

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101978395 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 03

(21) 申请号 200980109396. 0

(22) 申请日 2009. 04. 21

(30) 优先权数据

2008-112874 2008. 04. 23 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 09. 16

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/057901 2009. 04. 21

(87) PCT申请的公布数据

W02009/131108 JA 2009. 10. 29

(73) 专利权人 株式会社博思科

地址 日本东京都

(72) 发明人 岛村秀树 朱林

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 黄剑锋

(51) Int. Cl.

G06T 17/05(2011. 01)

G06T 1/00(2006. 01)

G06T 7/60(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2003344048 A, 2003. 12. 03,

CN 1399223 A, 2003. 02. 26,

CN 1573811 A, 2005. 02. 02,

JP 2003323640 A, 2003. 11. 14,

JP 2002074323 A, 2002. 03. 15,

审查员 欧晓丹

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 9 页

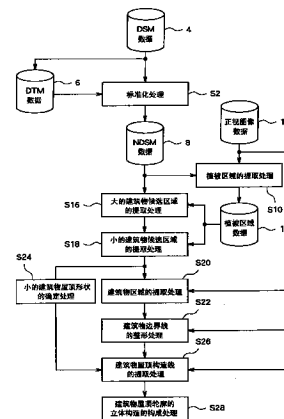
(54) 发明名称

建筑物屋顶轮廓识别装置及建筑物屋顶轮廓识别方法

(57) 摘要

本发明提供自动化容易的建筑物屋顶轮廓识别装置、建筑物屋顶轮廓识别方法、及建筑物屋顶轮廓识别程序。根据标准化 DSM 数据 (8), 通过分水岭法等的区域分割, 提取小的建筑物的建筑物候选区域 (S18)。将建筑物候选区域作为标记, 同时使用标准化 DSM 数据 (8) 的高度信息及正视图图像数据 (12) 的颜色、纹理信息, 通过区域扩展法提取建筑物区域 (S20)。参照高度信息, 提取正视图像中出现的边缘中的符合建筑物区域的外形的边缘, 求出作为从上空看的屋顶的外形的建筑物边界线 (S22)。进而, 对于判断为斜坡屋顶的建筑物, 从在建筑物区域内存在的边缘等中提取作为屋顶面相互的边界线的屋顶构造线 (S26), 由建筑物边界线和屋顶构造线求出建筑物屋顶轮廓的立体构造 (S28)。

CN 101978395 B



1. 一种建筑物屋顶轮廓识别装置,其特征在于,具有:

标识区域提取部,根据从上空取得的表层数据,从建筑物屋顶轮廓的识别对象区域中,按每个建筑物提取至少一部分包含于屋顶中的区域作为标识区域,上述表层数据表示包括地物的地面表层的标高;

屋顶候选区域提取部,通过以标识区域为中心的区域扩展法,关于上述表层数据及空中照片图像,将与该标识区域具有共通性的区域提取为屋顶候选区域;以及

外缘边界线整形部,提取在上述空中照片图像中出现的边缘中的适合于上述屋顶候选区域的外形的边缘,并求出作为上述建筑物屋顶轮廓的外缘边界线。

2. 如权利要求1所述的建筑物屋顶轮廓识别装置,其特征在于,

上述屋顶候选区域提取部根据上述表层数据和上述空中照片图像所具有的颜色信息及图像纹理信息,判断上述共通性的有无,并求出上述屋顶候选区域。

3. 如权利要求1所述的建筑物屋顶轮廓识别装置,其特征在于,

上述标识区域提取部包括区域分割处理,该区域分割处理通过基于根据上述表层数据的水岭法的区域分割,将在上述地面表层出现的凸部中的具有与上述建筑物对应的高度的凸部提取为上述标识区域。

4. 如权利要求3所述的建筑物屋顶轮廓识别装置,其特征在于,具有:

