图像，由从取得的上述多个虹膜图像中分别求出的多个特征数据以及瞳孔开度指标，求

出特征数据和瞳孔开度指标的关系式，将表示此关系式的参数和上述被登录者对应而登录到上述虹膜数据库中，在认证时，从和登录者对应而登录上述数据库的参数中得到关系式，在此关系式中代入认证时求出的瞳孔开度指标，得到上述对照对象的特征数据。

- 5 在本发明的第 8 形式中，提供了下述的第 7 形式的个人认证方法，即在登录时，间隔剔除上述参数并登录，在认证时，通过插补来还原间隔剔除的参数。

 在本发明的第 9 形式中，提供了下述的第 1 形式的个人认证方法，即在登录时，取得有关上述被登录者瞳孔开度不同的多个虹膜图像，从由取得
10 的上述多个虹膜图像分别求出的多个特征数据中，确定登录的特征数据，同时，求出用于进行从该登录的特征数据向瞳孔开度指标不同的其它的特征数据的变换的变换规则，将上述登录特征数据以及变换规则和上述登录者对应并登录到上述虹膜数据库中，在认证时，基于在上述虹膜数据库中和登录者对应登录的特征数据以及变换规则，利用认证时求出的瞳孔
15 开度指标生成上述对照对象的特征数据。

 在本发明的第 10 形式中，提供了上述瞳孔开度指标是虹膜图像中瞳孔直径和虹膜直径的比的第 1 形式的个人认证方法。

 在本发明的第 11 形式中，提供了作为利用虹膜图像的个人认证方法，具有：取得有关被认证者的虹膜图像的第 1 步骤，从在上述第 1 步骤中取得
20 的虹膜图像中求出特征数据和瞳孔开度指标的第 2 步骤，参考在已利用瞳孔开度指标的数据登录所形成的虹膜数据库中的登录的有关登录者的数据、利用在上述第 2 步骤中求出的瞳孔开度指标得到对照对象的特征数据的第 3 步骤，通过比较在上述第 3 步骤中得到的对照对象的特征数据和
25 在上述第 2 步骤中求出的特征数据，判断上述被认证者和上述登录者是否为同一人的第 4 步骤的方法。

 在本发明的第 12 形式中，提供了下述的第 11 形式的个人认证方法，即上述虹膜数据库是登录关于各登录者的至少 1 个虹膜图像的特征数据和
 瞳孔开度指标的数据库，在上述第 3 步骤中，从和登录者对应并登录到上述虹膜数据库上的至少 1 个特征数据中，通过对比和该特征数据同时登录
30 的瞳孔开度指标和在上述第 2 步骤中求出的瞳孔开度指标，确定上述对照

对象的特征数据。

在本发明的第 13 形式中，提供了下述的第 11 形式的个人认证方法，即上述虹膜数据库是登录有关各登录者的表示虹膜图像的特征数据和瞳孔开度指标的关系式的参数的数据库，在上述第 3 步骤中，由和登录者对应并登录到上述虹膜数据库中的参数得到关系式，通过在此关系式中代入在上述第 2 步骤中求出的瞳孔开度指标，得到上述对照对象的特征数据。

在本发明的第 14 形式中，提供了下述的第 11 形式的个人认证方法，即上述虹膜数据库是登录关于各登录者的虹膜图像的特征数据、和用于进行从该特征数据向瞳孔开度指标不同的其它特征数据的变换的变换规则的数据库，在上述第 3 步骤中，基于和登录者对应并登录到上述数据库中的特征数据以及变换规则，利用在上述第 2 步骤中求出的瞳孔开度指标，生成上述对照对象的特征数据。

在本发明的第 15 形式中，提供了进行用于虹膜认证的数据登录的装置，包括：取得有关被登录者的虹膜图像的虹膜图像取得部，从上述虹膜图像求出特征数据和瞳孔开度指标的特征数据算出部，利用上述特征数据以及瞳孔开度指标而在虹膜数据库中进行有关上述被登录者的数据登录的数据登录部。

在本发明的第 16 形式中，提供了用于利用虹膜图像以进行个人认证的装置，包括：取得有关被认证者的虹膜图像的虹膜图像取得部，从上述虹膜图像求出特征数据和瞳孔开度指标的特征数据算出部，利用上述瞳孔开度指标并参考在完成了已利用瞳孔开度指标的数据登录的虹膜数据库中登录的数据、取得对照对象的特征数据的特征数据获得部，通过比较上述对照对象的特征数据和上述特征数据来判断上述被登录者和上述登录者是否为同一人的判断部。

在本发明的第 17 形式中，提供了将利用了虹膜图像的个人认证在计算机中执行的程序，在计算机中执行的步骤包括：从取得的有关被认证者的虹膜图像中求出特征数据和瞳孔开度指标的步骤，利用上述瞳孔开度指标并参考在已利用瞳孔开度指标的数据登录所形成的虹膜数据库中登录的有关登录者的数据、得到对照对象的特征数据的步骤，通过比较上述对照对象的特征数据和上述特征数据来判断上述被认证者和上述登录者是否为同一人的步骤。

以下，参照附图对本发明的实施方式进行说明。

(第1实施方式)

图1是概念地表示本发明的第1实施方式的个人认证方法的图。如图1所示，在本实施方式中，在虹膜数据库12中同时登录有关各个登录者的多个虹膜编码、瞳孔直径与虹膜直径的比R（以下，称为“瞳孔直径/虹膜直径比”）。然后，在认证时，通过从拍摄的虹膜图像中进行特征提取，得到虹膜编码，同时，求出瞳孔直径/虹膜直径比R。然后，通过对比登录方的比R和认证时的比R，将适当的虹膜编码作为对照对象选择并进行认证。

图2是表示在本实施方式中认证系统的整体构成的图。在图2中，虹膜认证服务器11拥有存储多个登录者的虹膜图像的特征数据的虹膜数据库12，并连接在因特网、专用线、公用线路等网络13上。另外，虹膜登录装置14和虹膜认证装置15也同样和网络13相连。虹膜登录装置14将登录时生成的虹膜编码向虹膜数据库12发送。虹膜认证装置15通过比较认证时生成的虹膜编码和从虹膜数据库12中取得的登录时的虹膜编码，进行个人认证。

另外，也可以在每个利用的区域和每个机关中设置多台虹膜认证服务器11，也可以包含多台用于分散负载的镜像服务器。另外，虹膜数据库12也可以经由网络连接在虹膜认证服务器11上。

图3是表示图2的认证系统中的虹膜登录装置以及虹膜拍摄装置的构成的框图。如图3所示，虹膜拍摄装置16包括对被登录者的面部周围进行可见光照射的照明31、对被登录者能连续拍摄多个虹膜图像的拍摄部32以及控制照明31的发光强度的照明控制部33。

另外，虹膜登录装置14包括：取得虹膜图像的虹膜图像取得部34、从取得的虹膜图像中提取特征数据（虹膜编码）的特征提取部35、在取得的虹膜图像中计算作为瞳孔开度指标的瞳孔直径/虹膜直径比的比计算部36、以及将特征数据和瞳孔直径/虹膜直径比相对应并向网络13发送的特征发送部37。这里，虹膜图像取得部34取得从虹膜拍摄装置16发送来的瞳孔开度不同的多个虹膜图像。另外，从特征发送部37向网络13发送的特征数据被登录到虹膜数据库12中。

其中，在虹膜登录装置14和虹膜认证服务器一体化构成的情况下，

可以代替特征发送部 37 而设置将特征数据和瞳孔直径/虹膜直径比相对应并在虹膜数据库中登录的特征记忆部。另外，虹膜登录装置 14 和虹膜拍摄装置 16 也可以是一体构成，也可以分别构成。进而，可以在虹膜登录装置 14 中只进行虹膜图像的拍摄并将拍摄的虹膜图像向虹膜认证服务器 11 发送，虹膜编码的生成可以在虹膜认证服务器 11 一方进行。另外，也可以将虹膜登录装置 14 的全部功能内置在个人认证服务器 11 中。

图 4 是表示在图 2 的认证系统中虹膜认证装置的构成的图。如图 4 所示，虹膜认证装置 15 包括：取得进行认证的被认证者的虹膜图像的虹膜图像取得部 41、从取得的虹膜图像中提取特征数据的特征提取部 42、对取得的虹膜图像中的瞳孔直径/虹膜直径比进行计算的比计算部 43、借助网络 13 并参考虹膜数据库 12、通过对比瞳孔直径/虹膜直径比而选择取得对照对象的特征数据的特征量取得部 44、以及通过比较对照对象的特征数据和取得的特征数据来进行认证的认证部 45。

还有，在虹膜认证装置 15 中，只进行认证用虹膜图像的拍摄，将拍摄的虹膜图像向虹膜认证服务器 11 发送，虹膜编码的生成也可以在虹膜认证服务器 11 中进行。另外，也可以是与登录虹膜编码的比较在虹膜服务器 11 中进行且只有认证结果被虹膜认证装置 15 接收这样的形式。另外，虹膜认证装置 15 全部具有图 2 中的虹膜认证服务器 11、虹膜数据库 12、虹膜登录装置 14 以及虹膜拍摄装置 16 的功能，也可以将登录、虹膜数据的保存、认证通过 1 台装置进行。

图 5 是表示作为本实施方式中虹膜认证装置 15 的一个例子的带有认证功能的便携电话的外观的图。图 5 的带有认证功能的便携电话 20 是在便携电话上添加了虹膜图像拍摄用的照相机 21 和虹膜拍摄用照明 22。除了照相机 21 以及照明 22 之外，还有监视器 23、操作按钮 24、扬声器 25、麦克风 26 以及天线 27 等。照明 22 是由 1 个或者多个近红外线 LED 构成。在照相机 21 中安装了可见光截止滤波器，只接收近红外线成分。监视器 23 显示拍摄中的虹膜图像和认证结果。

在本实施方式中，被认证者利用图 5 那样的带有认证功能的便携电话，不管是在室内还是在室外，不管是在白天还是在黑夜，在各种各样的环境下进行虹膜认证。

图 6 是表示本实施方式中登录时的处理的流程图。根据图 6 的流程说明本实施方式中关于个人认证方法的登录时的处理。

首先，被登录者通过虹膜拍摄装置 16 拍摄瞳孔开度不同的多个虹膜图像 (SA1)。在虹膜拍摄装置 16 中，拍摄部 32 能够连续拍摄多个虹膜图像，另外通过照明控制部 33 能够控制照明 31 的发光强度。这里，照明控制部 33 在拍摄部 32 连续拍摄有关被登录者的多个虹膜图像的过程中，在规定的时间内使拍摄开始时亮灯的照明 31 关灯。

图 7 是表示在虹膜图像拍摄时照明控制和瞳孔开度的变化以及拍摄时间的图。如图 7 所示，在本实施方式中，是将同样的发光强度的照明 31 在时刻 t 关灯。在时刻 t 之前，即照明 31 同样地亮灯时，瞳孔开度大致一定。只是由于人的瞳孔即使在一定亮度下也较小且不停地重复收缩和放大，所以在图 7 (b) 中瞳孔开度也略微地振动。

然后，如果照明控制部在时刻 t 使照明 31 关灯，瞳孔放大直至适应亮度，适应后又再充分稍微的收缩和放大。在该过程中，拍摄部 32 在图 7 (b) 所示的拍摄时间内连续拍摄多张 (此处为 10 张) 虹膜图像。作为拍摄时间，优选从关灯时刻 t 之前开始至瞳孔完全放大为止之间的数秒~十几秒之后之间的时间。

这样，通过改变可见光照明强度，能够拍摄多张各种瞳孔开度的虹膜图像。另外，这里因为只将拍摄开始时亮灯的照明 31 关灯即可，所以不特别地需要复杂的照明控制。另外，通过从亮到暗这样的照度变化，能缓和由于照明的刺目给被登录者造成的痛苦。相反，在控制照明从暗到明变化的情况下，会造成被登录者的刺目感，从哪方面来说都不优选。

即，作为拍摄用于个人认证的虹膜图像的装置，包括：对被登录者面部周围进行可见光照明的照明，控制上述照明的发光强度的照明控制部、和拍摄上述被登录者的虹膜图像的拍摄部。上述照明控制部优选在上述拍摄部连续拍摄有关上述被登录者的多个虹膜图像的过程中，将拍摄开始时亮灯的照明在规定的时间内关灯。

由此，在虹膜图像的拍摄过程中，因为对照明只进行从亮灯状态至关灯状态的控制，所以不需要复杂的照明控制，并能够极其简单地拍摄瞳孔开度不同的多个虹膜图像。另外，因为只是从明至暗这样的亮度变化，所

以刺目不会对被登录者造成过大的痛苦。

当然，代替关灯，例如在装有窗户的室内进行虹膜图像的拍摄，在某一刻通过关闭窗帘等遮挡外部光线，由此可以改变周围的亮度。另外，可以不是单纯地开/关照明，而是使明亮度多层次地变化。

5 还有，该虹膜拍摄装置优选设置在外部光线不能进入的室内。在这样的场所中，当加强照明强度时，能拍摄到极度缩瞳状态的虹膜图像，同时，由于关灯后外部光线不能进入，所以能拍摄极度散瞳状态的虹膜图像。进而，也能多层次地拍摄在缩瞳状态和散瞳状态之间的虹膜图像。

接着，从在步骤 SA1 中拍摄的多个虹膜图像中，分别提取出特征数据
10 (SA2)。在虹膜登录装置 14 中，虹膜图像取得部 34 取得由虹膜拍摄装置 16 拍摄的虹膜图像，特征提取部 35 从取得的多个虹膜图像中提取特征数据。这里，采用了专利文献 2（特表平 8-504979 号公报）中记载的手法。专利文献 2 的虹膜认证手法的概略如下所示。

（1）通过确定虹膜外缘（虹膜和巩膜之间的边界）以及瞳孔外缘（瞳
15 孔和虹膜之间的边界），分离出虹膜区域。

（2）将分离出的虹膜区域从 xy 垂直坐标系变换为 $r\theta$ 极坐标系。

（3）确定分析带域（将半径方向以环状 8 等分）。

（4）应用多尺度（multiscale）的 2-d Gabor 滤波器，将 Gabor 滤波器
输出后的信号二值化后作为虹膜编码。

20 （5）比较预先登录的登录虹膜编码和认证时的虹膜编码（排它的 OR），计算 2 个编码间的汉明距离。

（6）当汉明距离比阈值小时，作为本人就接受，否则就作为他人而
放弃。

图 8 (a) 是表示 (1) 的虹膜外缘以及瞳孔外缘的位置的图，图 8 (b)
25 是将由虹膜外缘和瞳孔外缘包围的区域作为虹膜区域分离出来，并 xy 坐标系表示的图。在此时刻，虹膜区域的平行移动的影响被吸收。另外图 8 (c) 是以瞳孔中心为中心用 $r\theta$ 极坐标系表示虹膜区域的图 ((2) 的变换)。准确地说，实际的瞳孔外缘和虹膜外缘并非真正的圆。当两者勉强近似为圆时，虽然瞳孔的中心和虹膜的中心并非同心（偏心），但通过将 r 方向的
30 值在瞳孔外缘设定为 0，在虹膜外缘为 1，能将偏心、瞳孔张开程度的差

以及放大缩小的影响加以吸收。

图 9 是表示由 (3) 确定的 8 个环状的分析带域的图，图 10 是表示生成 (4) 的虹膜编码的图，是表示对决定了图 9 的分析带域之后的亮度信号 (a) 应用 Gabor 滤波器 (b) 并进行二值化 (c) 的样子。实际上虽然是 2 维信号，但这里为了说明的方便用 1 维表示。(a) 是 8 个环之中的 1 个环的角度方向亮度信号。实际上使用多尺度的 Gabor 滤波器，在单尺度的 Gabor 滤波器中也存在实部和虚部，(b)、(c) 是应用某一尺度的 Gabor 滤波器实部的结果。根据 Gabor 滤波器输出的正负进行二值化之后的虹膜编码 (c) 中各位的位置，能够和虹膜图像上的某一位置相对应。

如此，关于多个虹膜图像，通过进行处理 (1) ~ (6)，对于虹膜，可以生成吸收了平行移动、放大缩小、瞳孔张开程度的差异、瞳孔的偏心的影响的虹膜编码作为特征数据。

接着，由取得的多个虹膜图像分别计算瞳孔直径/虹膜直径比 (SA3)。此处理是由虹膜登录装置 14 的比计算部 36 进行。这里，以半径为 r_p 的圆对瞳孔外缘进行拟合、以半径为 r_i 的圆对虹膜外缘进行拟合，并将瞳孔直径/虹膜直径比定义为

$$R = r_p / r_i$$

然后，将从瞳孔开度不同的多个虹膜图像中提取的虹膜编码分别和瞳孔直径/虹膜直径比 R 相对应。

在本实施方式中，作为用于表示瞳孔开度的“瞳孔开度指标”，使用瞳孔直径/虹膜直径比。其理由如下。作为表示瞳孔的张开程度的参数，也能够使用例如“瞳孔直径”本身。只是，此种情况下，需要满足虹膜通常能以一定的大小（像素数）拍摄这样的条件。但是，当在便携电话和 PDA 这样的便携设备中附加虹膜认证功能时，由于拍摄的本人用手拿着已安装照相机的便携设备进行拍摄，所以拍摄时的照相机和眼睛位置的距离不能保证稳定而容易变动。因此，由于在虹膜图像上虹膜区域的大小本身发生变化，所以只用瞳孔直径不能准确地表示瞳孔开度。与此相对，如本实施方式这样，当将瞳孔直径/虹膜直径比用作瞳孔开度指标时，即使虹膜区域的大小在图像上不是一定的，也能够准确地表示瞳孔开度。

另外，作为其它的瞳孔开度指标，也可以使用拍摄时周围的明亮度。

作为周围的明亮度，能够利用例如照度（单位：lx）。由于人的瞳孔会随着周围的明亮度而收缩或者放大，能够根据照度的值表示大致的瞳孔开度。用于测量照度的传感器位置优选在被拍摄者的眼睛位置附近，但当设置困难时，也可以内置在拍摄设备内等、也可以是其它的位置。

5 接着，选择最终保存的特征数据（SA4）。在本实施方式中，如图7所示，对某一登录者拍摄10张虹膜图像，对该10张虹膜图像分别求出的虹膜编码可以全部登录到虹膜数据库12中，这里，为了尽量减少在虹膜数据库12中存储的数据量，选择必要的最小限度的虹膜编码。

10 虹膜编码的选择具体地通过以下的处理进行。首先，以使瞳孔直径/虹膜直径比R按升序（或者降序）的方式重排列虹膜编码，对虹膜编码进行编号。接着，作为特征数据之间的对照，计算不同的虹膜编码之间的汉明距离。这里的计算手法和后续认证时的处理中的汉明距离的计算相同。

15 在本实施方式中，因为存在10个虹膜编码，所以汉明距离是45种（ $=_{10}C_2$ ）计算。其结果是得到如图11所示的汉明距离的矩阵。如果严密地说，因为虹膜图案不是同样的收缩，瞳孔直径/虹膜直径比的值R越近，虹膜编码的汉明距离减小，越远则汉明距离增大。

然后，关于各个虹膜编码，判断其和相邻的2个虹膜编码之间的汉明距离是否在规定的阈值之上，当2个汉明距离都未达到阈值时，判断其虹膜编码是可以省略的。规定的阈值例如为0.20。

20 具体地说，在图11中，如果着眼于虹膜编码1，和虹膜编码0之间的汉明距离为0.15，和虹膜编码2的汉明距离为0.16。即，由于两个汉明距离都未达到阈值即0.20，所以判断虹膜编码1可以省略。该判断基于这样的思想，即假设即使认证时的虹膜编码接近于虹膜编码1，也可以通过和虹膜编码0或者虹膜编码2进行比较而成功认证，所以可以省略虹膜编码
25 1。

然后，在图11中消去虹膜编码1的行和列，重复同样的操作。如果着眼于虹膜编码2，由于和虹膜编码0的汉明距离为0.20且达到阈值，所以判断虹膜编码2不能省略。接着，如果着眼于虹膜编码3时，和虹膜编码2的汉明距离为0.14，和虹膜编码4的汉明距离为0.13，由于两者都未达到
30 阈值，所以判断虹膜编码3可以省略。重复这样的处理，最终选择虹膜

编码为 0、2、4、6、8 的 6 个。

如此，参考虹膜编码之间的汉明距离，通过确定最终登录的虹膜编码，能够削减虹膜数据库 12 的数据量。

5 还有，作为用于选择在虹膜数据库中保存的特征数据的手法，除了利用虹膜编码的汉明距离以外，也考虑有各种的方法。例如，也可以利用瞳孔直径/虹膜直径的比，例如，也可以从瞳孔直径/虹膜直径比进入 0.1~0.3、0.3~0.5、0.5~0.7 各范围的数据中分别各选 1 个。此外，眼睛的张开程度是否足够大、照相机是否因眨眼和拍摄对象的活动而动弹、焦距值是否对焦等能够作为选择标准使用。

10 虹膜编码的选择能够根据以下的方法进行。即，当认为实际上是对提取的多个虹膜编码之中的任意一个进行登录时，能够从该临时登录编码和各虹膜编码的汉明距离作成如图 12 所示的图。在图 12 中，纵轴是汉明距离，横轴是瞳孔直径/虹膜直径比，各点和临时登录编码以外的各个虹膜编码相对应。

15 然后，从图 12 的图中能够得到满足应当允许的 FRR（本人拒绝率，例如为 1%）的瞳孔直径/虹膜直径比的范围 A1。另外，关于其它的虹膜编码，进行同样的处理以求出满足应该允许的 FRR 的瞳孔直径/虹膜直径比的范围。然后，能够通过选择虹膜编码确定必要最小限度的登录虹膜编码，以覆盖瞳孔直径/虹膜直径比的全部取值范围。

20 只是，作为进行该方法的必要条件，可以举例为在登录时得到的虹膜数据的个数足够多。另外，在认证时，存在由于其它的原因（照相机的焦距偏离、由于眼睑、睫毛等的遮挡等）带来本人放弃的可能性，所以优选满足应当允许的 FRR 的瞳孔直径/虹膜直径比的范围相互间一点一点地重叠。

25 还有，根据本发明者等的实验结果得知，关于一个登录者，如果至少登录从缩瞳状态、通常状态以及散瞳状态下的虹膜图像分别得到的 3 个特征数据，可以很好地认证该登录者。这里，缩瞳状态是指瞳孔直径/虹膜直径比为 0.1~0.3 时，通常状态是指瞳孔直径/虹膜直径比为 0.3~0.5 时，散瞳状态是指当瞳孔直径/虹膜直径比为 0.5~0.7 时的情况。

30 最后，将作为在步骤 SA4 中选择的特征数据的虹膜编码和作为瞳孔开

度指标的瞳孔直径/虹膜直径比同时保存在虹膜数据库 12 中(SA5)。这里，虹膜登录装置 14 的特征发送部 3 借助因特网 13 向虹膜数据库 12 发送虹膜编码和瞳孔直径/虹膜直径比。

图 13 是模式地表示虹膜数据库 12 的数据内容的一个例子的图，关于多个 (M 人) 登录者，有总计 N 个虹膜编码被登录。如图 13 所示，在各个虹膜编码中将瞳孔直径/虹膜直径比作为附加信息进行了添加。

图 14 是表示本实施方式中认证时的处理的流程图。根据图 14 的流程，对本实施方式的虹膜认证方法中认证时的处理进行说明。

首先被认证者通过虹膜认证装置 15 的虹膜图像取得部 41 拍摄虹膜图像 (SB1)。这里，作为虹膜认证装置 15，在采用图 5 的带有认证功能的便携电话 20 那样的移动型的装置的情况下，可以不管场所/时间而进行认证。可以在白天的屋外拍摄缩瞳状态的虹膜图像，可以在夜晚或照明较暗的场所拍摄散瞳状态的虹膜图像。

接着，特征提取部 42 从拍摄的虹膜图像中作为特征数据提取虹膜编码 (SB2)，同时，比计算部 43 从拍摄的虹膜图像中作为瞳孔开度指标计算瞳孔直径/虹膜直径比 (SB3)。由于步骤 SB2、SB3 的处理和登录时的步骤 SA2、SA3 相同，所以在这里省略其说明。

接着，特征数据取得部 44 从虹膜数据库 12 中通过对比瞳孔直径/虹膜直径比，选择成为对照对象的虹膜编码 (SB4)。这里，选择和认证时的瞳孔直径/虹膜直径比的值相近的瞳孔直径/虹膜直径比同时登录的虹膜编码。

例如，如图 1 所示，当认证时的虹膜图像的瞳孔直径/虹膜直径比 R 为 0.41 时，从虹膜数据库 12 中将比 R 接近 0.41 的虹膜编码作为对照对象而取得。图 1 是说明不报告自己的 ID 的 1 对 N 认证的图。1 对 N 认证的情况如图 1 所示，关于在虹膜数据库 12 中登录的全部登录者，分别逐个取得比 R 和 0.41 最接近的虹膜编码。另一方面，当是报告自己 ID 的 1 对 1 认证的情况时，关于和报告的 ID 相当的登录者，取得比 R 最接近 0.41 的 1 个虹膜编码。

然后，由认证部 45 对由特征提取部 42 提取的虹膜编码和由特征数据取得部 44 取得的虹膜编码进行比较，由此进行认证 (SB5)。这里，和专

利文献2的方法同样地,为了补偿对象人物面部的倾斜和眼球转动的影响,在进行虹膜编码相对移动的同时进行比较。编码比较时的相对移动是通过下述方式实行的,即以将图10(c)所示的虹膜编码卷成圆筒的方式,使其相互关联向角度方向移动虹膜编码,同时反复进行比较处理。然后,将汉明距离为最小的移动时的汉明距离作为最终的汉明距离而输出。认证是通过此最终的汉明距离是否在阈值以上而进行的,当在阈值以上时,判断被认证者为他人,另一方面,当未达到阈值时,确定被认证者为本人。

还有,这里对虹膜认证装置15中进行至认证的例子进行了说明,代替此,也可以是在作为自己携带的终端的认证装置中实行至特征提取以及比计算的处理(SB1~SB3),将提取的特征数据以及瞳孔直径/虹膜直径比的值向虹膜认证服务器11发送,在虹膜认证服务器11中,进行特征数据取得以及认证(SB4、SB5)。

根据如上所述的本实施方式,在登录时,对于登录者取得瞳孔开度不同的多个虹膜图像,从这些多个虹膜图像中提取多个虹膜编码,并和瞳孔直径/虹膜直径比对应登录,在认证时,从登录的多个虹膜编码中对比瞳孔直径/虹膜直径比,选择对照对象的虹膜编码。即,由于将从在认证时拍摄的虹膜图像和瞳孔开度相同的虹膜图像中提取的虹膜编码作为对照对象选择,所以认证时的瞳孔不管是缩瞳状态还是散瞳状态,都能实行控制本人拒绝率的个人认证。

另外,利用瞳孔直径/虹膜直径比压缩对照对象的虹膜编码,所以和单纯地只是登录瞳孔直径/虹膜直径比不同的多个虹膜编码并在认证时选择汉明距离最小的虹膜编码的情况相比,能大幅度地缩短比较时间。

(第1实施方式的变形例)

在上述的第1实施方式中,在登录时,关于被登录者,取得瞳孔开度不同的多个虹膜图像,将从这些多个虹膜图像中分别得到的多个特征数据登录到虹膜数据库中。此处,对此变形例进行说明。

图22是表示本变形例中登录时的处理的流程图。根据图22的流程,对本变形例的个人认证方法中登录时的处理进行说明。

首先,被登录者拍摄虹膜图像(SA1')。和第1实施方式的不同之处在于,并非一定要拍摄多个图像和没有必要采用虹膜拍摄装置16那样的

能控制可见光照明强度的装置。这里，假设使用如图 5 所示的携带型设备进行登录的情况。

接着，从在步骤 SA1'中拍摄的虹膜图像中，提取作为特征数据的虹膜编码 (SA2')。另外，从取得的虹膜图像中计算瞳孔直径/虹膜直径比 (SA3')。因为从虹膜图像提取虹膜编码的方法和从虹膜图像中计算瞳孔直径/虹膜直径比的方法和第 1 实施方式相同，所以省略其说明。

最后，将作为特征数据的虹膜编码和作为瞳孔开度指标的瞳孔直径/虹膜直径比同时保存在虹膜数据库 12 中 (SA4')。

此时，关于同一认证者，虹膜登录装置 14 或者虹膜认证服务器 11 可以检查虹膜编码是否已经登录。例如，在虹膜编码已经登录的情况下，将登录完毕的虹膜编码和新的虹膜编码的瞳孔直径/虹膜直径比之间相比较，当瞳孔直径/虹膜直径比的值相近时，不保存新的虹膜编码。这是因为即使有多个具有相似的瞳孔直径/虹膜直径比的登录虹膜编码，对认证性能的提高没有那么大的贡献，只是白白增加了虹膜数据库的容量。是否近似瞳孔直径/虹膜直径比的值的判断可以利用规定的阈值而进行。

被登录者可以连续地或者间隔一定时间地多次进行步骤 SA1'~SA4'的登录处理。此时，通过在周围明亮度不同的环境下进行登录处理，因为能够取得瞳孔开度不同的虹膜图像，所以能够登录瞳孔直径/虹膜直径比的值不同的多个虹膜编码。