屋顶形状判别部,根据通过上述区域分割处理提取了上述标识区域的与上述建筑物对应的上述凸部的上述表层数据,判别该建筑物是由平坦的屋顶面构成的平屋顶,还是具有斜坡面的斜坡屋顶;

屋顶构造线提取部,对于具有上述斜坡屋顶的上述建筑物,根据在上述外缘边界线内的上述空中照片图像中出现的边缘,将上述斜坡屋顶可能具有的多个屋顶面的相互的边界线提取为屋顶构造线;以及

斜坡屋顶轮廓构成部,由上述外缘边界线和上述屋顶构造线构成上述斜坡屋顶的上述建筑物屋顶轮廓的立体构造。

5. 如权利要求3或4所述的建筑物屋顶轮廓识别装置,其特征在于,

上述标识区域提取部具有:

大建筑物区域提取部,在上述区域分割处理之前,根据上述识别对象区域中的、上述表层数据超过规定的阈值的区域,求出对于大的建筑物的上述标识区域;以及

小建筑物区域提取部,对上述识别对象区域中的除了上述大的建筑物的上述标识区域以外的区域,进行上述区域分割处理,求出对于小的建筑物的上述标识区域,上述小的建筑物为对应于上述阈值的高度以下的低层建筑物。

6. 如权利要求1~4中任一项所述的建筑物屋顶轮廓识别装置,其特征在于,

具有植被区域提取部,该植被区域提取部根据上述空中照片图像,提取植被区域;

上述标识区域提取部将从上述识别对象区域排除了上述植被区域的区域作为对象进行各处理。

7. 如权利要求1~4中任一项所述的建筑物屋顶轮廓识别装置,其特征在于,

具有标准化处理部,该标准化处理部从上述表层数据中减去不包括上述地物的地表的标高,来生成表示上述地物的高度的标准化表层数据;

上述标识区域提取部根据上述标准化表层数据,提取上述标识区域;

上述屋顶候选区域提取部在上述屋顶候选区域的提取中使用上述标准化表层数据。

8. 一种建筑物屋顶轮廓识别方法,其特征在于,具有:

标识区域提取步骤,根据从上空取得的表层数据,从建筑物屋顶轮廓的识别对象区域中,按每个建筑物提取至少一部分包含于屋顶中的区域作为标识区域,上述表层数据表示包括地物的地面表层的标高;

屋顶候选区域提取步骤,通过以标识区域为中心的区域扩展法,关于上述表层数据及空中照片图像,将与该标识区域具有共通性的区域提取为屋顶候选区域;以及

外缘边界线整形步骤,提取在上述空中照片图像中出现的边缘中的适合于上述屋顶候选区域的外形的边缘,并求出作为上述建筑物屋顶轮廓的外缘边界线。

建筑物屋顶轮廓识别装置及建筑物屋顶轮廓识别方法

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑物屋顶轮廓识别装置、建筑物屋顶轮廓识别方法及建筑物屋顶轮廓识别程序。

背景技术

[0002] 在城市模型的生成等中,进行利用从飞机等摄影的高分辨率的空中照片图像识别建筑物的屋顶(包括屋顶平台)的轮廓的操作。以往,进行如下方法,即,作业者使用立体绘图机根据立体图像求出建筑物屋顶轮廓的构造的方法、作业者指定存在建筑物的轮廓的范围并在该范围中通过图像识别处理生成建筑物屋顶轮廓的半自动识别方法、以及作业者通过轻松数字化根据正视图像(正射投影图像)进行建筑物屋顶轮廓的识别的方法。

[0003] 此外,还提出了使用空中照片图像自动地识别建筑物屋顶轮廓的方法、以及使用DSM(Digital Surface Model;数字表层模型)数据自动地识别建筑物屋顶轮廓的方法。

[0004] 专利文献1:日本特开2003-323640号公报

[0005] 上述以往的方法由于在各个建筑物的建筑物屋顶轮廓的识别处理中需要人工的作业,所以存在作业效率较低的问题。此外,伴随着人工的识别处理由于其品质依赖于作业者的技能,所以存在难以保证品质的问题。