另一方面，变形例的认证时的处理和第 1 实施方式相同，这里根据图 14 的流程进行说明。

步骤 SB1~SB3 的处理由于和第 1 实施方式相同，所以省略其说明。

接着，特征数据取得部 44 从虹膜数据库 12 中对比瞳孔直径/虹膜直径比，由此确定成为对照对象的虹膜编码 (SB4)。这里，选择和认证时的瞳孔直径/虹膜直径比的值相近的瞳孔直径/虹膜直径比同时登录的虹膜编码。

例如，如图 23 所示，当认证时的虹膜图像中瞳孔直径/虹膜直径比 R 为 0.25 时，从虹膜数据库 12 中，将比 R 和 0.25 相近的虹膜编码作为对照对象而取得。图 23 表示不报告自己 ID 的 1 对 N 的认证。1 对 N 认证的情况如图 23 所示，关于在虹膜数据库 12 中登录的全部的登录者，分别逐个

取得比 R 和 0.25 最接近的虹膜编码。另一方面，当是报告自己 ID 的 1 对 1 认证的情况时，关于和报告 ID 相当的登录者，取得比 R 最接近 0.25 的 1 个虹膜编码。

5 然后，由认证部 45 对由特征提取部 42 提取的虹膜编码和由特征数据取得部 44 取得的虹膜编码进行比较，由此进行认证 (SB5)。由于步骤 SB5 的处理和第 1 实施方式相同，所以省略说明。

10 在变形例中，登录时，通过对登录的虹膜编码赋予瞳孔直径/虹膜直径比，能够在认证时将瞳孔直径/虹膜直径比最接近的虹膜编码作为对照对象而进行确定。由此，能进行比本人拒绝率更小的认证。只是在变形例中，如第 1 实施方式那样，在登录时，不拍摄改变明亮度且瞳孔开度不同的多个虹膜图像。因此，如图 23 所示，存在登录的虹膜编码的瞳孔直径/虹膜直径比没有具有很密的间隔的情况。因此，和第 1 实施方式相比，存在本人拒绝率增加的可能性。

15 另外，由于 1 对 1 认证的情况不使本人拒绝率增加，所以也能够进行如图 24 所示的认证处理。步骤 SB1~SB3 的处理由于和第 1 实施方式相同，所以省略其说明。

20 接着，特征数据取得部 44 通过从虹膜数据库 12 中对比瞳孔直径/虹膜直径比，搜索成为对照对象的虹膜编码 (SB8)。这里，对和以规定程度近似于认证时的瞳孔直径/虹膜直径比的瞳孔直径/虹膜直径比同时登录的虹膜编码进行搜索。

25 例如，如图 25 所示，当认证时的虹膜图像中瞳孔直径/虹膜直径比 R 为 0.25 时，从虹膜数据库 12 中将比 R 与 0.25 相比位于规定范围（在这里例如为 ± 0.15 ）内的虹膜编码作为对照对象而进行搜索。图 25 表示报告自己 ID 的 1 对 1 的认证。如果报告的 ID= i ，在登录者 i 的虹膜编码中搜索比 R 在 0.25 ± 0.15 的范围内且与 0.25 最接近的虹膜编码。

30 检查该虹膜编码是否存在 (SB9)。当存在时 (YES)，将该虹膜编码作为对照对象进行认证 (SB10)。步骤 SB10 的处理和第 1 实施方式中的步骤 SB5 相同，所以省略其说明。另一方面，当该虹膜编码不存在时 (No)，中止认证处理 (SB11)。在图 25 的例子中，由于不存在该虹膜编码，所以进入步骤 SB11。

这里，在步骤 SB11 中，不只是单纯地中止认证处理，对于被认证者，也能够进行用于降低本人拒绝率的建议。即，基于认证时的瞳孔开度指标和关于登录的特征数据的瞳孔开度指标，推测虹膜图像的优选拍摄条件，敦促被认证者再次取得推测的拍摄条件下的虹膜图像。这里的虹膜图像的再次取得可以是为了再次认证，也可以是为了新的特征数据的登录。由此，降低本人拒绝率，同时也提高使用者的便利性。建议的提示例如可以通过图 5 的便携电话 20 的监视器 23 进行。

例如在图 25 的情况下，对于登录者 i，由于登录虹膜编码的瞳孔直径/虹膜直径比的最小值为 0.43，认证时的瞳孔直径/虹膜直径比为 0.25，所以下次认证时，敦促在更黑暗的场所中进行拍摄，以使瞳孔直径/虹膜直径比大于 0.25。或者，为了今后的认证，可以敦促在明亮场所的登录，以能够登录瞳孔直径/虹膜直径比小于 0.43 的虹膜编码。

（第 2 实施方式）

在本发明的第 2 实施方式中，在登录时，求出特征数据和瞳孔开度指标的关系式，并登录用于表示此关系式的参数。然后，在认证时，在由登录的参数表示的关系式中，代入提取的瞳孔开度指标，得到对照对象的特征数据。

本实施方式的个人认证方法例如是在图 2 的认证系统中得到实现。图 15 是表示本实施方式的虹膜登录装置 14A 的构成的框图，和图 3 公用的构成要素采用相同于图 3 的符号。关系式计算部 38 计算特征数据和作为瞳孔开度指标的瞳孔直径/虹膜直径比的关系式，求出表示此关系式的参数。特征发送部 37 将由关系式计算部 38 求出的参数向虹膜数据库 12 发送。

图 16 是表示本实施方式的虹膜认证装置 15A 的构成的框图，和图 4 公用的构成要素采用相同于图 4 的符号。特征数据计算部 46 将认证时的瞳孔直径/虹膜直径比代入到由虹膜数据库 12 中登录的参数所表示的关系式中，由此取得对照对象的特征数据。

图 17 是表示本实施方式中登录时的处理的流程图。根据图 17 的流程，说明本实施方式的个人认证方法中的登录时的处理。

步骤 SA1~SA3 的处理和第 1 实施方式相同。即，通过虹膜拍摄装置

16 对被登录者拍摄瞳孔开度不同的多个虹膜图像 (SA1)，由虹膜登录装置 14A 的特征提取部 35 从多个虹膜图像中分别提取作为特征数据的虹膜编码 (SA2)，由虹膜登录装置 14A 的比计算部 36 从多个虹膜图像中分别
5 计算瞳孔直径/虹膜直径比 (SA3)。只是在步骤 SA2 中，关于各虹膜图像，在保存虹膜编码的同时，还对在如图 10 (b) 所示的极坐标表示的图像中使用了 Gabor 滤波器之后的信号进行保存。

接着，由虹膜登录装置 14A 的关系式计算部 38 计算各维的瞳孔直径/虹膜直径比和特征数据之间的关系式 (SA6)。图 18 是表示步骤 SA6 的处理的详细情况的流程图。

10 首先，关于在步骤 SA2 中生成的多个 (K 个) 虹膜编码，当以第 i 个编码为基准时，计算第 i 个编码和第 j 个 ($i \neq j$) 编码之间的汉明距离 (SA61)。编码之间的汉明距离的计算方法和第 1 实施方式中说明的方法相同。另外此时，保存汉明距离，同时对计算其汉明距离时的移动量 (旋转角 θ_j) 进行保存 (SA62)。

15 然后，将在步骤 SA62 中保存的由 Gabor 滤波器的输出信号分别只旋转旋转角 θ_j (SA62)。最后，观察各输出信号中同一位置的值，用多项式中 (D 次式) 对瞳孔直径/虹膜直径比的值和输出信号值的关系进行匹配 (SA64)。

20 图 19 是用于概念地说明步骤 SA6 的处理的图。在同一图中，(a) 是在步骤 SA1 中拍摄的瞳孔开度不同的多个虹膜图像，用虹膜外缘和瞳孔外缘的双层圆简化虹膜区域而表示。另外，将在步骤 SA3 中计算的瞳孔直径/虹膜直径比 R 的值同时表示。图 19 (b) 是使在步骤 SA2 中记忆的 Gabor 滤波器的输出只以与步骤 SA61 中计算的汉明距离相对应的移动量部分进行移动，图 19 (c) 是表示将图 19 (b) 中的 Gabor 滤波器的输出中位于
25 坐标 (i, j) 的值绘制在以瞳孔直径/虹膜直径比为横轴的图中并用 D 次式匹配的结果的图。

30 还有，在图 19 (c) 中表示在某一坐标中实部 (或者虚部) 的 Gabor 滤波器的输出，但实际上此处理是分别关于求出特征数据的全部坐标、关于实部以及虚部、关于 Gabor 滤波器的分析频率而进行的。例如，在极坐标图像中，在半径方向上使用 S 点、在角度方向上使用 T 点、使用 F 种频

率的 Gabor 滤波器时, 生成 Z 个这样的 D 次式。

$$Z=S \times T \times F \times 2$$

乘以 2 的是要和实部与虚部对应。

关于因次数 D, 当较小地设定时, 虽然削减了虹膜数据库 12 的数据量,
5 但匹配精度下降。相反, 当较大地设定时, 虽然增大了虹膜数据库 12 的
记忆容量, 但匹配的精度提高。在本实施方式中, 作为因次数 D, 使用了
“3”。当 D=3 时, 关系式为

$$Y=aX^3+bX^2+cX+d$$

10 这里, X 为瞳孔直径/虹膜直径比, Y 为极坐标的某一位置上的 Gabor
滤波器的输出, a、b、c、d 为系数。

选择 D=3 的理由如下。当在屋内使用虹膜认证时, 虹膜图案的变化作
为同样伸缩的橡胶板而可以相近似。能用橡胶板相近似是指即使瞳孔直径
/虹膜直径比变化, Gabor 滤波器输出的符号也不变化的意思。如果符号不
变化, 在虹膜编码的位不变化。即, 在与登录虹膜编码的瞳孔直径/虹膜直
15 径比相近的范围内, Y 可以以 X 的相对低次 (D=1 或者 2) 的式子表示。
另一方面, 在偏离登录虹膜编码的瞳孔直径/虹膜直径比的极端的缩瞳时和
散瞳时, 虹膜编码的位翻转, Gabor 滤波器的输出符号变化。为了表示这
样的关系, 需要更高次的式子, 但如果因次高, 则用于保存系数的记忆容
量增大。由此, 在本实施方式中选择了 D=3。当然, 即使记忆容量增大,
20 但在精度优先的使用场合下, D 的值也可以设定为比 3 大。

将如此计算出的关系式的系数作为参数保存在虹膜数据库 12 中
(SA7)。图 20 是虹膜数据库 12 的数据内容的一个例子, 保存有关系式的
系数 a、b、c、d。各系数的第 1 个下标与特征数据的编号对应, 第 2 个下
标和因次数对应。

25 还有, 这里, 是对通过将瞳孔直径/虹膜直径比和 Gabor 滤波器输出的
关系式进行多项式匹配而表示的方法进行了说明, 除此以外, 例如也可以
通过余弦变换等的正交基底来表示。

这里, 说到了用于记忆特征数据的记忆容量。在专利文献 2 的方法中,
特征数据以 2048 次方的二值信息表示, 1 个特征数据需要 2048 位 (=256
30 字节) 的容量。对此在本实施方式的情况下, 用 3 次式表示各次方, 如果

以单精度浮点小数 (float; 4 字节) 表示各系数的话, 1 个特征数据的容量为

$$2048 \times 4 \times 4 = 32768 \text{ (字节)}$$

需要专利文献 2 的 128 倍的容量。

- 5 另外, 当想要削减虹膜数据库的容量时, 也可以间隔剔除各参数而进行登录。在 2 维的极坐标中, 在角度方向以及半径方向上应用 2-D Gabor 滤波器的情况下, 其卷积后的输出值是在角度方向以及半径方向的空间较近位置有相关。从图 10 (b) 中也可以看出, 从局部看时值是连续的, 所以在角度方向的较近位置有相关。由此, 由 Gabor 滤波器的输出值得到的
- 10 D 次式的各系数值也有相关, 在角度方向和半径方向上每隔数点登录系数。假设, 当在角度方向和半径方向上每隔 1 点登录系数时, 能够将上述例子中的 128 倍的容量增加抑制在 $128/2/2=32$ 倍。另外, 认证时, 通过从周围的系数值进行插补, 能够计算系数值。

图 21 是表示本实施方式中认证时的处理的流程图。根据图 21 的流程, 对本实施方式的个人认证方法中认证时的处理进行说明。

步骤 SB1~SB3 的处理与第 1 实施方式相同。即, 首先被认证者通过虹膜认证装置 15A 的虹膜图像取得部 41 拍摄虹膜图像 (SB1)。接着, 特征提取部 42 从拍摄的虹膜图像中提取虹膜编码作为特征数据 (SB2), 同时, 比计算部 43 从拍摄的虹膜图像中计算瞳孔直径/虹膜直径比作为瞳孔开度指标 (SB3)。

接着, 特征数据计算部 46 从在虹膜数据库 12 中登录的参数得到关系式, 在此关系式中代入由比计算部 43 计算的瞳孔直径/虹膜直径比, 计算对照对象的虹膜数据 (SB6)。例如, 当从认证时的虹膜图像提取的瞳孔直径/虹膜直径比为 0.41 时, 在由图 20 所示的虹膜数据库中存储的参数生成的 D 次式中, 作为瞳孔直径/虹膜直径比而代入 0.41, 计算输出值。然后, 将此输出值二值化。有关全因次地进行该处理, 生成 2 值的虹膜编码。

此时, 在 1 对 N 认证的情况下, 关于在虹膜数据库 12 中登录的全部登录者, 分别取得虹膜编码。另一方面, 在报告自己 ID 的 1 对 1 认证的情况下, 关于与报告的 ID 相对应的登录者, 通过在由登录的参数生成的 D 次式中代入瞳孔直径/虹膜直径比, 取得 1 个虹膜编码。

然后，由认证部 45 对由特征提取部 42 提取的虹膜编码和由特征数据计算部 46 求出的虹膜编码进行比较，由此进行认证（SB7）。这里的处理和第 1 实施方式中的步骤 SB5 相同，所以省略其说明。

通过如上所示的本实施方式，在登录时，对于登录者，取得瞳孔开度不同的多个虹膜图像，对从这些虹膜图像中计算生成特征数据的 D 次式的参数并进行登录，在认证时，将认证时的瞳孔直径/虹膜直径比代入由登录的参数计算的 D 次式中，确定对照对象的虹膜编码。即，生成与认证时拍摄的虹膜图像的瞳孔开度相对应的虹膜编码并作为对照对象，所以认证时的瞳孔不管是缩瞳状态还是散瞳状态，都能实行使本人拒绝率得到抑制的个人认证。

再有，在专利文献 3 中，并非是如同专利文献 2 那样使用极坐标表示来吸收登录时和认证时的瞳孔直径的差，而是通过准备瞳孔直径不同的多个登录图像，来吸收登录时和认证时的瞳孔直径的差。由此，如果想要提高认证精度，需要瞳孔直径略微不同的多个瞳孔图像或者特征数据，从而导致数据库容量的增大。这是因为当瞳孔直径只有少许差异时，可以得到不同的特征数据。另外，由于认证时需要和多个虹膜图像进行对照，所以存在认证时间大幅度增加的问题。还有，在 1 对 N 认证的情况下，登录有关多个登录者的多个特征数据，而且，由于在认证时必须对照所有这些数据，所以问题变得更加严重。

对此，在上述的各实施方式中，将多个虹膜编码与瞳孔直径/虹膜直径比对应登录，在认证时对比瞳孔直径/虹膜直径比来选择对照对象的虹膜编码，或者登录生成特征数据的 D 次式的参数，在认证时将认证时的瞳孔直径/虹膜直径比代入由登录的参数计算的 D 次式中，来确定对照对象的虹膜编码，所以不会造成虹膜数据库的容量和认证时间的增加，因此，和专利文献 3 相比，可以说更加提高了实用性。

再有，当在屋外认证时，不只是虹膜图案的变化，外部光的映现也成为阻碍认证的要因，关于该映现，可以和例如根据本发明人等的特愿 2002-28446 号对应。

（第 3 实施方式）

在本发明的第 3 实施方式中，登录时，将附有瞳孔直径/虹膜直径比的

虹膜编码和从该登录的虹膜编码向瞳孔直径/虹膜直径比不同的其它虹膜编码的变换规则同时登录在虹膜数据库中。然后，认证时，利用求得的瞳孔直径/虹膜直径比，基于在虹膜数据库中登录的虹膜编码以及变换规则，生成对照对象的虹膜编码。

5 图 26 是表示本实施方式中登录时的处理的流程图。根据图 26 的流程，对本实施方式的个人认证方法中的登录时的处理进行说明。

首先，被登录者拍摄瞳孔开度不同的多个虹膜图像 (SA1)。然后，从在步骤 SA1 中拍摄的多个虹膜图像中分别提取特征数据 (SA2)，同时，分别计算瞳孔直径/虹膜直径比 (SA3)。由于这些处理和第 1 实施方式相同，所以省略其说明。

接着，至少确定 1 个在虹膜数据库中登录的特征数据 (SA8)。将特定的特征数据保存在虹膜数据库中 (SA9)。这里，将具有最平均的瞳孔直径/虹膜直径比的特征数据作为登录特征数据而进行选择。其原因是因为设想在认证时，输入具有平均的瞳孔直径/虹膜直径比的虹膜图像的概率可能最高。例如，求出取得的多个虹膜图像的瞳孔直径/虹膜直径比之中的最大值和最小值，选择具有和其平均值 ((最大值+最小值)/2) 最接近的瞳孔直径/虹膜直径比的特征数据。当登录的虹膜数据的瞳孔直径/虹膜直径比和认证时的瞳孔直径/虹膜直径比接近时，即使不变换登录的虹膜数据，也可以进行了抑制了本人拒绝率的认证。

20 另外，可以具有在被登录者最频繁地进行认证动作的情况下而拍摄的虹膜图像的瞳孔直径/虹膜直径比的特征数据，作为登录特征数据而进行选择。例如，关于在室内频繁地进行认证的人物，选择具有在室内的明亮度下的瞳孔直径/虹膜直径比的特征数据，关于在屋外频繁地进行认证的人物，选择具有在屋外的明亮度下的瞳孔直径/虹膜直径比的特征数据。

25 接着，计算出从在步骤 SA9 保存的登录特征数据向具有其它的瞳孔直径/虹膜直径比的特征数据的变换规则 (SA10)。当瞳孔直径变化时，严密地说，虹膜图案在圆周方向上进行不同的收缩。另一方面，从图 23 可以看出，即使瞳孔直径多少有些变化，汉明距离的变化较少，所以当登录时和认证时的瞳孔直径/虹膜直径比的差小时，认证是可能的。这里，计算瞳孔直径/虹膜直径比的差为一定大的程度时的、特征数据的变换规则。

这里，将登录特征数据的瞳孔直径/虹膜直径比设为 R_0 ，计算出变换规则的对象特征数据的瞳孔直径/虹膜直径比设为 R_1 。如图 27 所示，求出瞳孔直径/虹膜直径比 R_0 的虹膜编码的一部分位群和瞳孔直径/虹膜直径比 R_1 的虹膜编码的一部分位群对应的位置，通过两位群之间的移动量（位移动量）表示变换规则。基本上是 2 个编码的瞳孔直径/虹膜直径比的差越大，该位移动量的值越大。在图 27 的例子中，变换规则被表示成“第 6~10 位为-3 位移动”“第 19~25 位为-3 位移动”。

然后，将算出的变换规则保存在虹膜数据库中（SA11）。变换规则被例如如图 28 所示的表格形式所存储。这里，是将变换规则保存在虹膜数据库中，但当被认证者常常使用例如图 5 的便携型认证装置那样的同一终端时，也可以将变换规则保存在认证装置中。此时，只将和被认证者的眼睛对应的表格保存在认证装置中。

图 29 是表示本实施方式的认证时的处理的流程图。根据图 29 的流程，对本实施方式的个人认证方法中的认证时的处理进行说明。

步骤 SB1~SB3 的处理和第 1 实施方式相同，所以省略其说明。

接着，基于变换规则，利用认证时的瞳孔直径/虹膜直径比，变换登录特征数据（SB12）。当在虹膜数据库中登录了多个人物（眼睛）的特征数据时，变换规则也保存在每个人物（眼睛）中。当 1 对 N 认证时，基于和着眼的登录者相对应的变换规则，利用认证时取得的虹膜图像的瞳孔直径/虹膜直径比，变换登录虹膜编码。当 1 对 1 认证时，基于和被认证者对应的变换规则，利用认证时取得的虹膜图像的瞳孔直径/虹膜直径比，变换登录编码。当变换规则保存在认证装置中时，在 1 对 N 认证时，可以利用在认证装置中保存的被认证者的变换规则变换全部的登录虹膜编码。

然后，对照变换登录特征数据而得到的对照对象的特征数据和认证时的特征数据，以进行认证（SB13）。

根据如上所述的本实施方式，在登录时，在登录虹膜编码的同时，对向瞳孔直径/虹膜直径比不同的虹膜编码的变换规则进行登录，在认证时，基于变换规则，利用认证时取得的虹膜图像的瞳孔直径/虹膜直径比，变换登录虹膜编码生成对照对象。由此，能够进行抑制了本人拒绝率增加的认证。

还有，在上述的各实施方式中，作为虹膜图像的特征数据，采用了利用虹膜编码的数据，也可以采用其它的特征数据。另外，为了生成特征数据，利用了极坐标表示，也可以不利用。

再有，能够将在上述各实施方式中所示的处理的全部或者一部分通过计算机执行程序实施。例如在虹膜认证装置中，搭载计算机和作为记忆虹膜认证程序的存储器。该虹膜认证程序可以是将上述各实施方式中所示的认证时的处理在计算机中实行的程序。

工业上的应用可能性

本发明由于是在各种情况下都能进行本人拒绝率得到抑制的、精度非常高的个人认证，所以，例如，在便携电话、PDA 等中搭载虹膜认证功能，或在进行电子商务用途的可移动型认证时，是有效的。

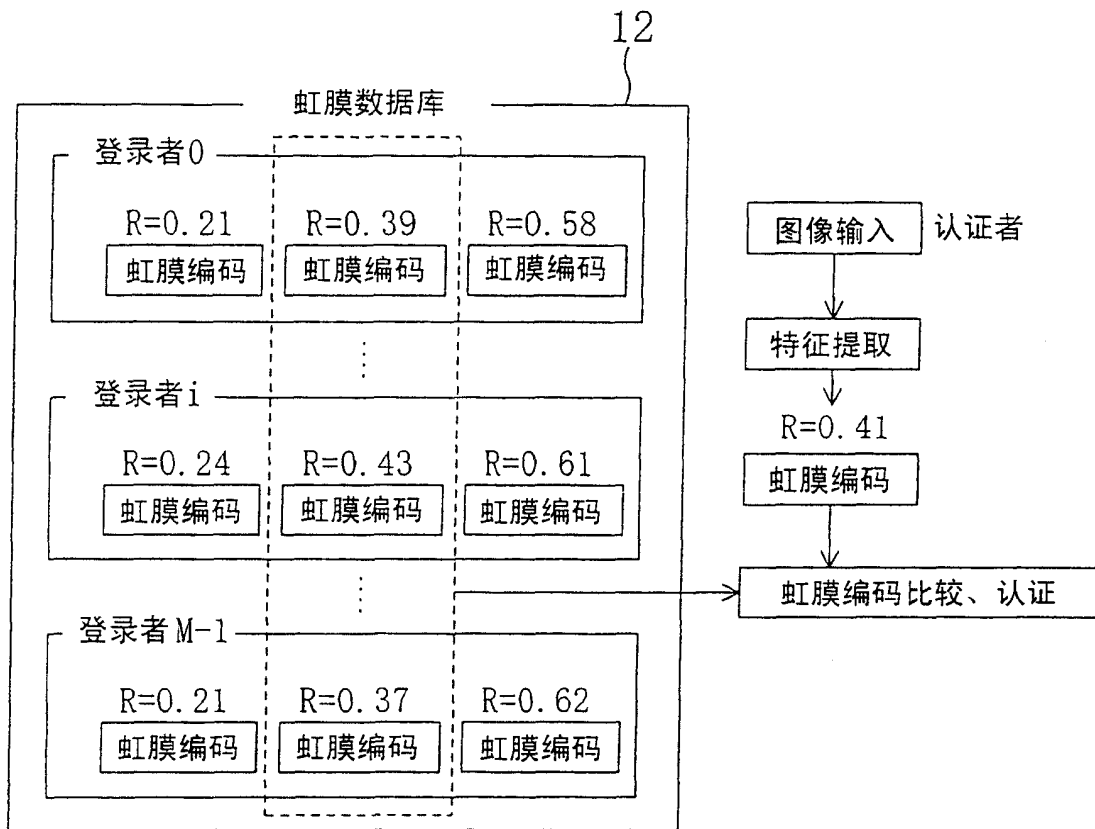
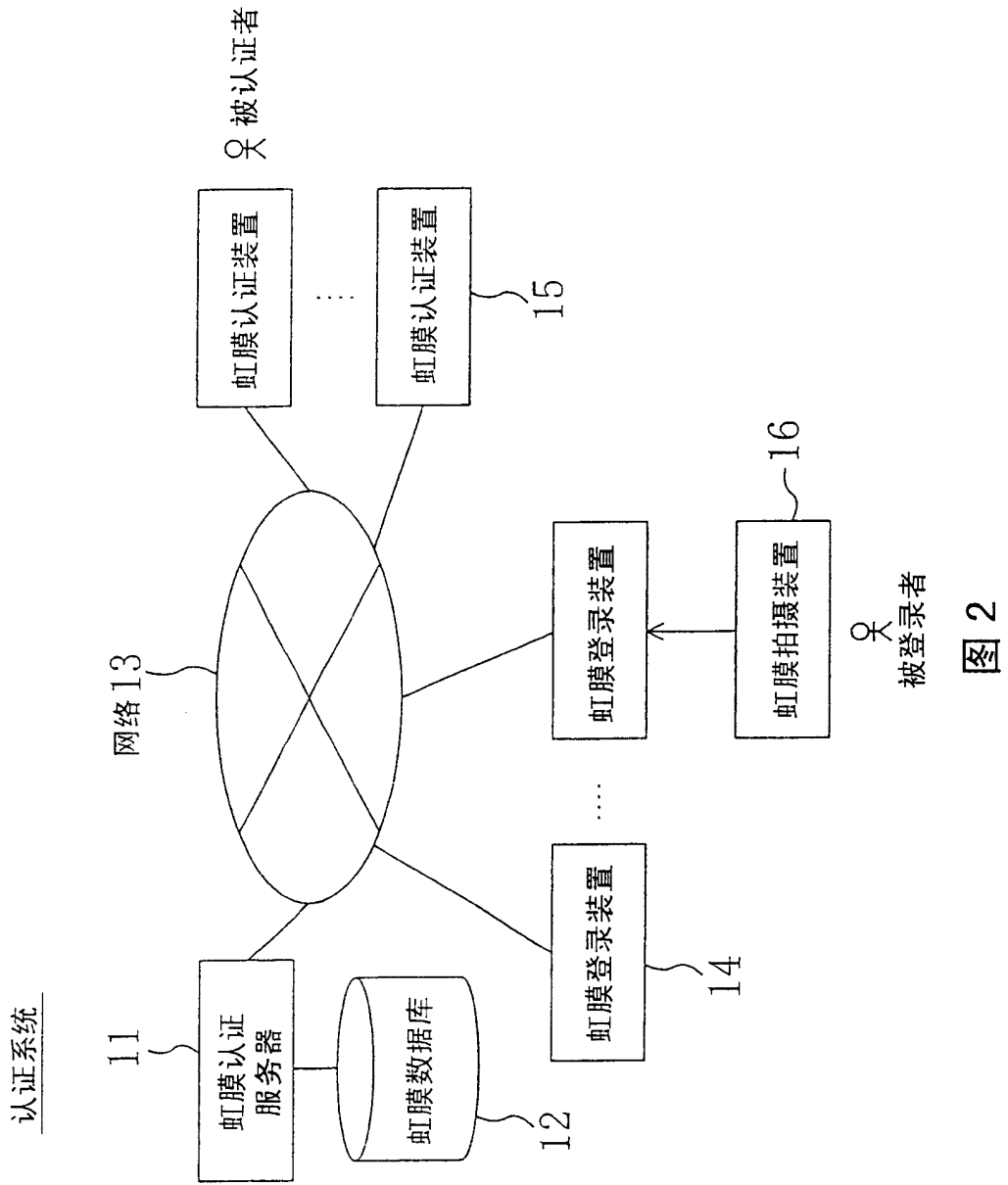