[0006] 另一方面,由于空中照片图像除了建筑物屋顶轮廓以外还包括各种信息,所以例如有根据空中照片图像不容易高精度地识别轮廓的问题。相对于此,DSM数据是精炼的信息,但是有难以得到足够识别建筑物屋顶轮廓的数量的、能得到数据的样本点的问题。DSM较粗糙,这使得特别是在建筑物密集的城市区域中难以进行高精度的建筑物屋顶的轮廓的识别。

发明内容

[0007] 本发明是为了解决上述问题而做出的,目的是提供一种自动化较容易的建筑物屋顶轮廓识别装置、建筑物屋顶轮廓识别方法及建筑物屋顶轮廓识别程序。

[0008] 有关本发明的建筑物屋顶轮廓识别装置具有:标识区域提取部,根据从上空取得的表层数据,从建筑物屋顶轮廓的识别对象区域中,按每个建筑物提取至少一部分包含于屋顶中的区域作为标识区域,上述表层数据表示包含地物的地面表层的标高;屋顶候选区域提取部,通过以标识区域为中心的区域扩展法,关于上述表层数据及空中照片图像,将与该标识区域具有共通性的区域提取为屋顶候选区域;以及外缘边界线整形部,提取在上述空中照片图像中出现的边缘中的适合于上述屋顶候选区域的外形的边缘,并求出作为上述建筑物屋顶轮廓的外缘边界线。

[0009] 本发明的优选的方式是以下的装置,上述屋顶候选区域提取部根据上述表层数据和上述空中照片图像所具有的颜色信息及图像纹理信息,判断上述共通性的有无,并求出上述屋顶候选区域。

[0010] 本发明的另一优选的方式是以下的装置,上述标识区域提取部包括区域分割处

理,该区域分割处理通过基于根据上述表层数据的水岭法的区域分割,将在上述地面表层出现的凸部中的具有与上述建筑物对应的高度的凸部提取为上述标识区域。

[0011] 有关本发明的建筑物屋顶轮廓识别装置可以为以下的装置,具有:屋顶形状判别部,根据通过上述区域分割处理提取了上述标识区域的与上述建筑物对应的上述凸部的上述表层数据,判别该建筑物是由平坦的屋顶面构成的平屋顶,还是具有斜坡面的斜坡屋顶;屋顶构造线提取部,对于具有上述斜坡屋顶的上述建筑物,根据在上述外缘边界线内的上述空中照片图像中出现的边缘,将上述斜坡屋顶可能具有的多个屋顶面的相互的边界线提取为屋顶构造线;以及斜坡屋顶轮廓构成部,由上述外缘边界线和上述屋顶构造线构成上述斜坡屋顶的上述建筑物屋顶轮廓的立体构造。

[0012] 有关本发明的建筑物屋顶轮廓识别装置可以为以下的装置,上述标识区域提取部具有:大建筑物区域提取部,在上述区域分割处理之前,根据上述识别对象区域中的、上述表层数据超过规定的阈值的区域,求出对于大的建筑物的上述标识区域;以及小建筑物区域提取部,对上述识别对象区域中的除了上述大的建筑物的上述标识区域以外的区域,进行上述区域分割处理,求出对于小的建筑物的上述标识区域,上述小的建筑物为对应于上述阈值的高度以下的低层建筑物。

[0013] 本发明的优选的方式是以下的装置,具有植被区域提取部,该植被区域提取部根据上述空中照片图像,提取植被区域;上述标识区域提取部将从上述识别对象区域中排除了上述植被区域的区域作为对象进行各处理。

[0014] 有关本发明的建筑物屋顶轮廓识别装置可以构成为:具有标准化处理部,该标准化处理部从上述表层数据中减去不包括上述地物的地表的标高,来生成表示上述地物的高度的标准化表层数据;上述标识区域提取部根据上述标准化表层数据,提取上述标识区域;上述屋顶候选区域提取部在上述屋顶候选区域的提取中使用上述标准化表层数据。

[0015] 有关本发明的建筑物屋顶轮廓识别方法或建筑物屋顶轮廓识别程序具有:标识区域提取步骤,根据从上空取得的表层数据,从建筑物屋顶轮廓的识别对象区域中,按每个建筑物提取至少一部分包含于屋顶中的区域作为标识区域,上述表层数据表示包含地物的地面表层的标高;屋顶候选区域提取步骤,通过以标识区域为中心的区域扩展法,关于上述表层数据及空中照片图像,将与该标识区域具有共通性的区域提取为屋顶候选区域;外缘边界线整形步骤,提取在上述空中照片图像中出现的边缘中的适合于上述屋顶候选区域的外形的边缘,并求出作为上述建筑物屋顶轮廓的外缘边界线。

[0016] 根据本发明,通过将作为表层数据的 DSM 数据的高度信息、与从空中照片图像得到的高分辨率的信息(像素值谱信息及纹理信息等)的相互不同性质的信息组合,能够自动且高精度地识别建筑物屋顶轮廓。通过实现自动化,能够缩短建筑物屋顶轮廓的识别所需要的时间,并且能够实现品质的确保。

附图说明

[0017] 图 1 是表示作为本发明的实施方式的建筑物屋顶轮廓识别方法的大致的处理流程的流程图。

[0018] 图 2 是说明标准化处理的示意图。

[0019] 图 3 是说明较大的建筑物候选区域的提取处理的示意图。

- [0020] 图 4 是说明较小的建筑物候选区域的提取处理的示意图。
- [0021] 图 5 是说明在斜坡屋顶的判断处理中使用的极坐标系的示意图。
- [0022] 图 6 是表示 α β 平面中的二维直方图的例子的示意图。
- [0023] 图 7 是将建筑物候选区域重叠显示在低层建筑物的正视图像之上的示意图。
- [0024] 图 8 是将建筑物区域重叠显示在低层建筑物的正视图像之上的示意图。
- [0025] 图 9 是将建筑物边界线重叠显示在低层建筑物的正视图像之上的示意图。
- [0026] 图 10 是将屋顶构造线重叠显示在低层建筑物的正视图像之上的示意图。
- [0027] 图 11 是表示由外缘边界线和屋顶构造线构成的建筑物屋顶轮廓的立体构造的示意性的立体图。