图 1



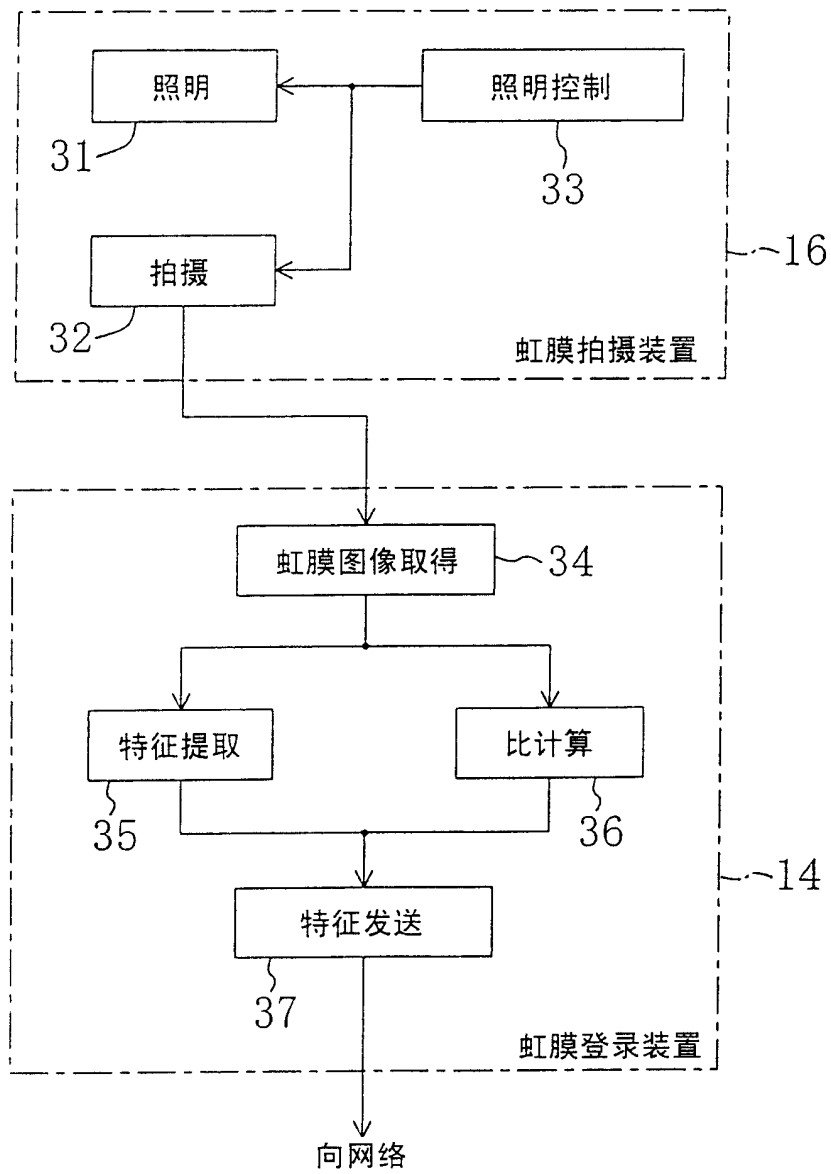


图 3

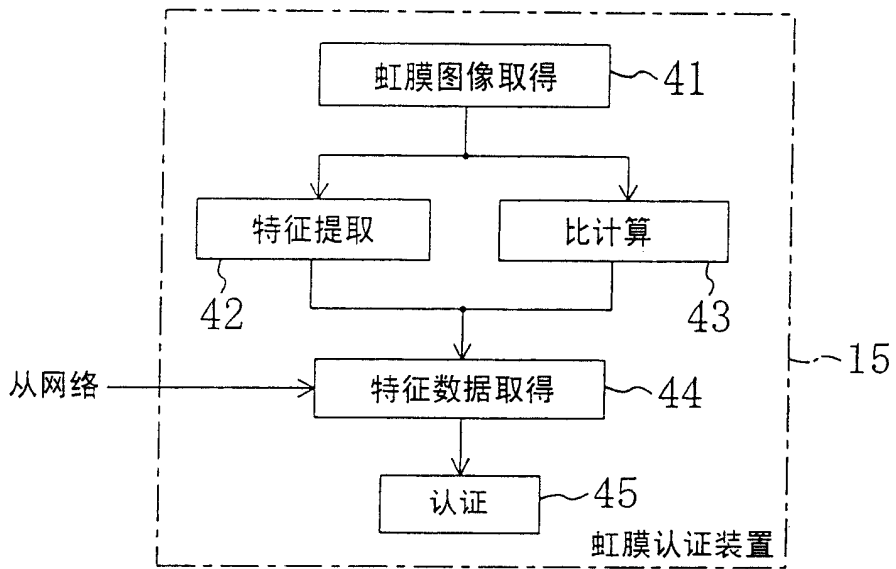


图 4

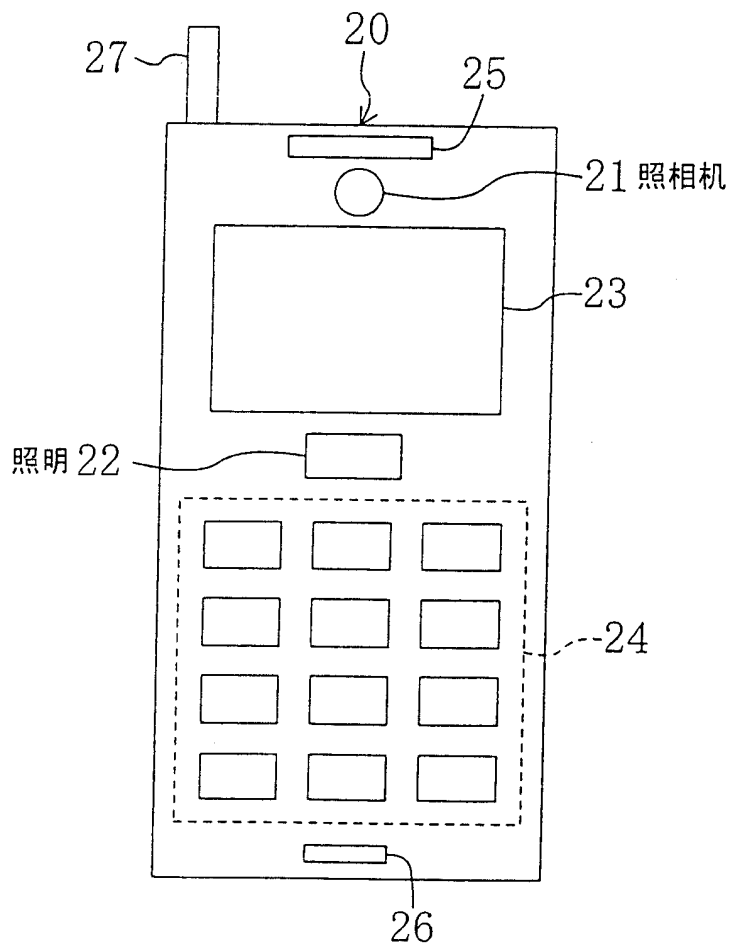


图 5

登录时

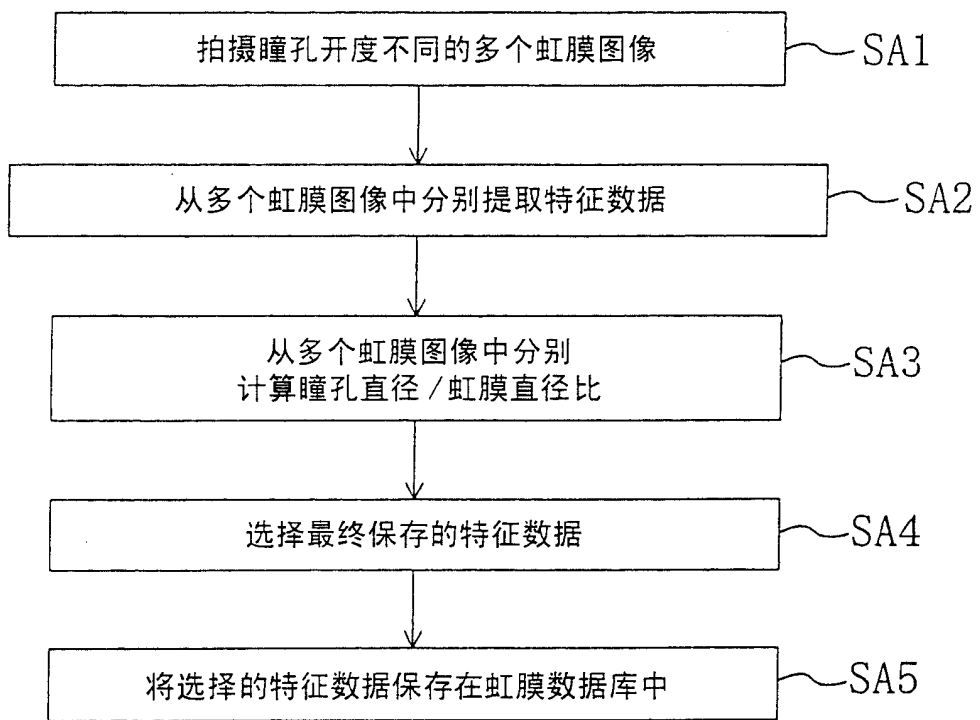


图 6

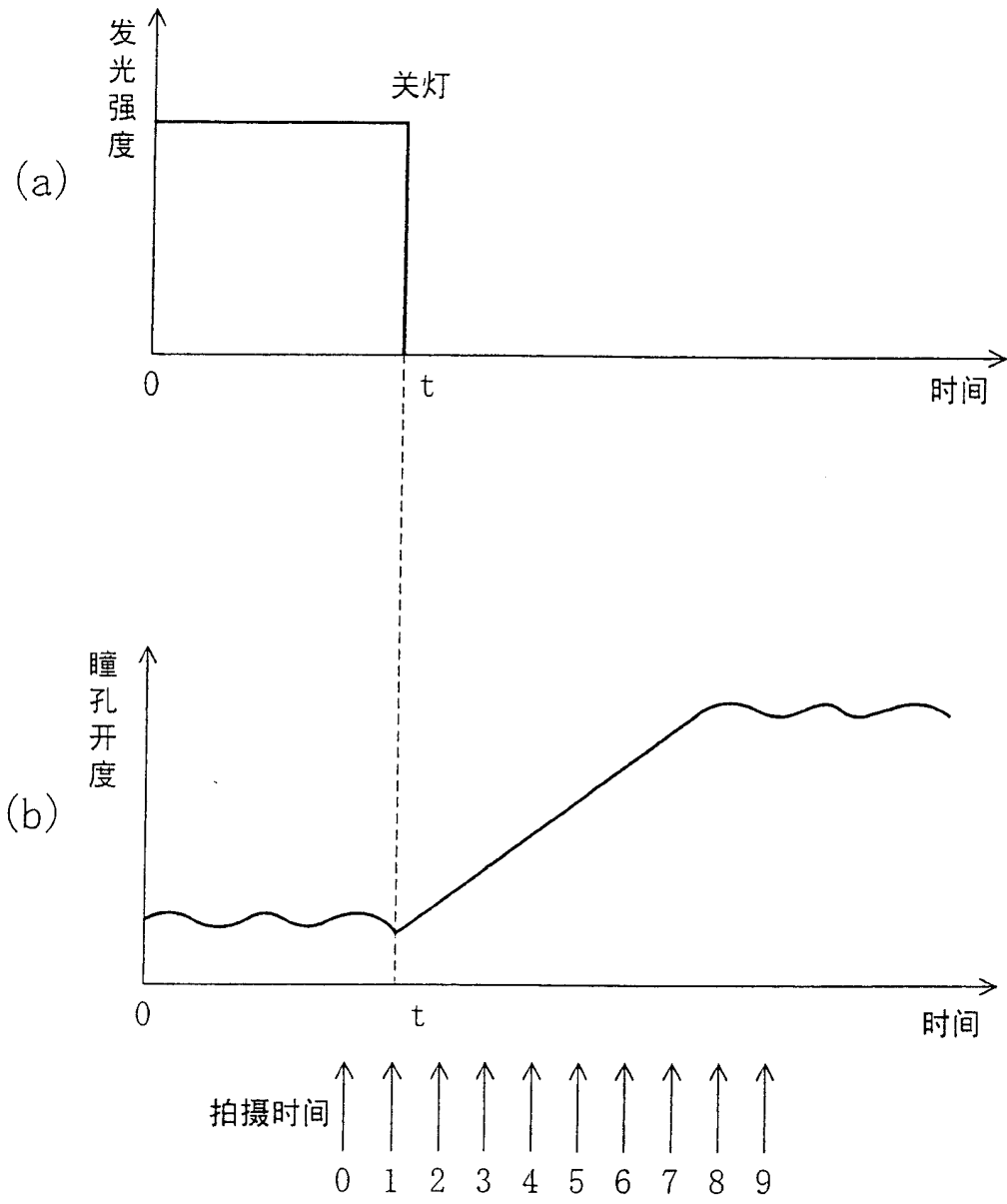


图 7

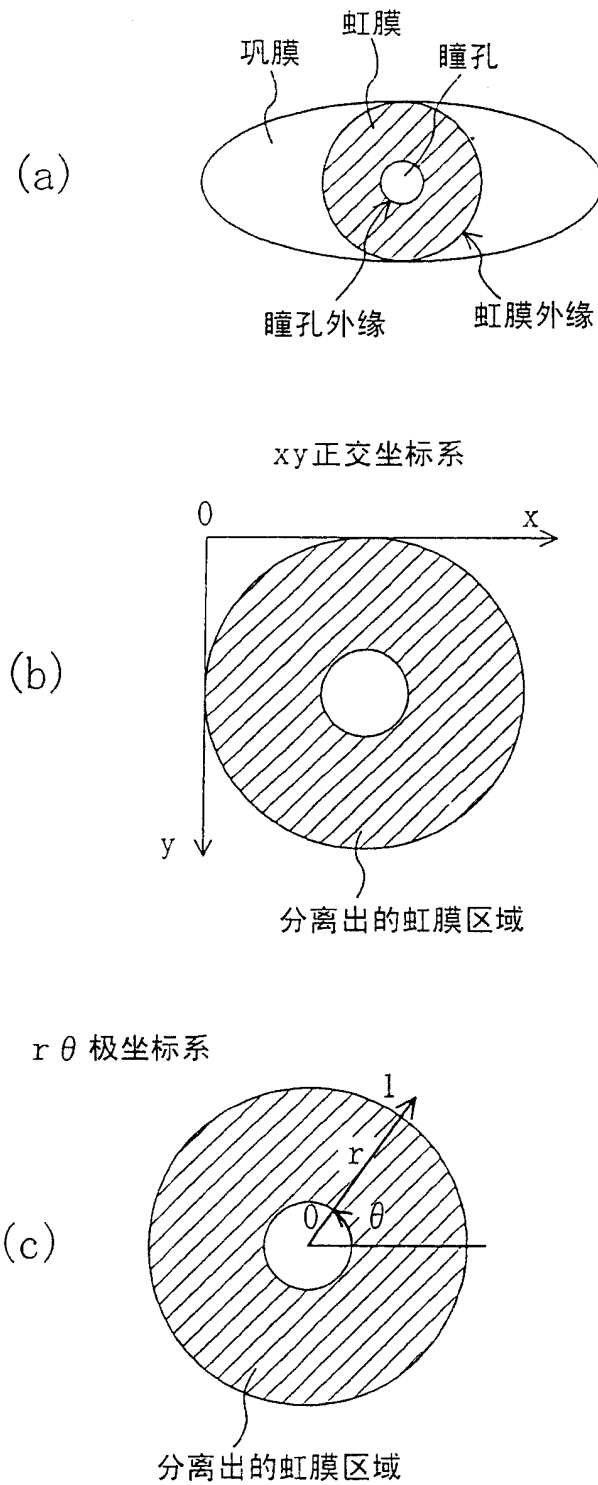


图 8

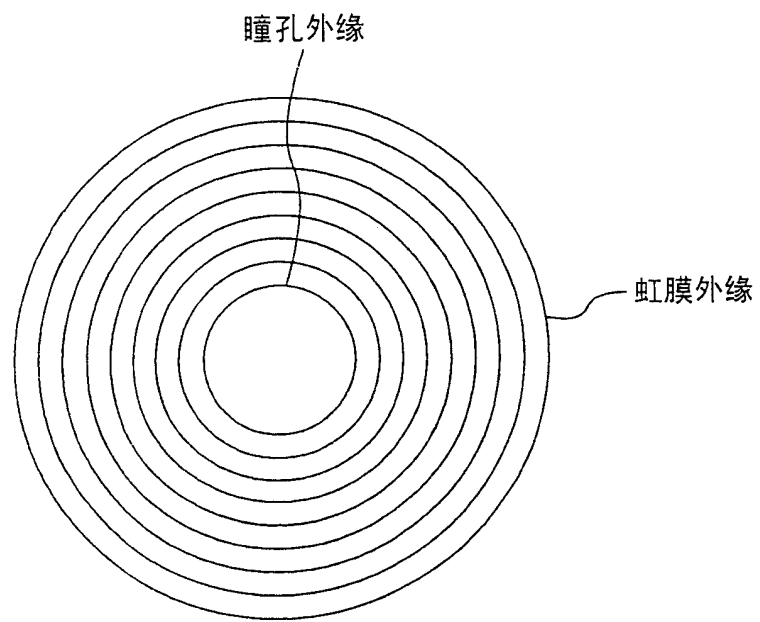


图 9

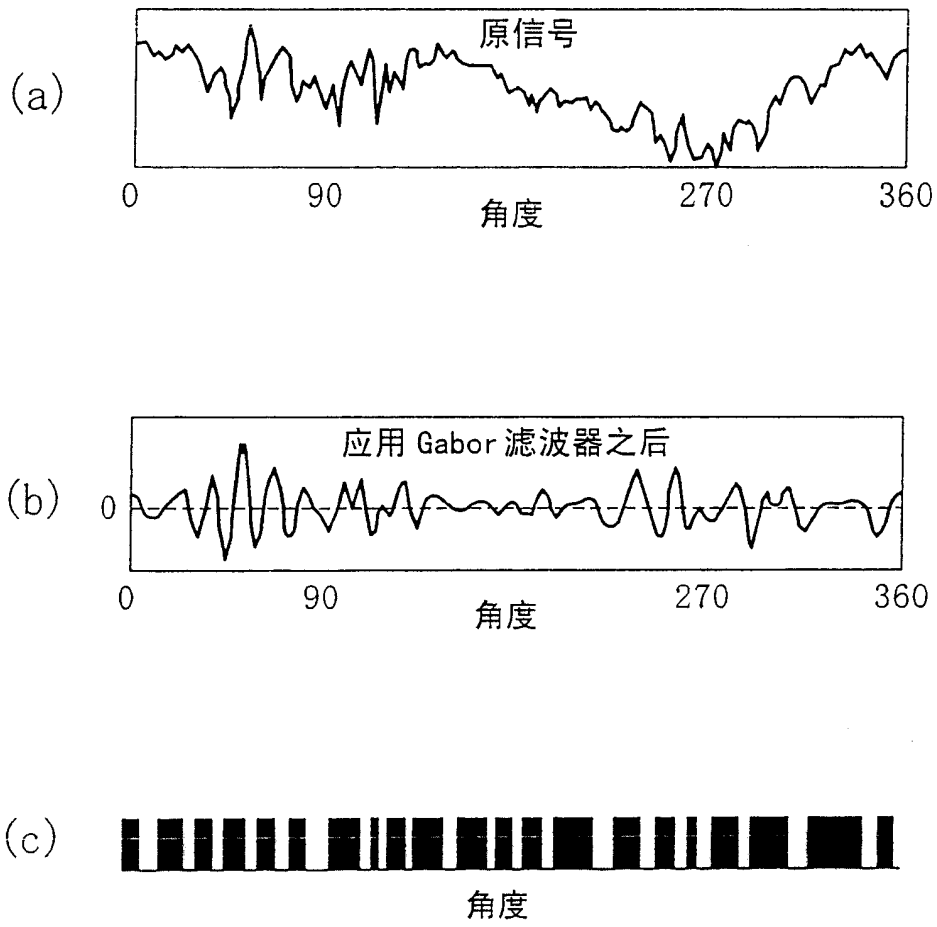


图 10

编码序号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		0.15	0.20	0.24	0.31	0.34	0.38	0.41	0.42	0.41
1			0.16	0.22	0.24	0.32	0.37	0.38	0.40	0.42
2				0.14	0.21	0.26	0.30	0.34	0.37	0.39
3					0.13	0.18	0.24	0.29	0.37	0.40
4						0.16	0.22	0.28	0.31	0.36
5							0.13	0.19	0.24	0.28
6								0.14	0.21	0.24
7									0.15	0.19
8										0.12
9										

图 11

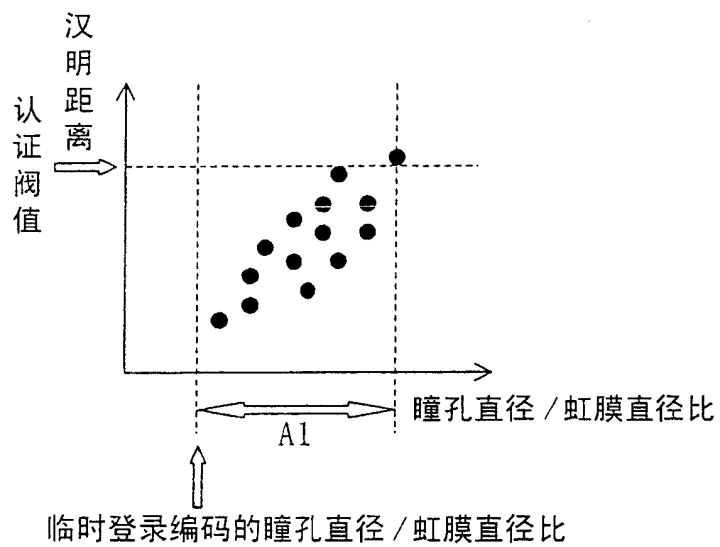


图 12

虹膜编码 No.	登录者 No.	瞳孔直径 / 虹膜直径比
00000	00000	0.21
00001	00000	0.39
00002	00000	0.58
00003	00001	0.19
00004	00001	0.42
00005	00001	0.61
...
N-1	M-1	0.62

图 13

认证时

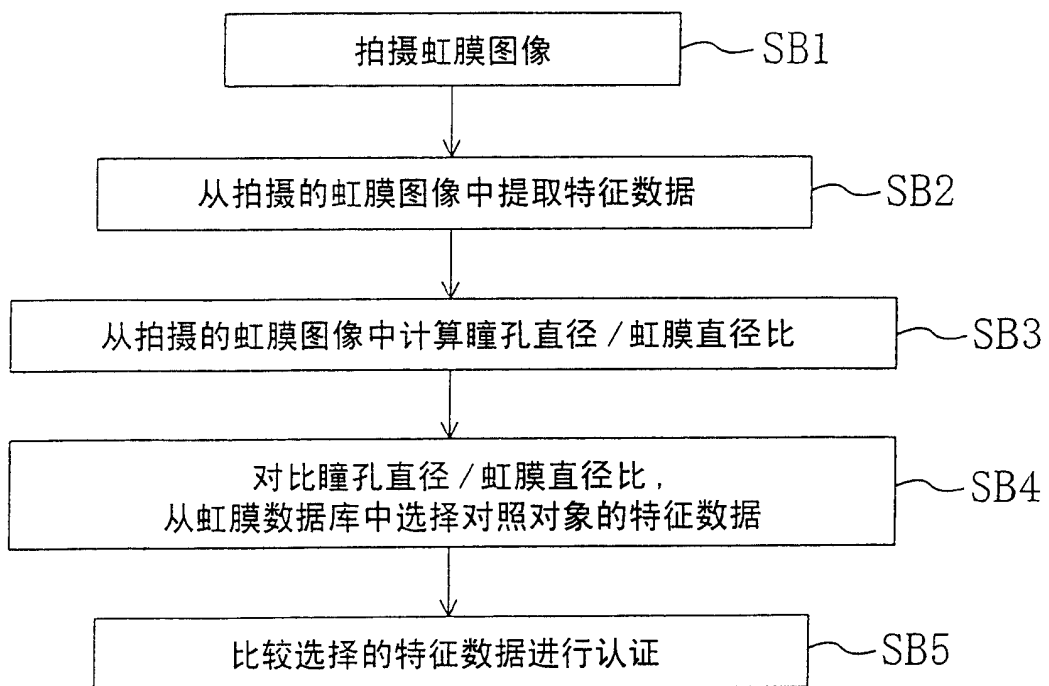


图 14

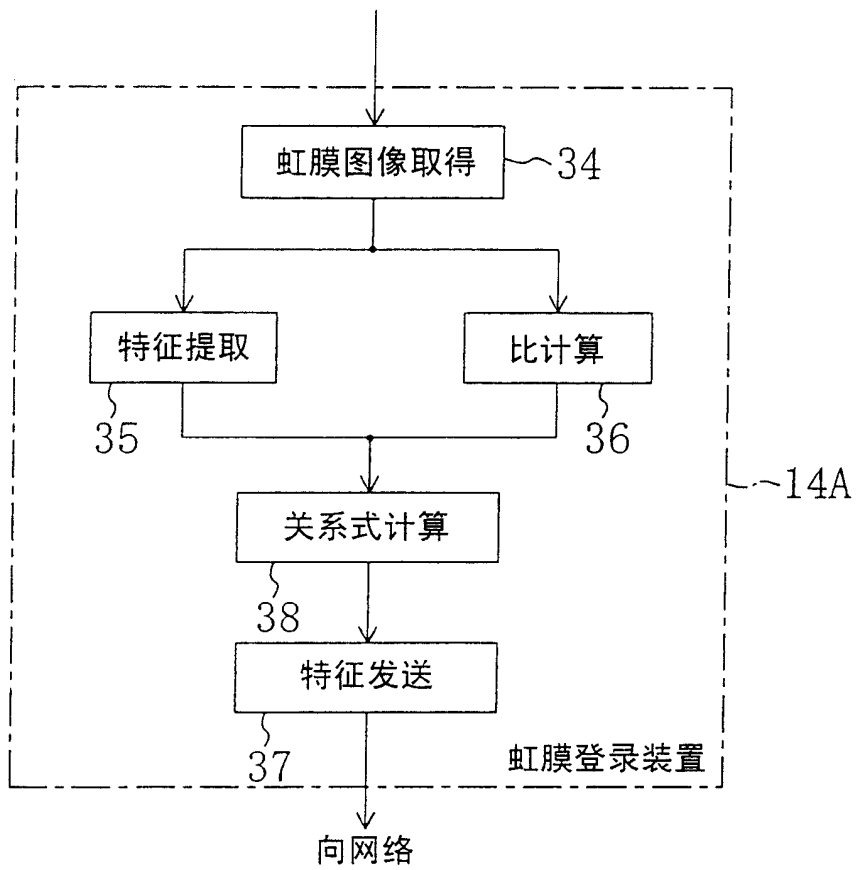


图 15

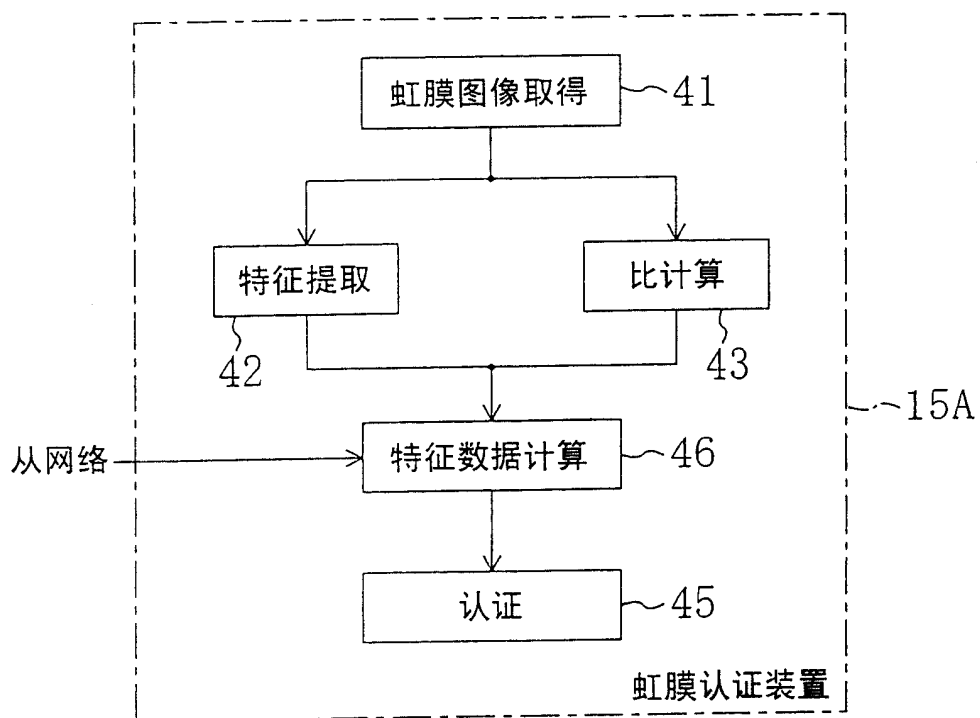


图 16

登录时

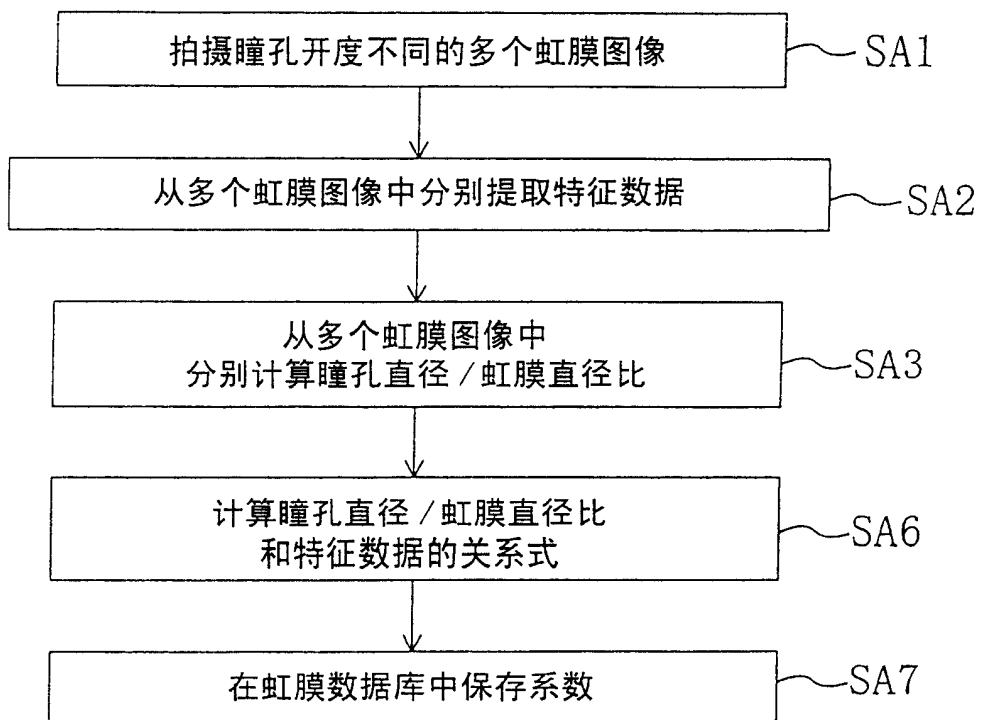


图 17

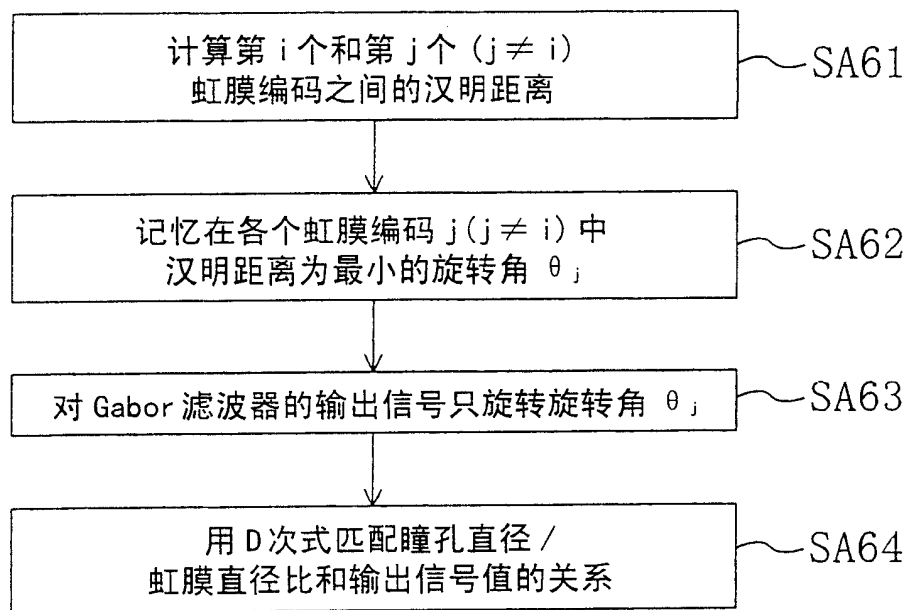
SA6

图 18

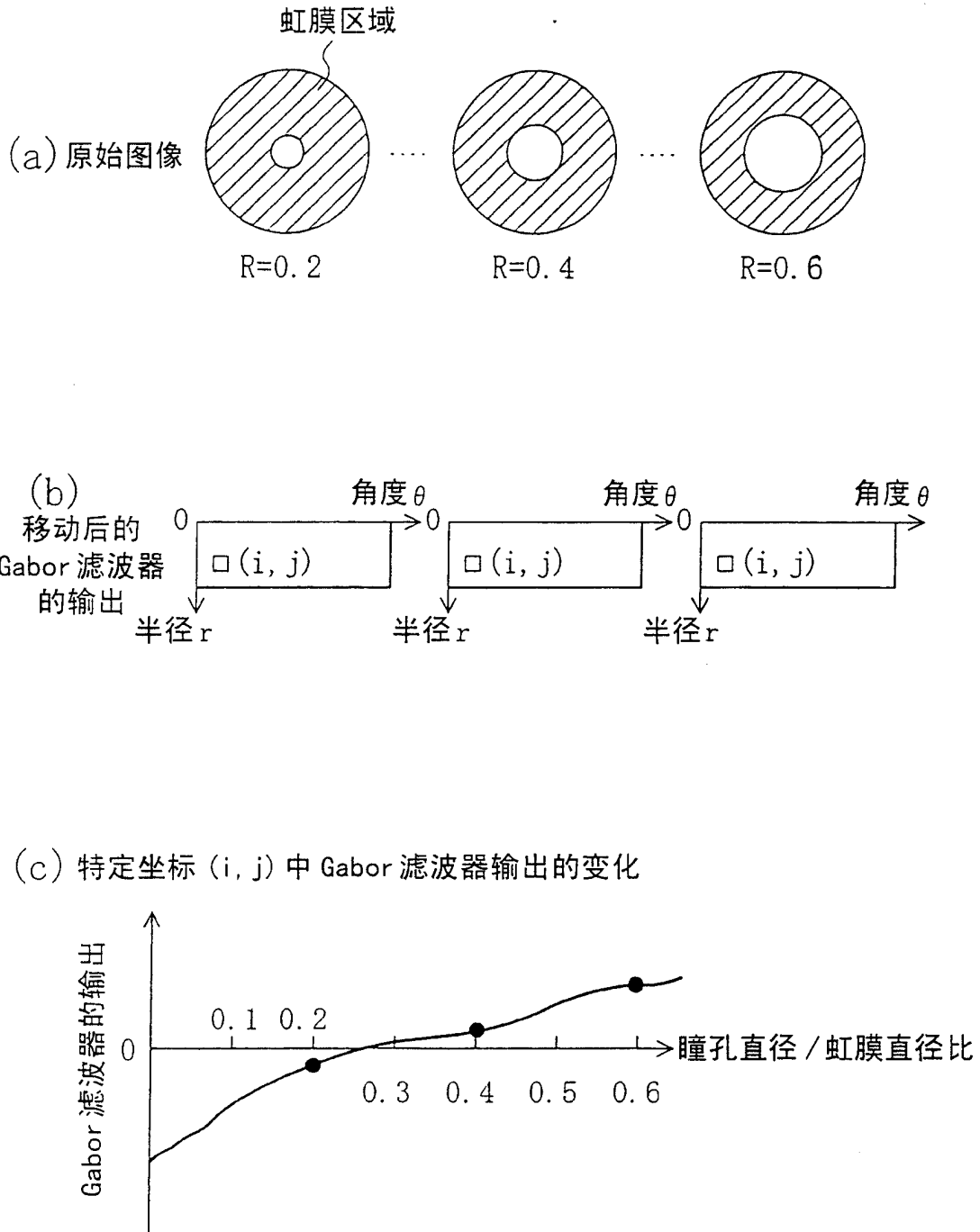


图 19

特征数据 No.	登录者 No.	参数
00000	00000	$a_{0,0} \sim a_{0,z-1}, b_{0,0} \sim b_{0,z-1}, c_{0,0} \sim c_{0,z-1}, d_{0,0} \sim d_{0,z-1}$
00001	00001	$a_{1,0} \sim a_{1,z-1}, b_{1,0} \sim b_{1,z-1}, c_{1,0} \sim c_{1,z-1}, d_{1,0} \sim d_{1,z-1}$
00002	00002	$a_{2,0} \sim a_{2,z-1}, b_{2,0} \sim b_{2,z-1}, c_{2,0} \sim c_{2,z-1}, d_{2,0} \sim d_{2,z-1}$
...
N-1	N-1	$a_{N-1,0} \sim a_{N-1,z-1}, b_{N-1,0} \sim b_{N-1,z-1},$ $c_{N-1,0} \sim c_{N-1,z-1}, d_{N-1,0} \sim d_{N-1,z-1}$

图 20

认证时

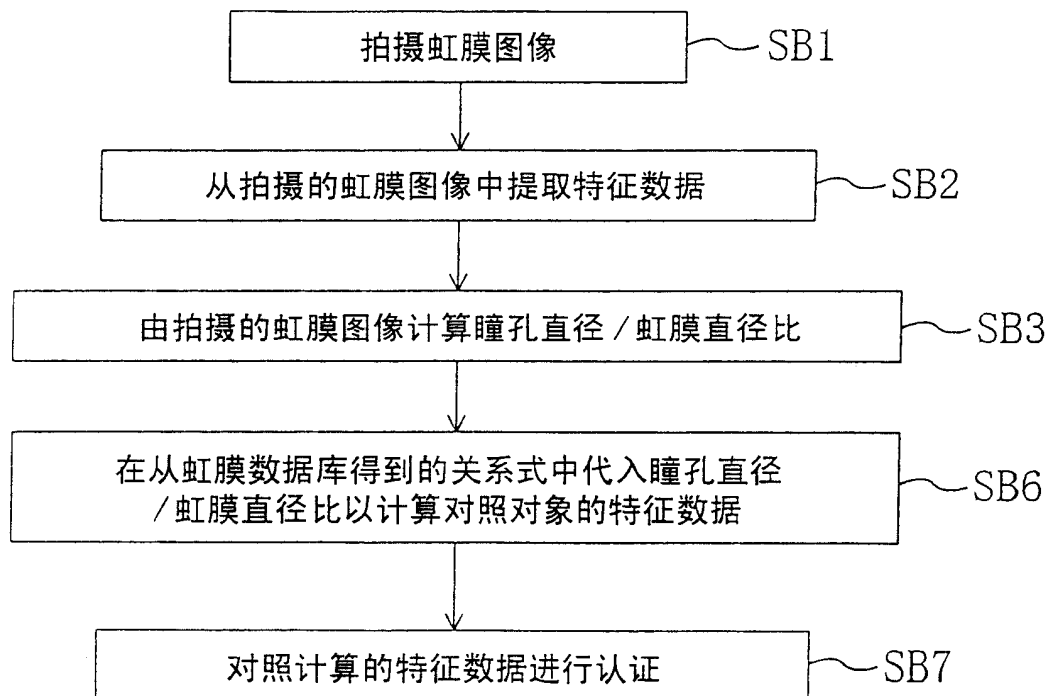


图 21

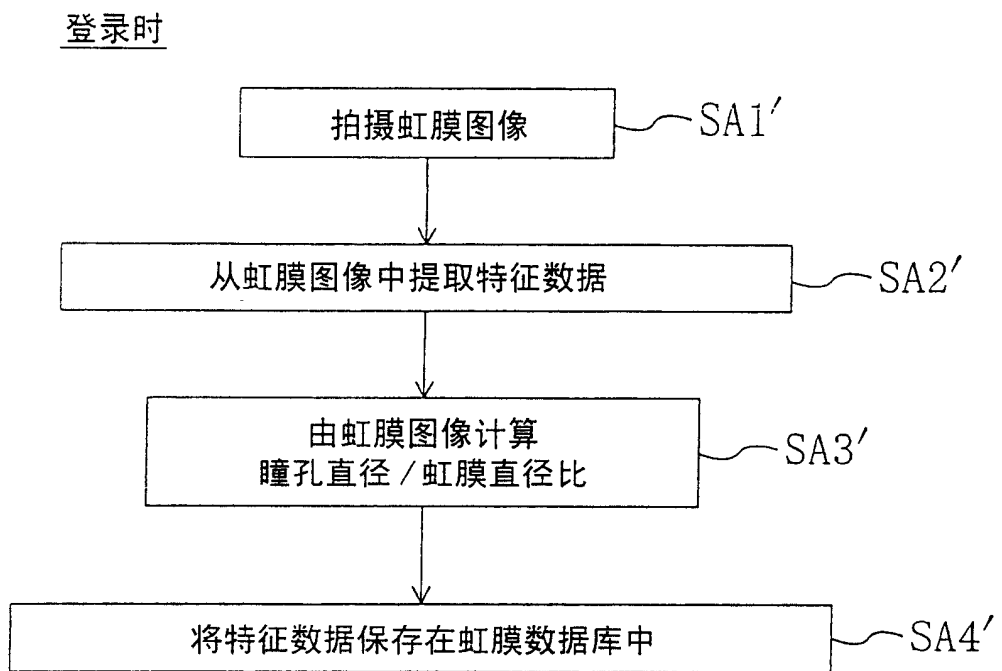


图 22

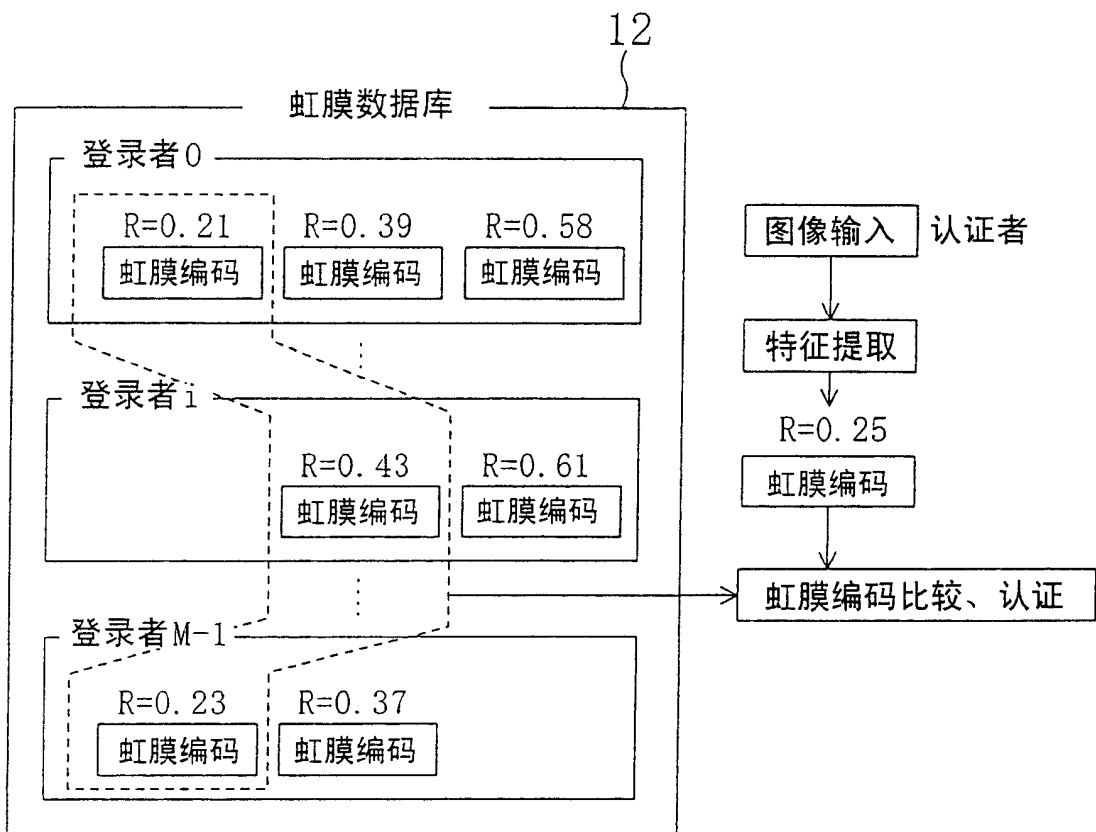


图 23

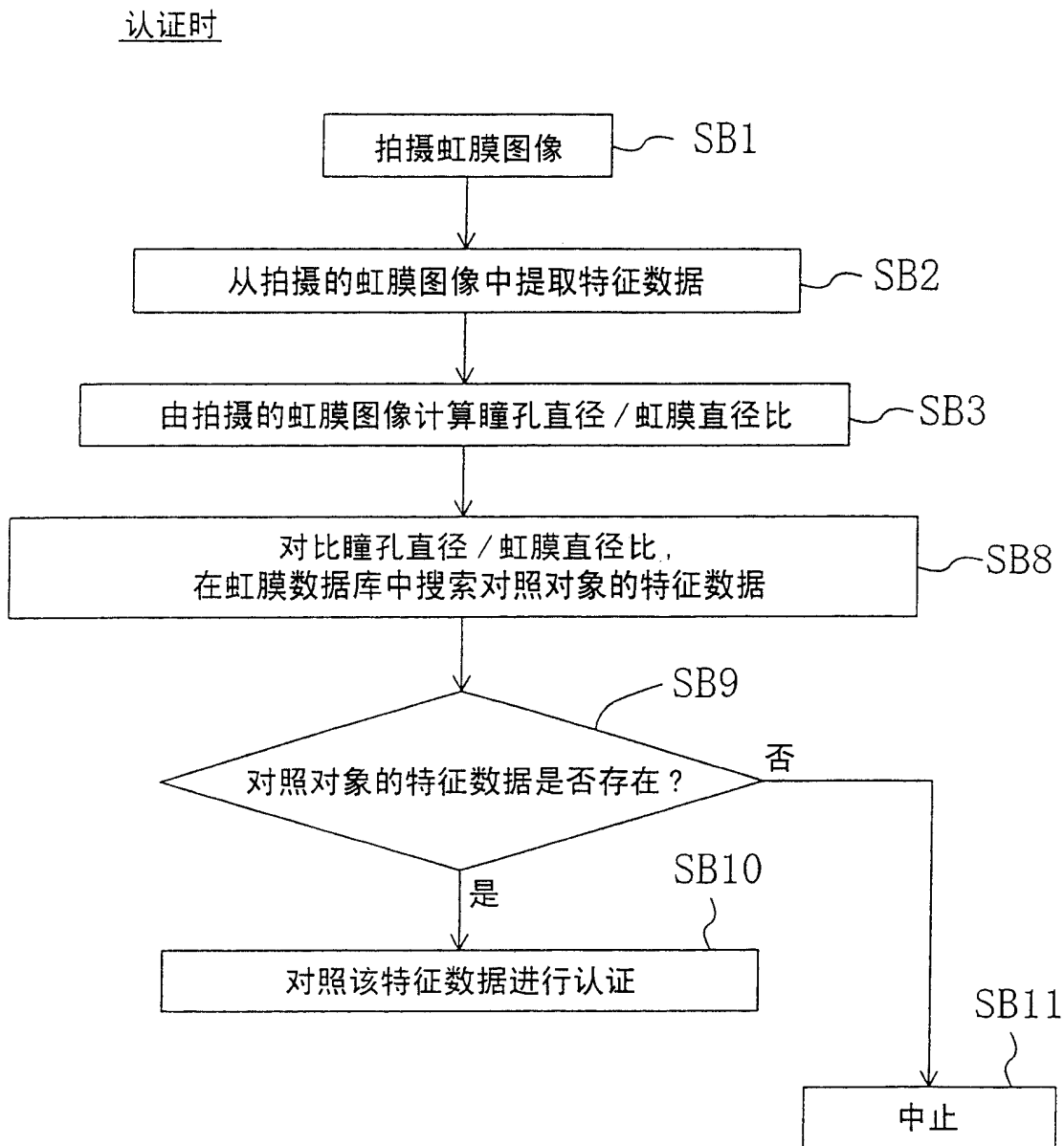


图 24

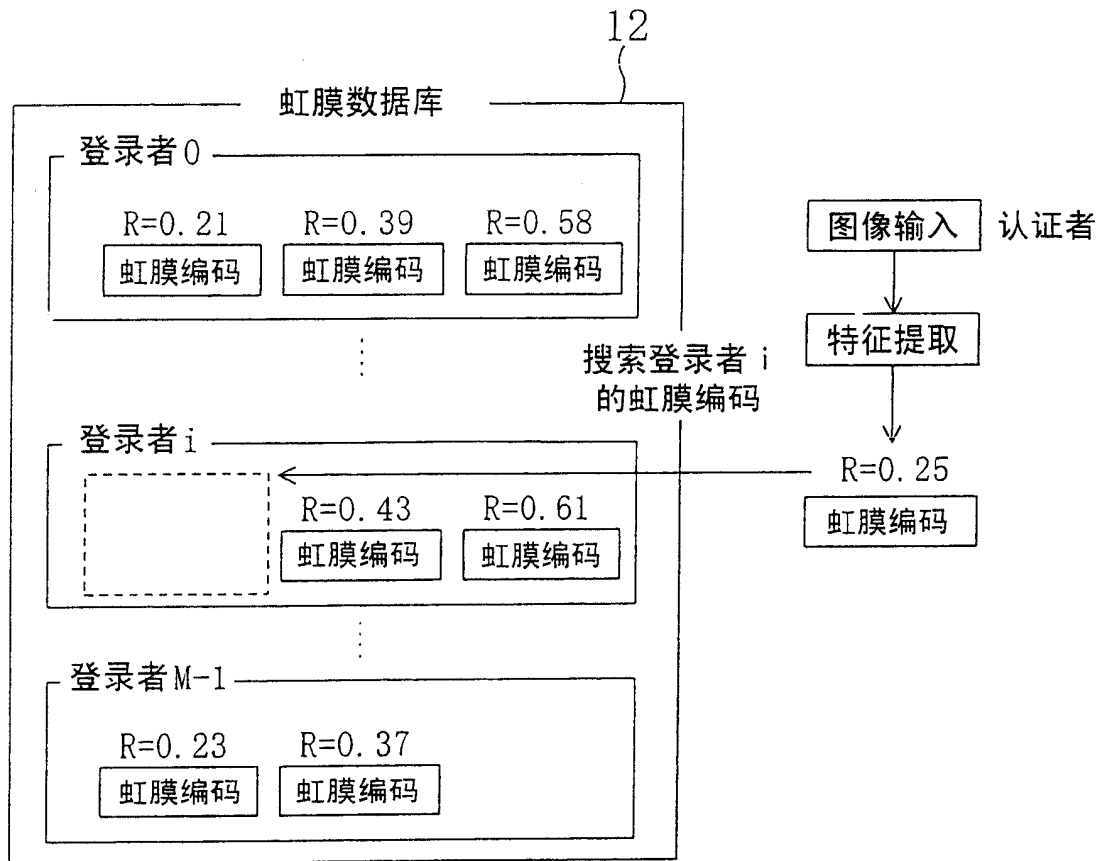


图 25

登录时

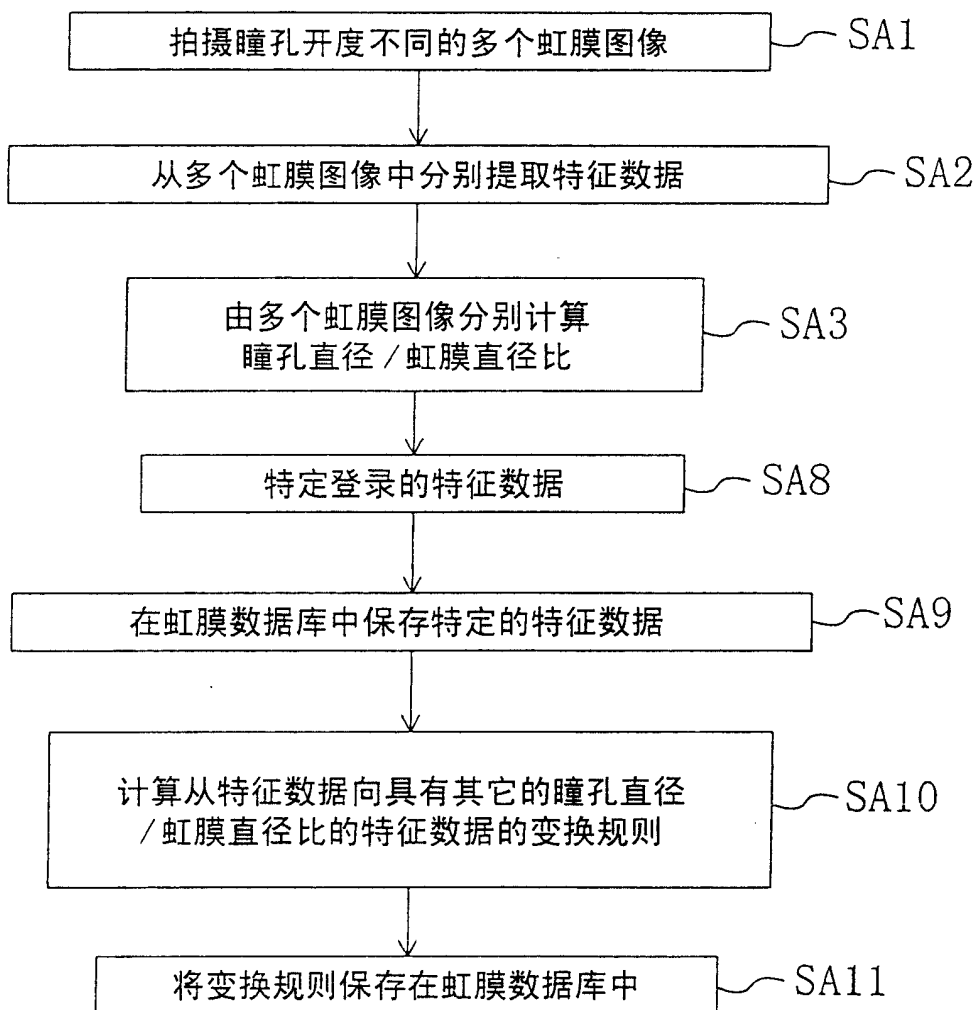
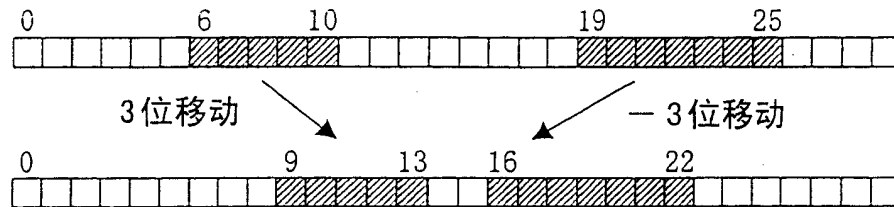


图 26

瞳孔直径 / 虹膜直径比 R0 的虹膜编码



瞳孔直径 / 虹膜直径比 R1 的虹膜编码

图 27

登录编码 ID	认证时的 瞳孔直径 / 虹膜直径比	变换规则
0	R0	<ul style="list-style-type: none"> · 使第 A ~ B 位 C 位移动 · 使第 D ~ E 位 F 位移动 · . . .
	R1	<ul style="list-style-type: none"> · 使第 G ~ H 位 I 位移动 · . . .

.
i

图 28

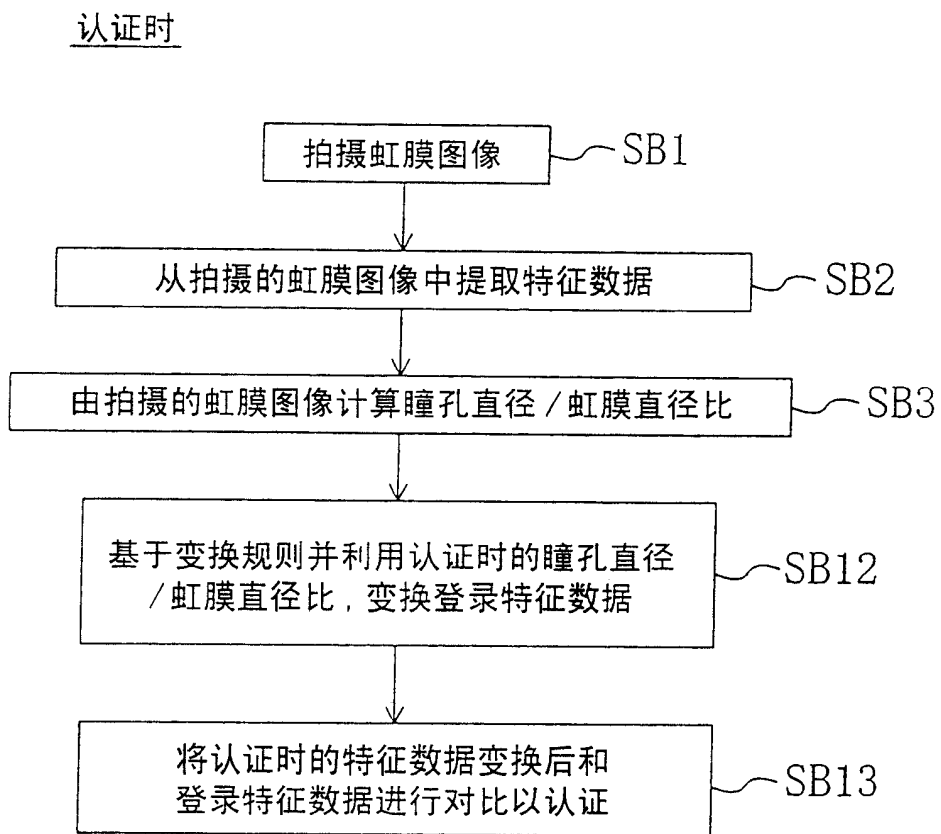


图 29