具体实施方式

- [0028] 以下,基于附图对本发明的实施的方式(以下称作实施方式)进行说明。
- [0029] 图 1 是表示作为实施方式的建筑物屋顶轮廓识别方法的大致的处理流程的流程图。标准化处理 S2 将作为表层数据的 DSM 数据 4 标准化。该处理 S2 使用 DSM 数据 4 和 DTM(Digital Terrain Model:数字地形模型)数据 6 进行,生成作为标准化表层数据的 NDSM(Normalized Digital Surface Model)数据 8。
- [0030] 植被区域的提取处理 S10 使用基于从飞机等摄影的空中照片图像得到的正视图像数据 12 和 NDSM 数据 8,确定正视图像中的植被区域。由此,生成植被区域数据 14,该植被区域数据 14 包含表示植被区域的信息。
- [0031] 在较大的建筑物候选区域的提取处理 S16 中,提取在作为识别建筑物屋顶轮廓的处理对象的地面区域(识别对象区域)内存在的超过规定的高度的较大的建筑物的候选区域。另一方面,较小的建筑物候选区域的提取处理 S18 以除了在步骤 S16 中求出的较大的建筑物候选区域以外的区域为对象进行,提取作为低层建筑物的较小的建筑物的候选区域。这些处理 S16、S18 提取至少一部分被包含在从上空观察的屋顶的区域内的区域,作为各建筑物的候选区域。即,候选区域并不一定对应于屋顶(或存在建筑物的区域)的整体,基本上是其一部分包含在屋顶区域的一部分中的区域。即,建筑物候选区域不是捕获屋顶区域本身的候选,而是能够捕获表示建筑物的候选位置的标识(标识区域)。
- [0032] 建筑物区域的提取处理 S20 求出在识别对象区域中占用的建筑物的区域(建筑物区域)。该处理 S20 通过以在处理 S16、S18 中求出的建筑物候选区域为核心的区域扩展法,求出具有与该候选区域相同的属性的区域。由此,将与屋顶区域的整体对应的区域(屋顶候选区域)提取为建筑物区域。
- [0033] 建筑物边界线的整形处理 S22 提取在正视图像中出现的边缘中的、适合于在处理 S20 中求出的建筑区域的外形的边缘,求出作为建筑物区域的外缘边界线的建筑物边界线。该建筑物边界线相当于从上空看的屋顶的轮廓。
- [0034] 较小的建筑物屋顶形状的确定处理 S24 判别在处理 S18 中提取了建筑物候选区域的低层建筑物是由平坦的屋顶面构成的平屋顶还是具有斜坡面的斜坡屋顶。
- [0035] 建筑物屋顶构造线的提取处理 S26 对于在处理 S24 中判断为具有斜坡屋顶的低层建筑物,基于在处理 S22 中求出的建筑物边界线内的正视图像中出现的边缘,提取斜坡屋顶可能具有的多个屋顶面的相互的边界线,作为屋顶构造线。

[0036] 建筑物屋顶轮廓的立体构造的构成处理 S28 由建筑物边界线和屋顶构造线构成斜坡屋顶的屋顶轮廓的立体构造。

[0037] 以下,对上述各处理进一步说明。

[0038] 在标准化处理 S2 中使用的 DSM 例如是通过将摄影位置不同的多个航空图像进行对照、基于同一地物的该多个航空图像中的观察方式的差异来求出该地物的高度而生成。DSM 表示包括地面的建筑物及植被等的地物的地表的标高。相对于此,DTM 表示不包括地物的地表的标高。DTM 例如能够通过对 DSM 数据 4 表示的 DSM 实施形态滤波来得到。标准化处理 S2 中按照每个地点从 DSM 数据 4 中减去 DTM 数据 6,去除包含在 DSM 中的 DTM 的影响,生成表示只有地物的高度的 NDSM 数据 8。

[0039] 图 2 是说明标准化处理 S2 的示意图。图 2(a) 是地面的示意性的垂直截面图。DSM30 表示建筑物 32、33、树木 34 等的地物表面的水平坐标及标高、和露出在地物之间的地表面 36 的水平坐标及标高。这里,DSM30 中的建筑物的标高为其下方的地表面的标高与建筑物的高度的合计。标准化处理 S2 从该 DSM30 的值中减去 DTM40 的值,生成 NDSM。图 2(b) 是示意地表示对应于图 2(a) 的地面而得到的 NDSM42 的垂直截面图。在该 NDSM42 中,地物(建筑物 32a、33a、树木 34a) 具有距离地表的高度信息,另一方面,地表面 36a 基本上为对应于高度 0 的高度。

[0040] 在 NDSM 中,建筑物以外的地物也具有有意义的高度,特别是树木 34a 等的植被可能为相当于建筑物的高度,所以在建筑物候选区域的提取处理 S16、S18 等中成为噪声要因。所以,在植被区域的提取处理 S10 中生成植被区域数据 14,在处理 S16、S18 等中用于将植被区域从建筑物屋顶轮廓的识别对象区域中排除。例如,植被区域数据 14 可以定义为在植被区域中具有值“1”、在非植被区域中具有值“0”的图像数据。

[0041] 作为正视图像数据 12,在使用由红(R)、绿(G)、蓝(B)、近红外(NIR)的多个成分构成的多频谱图像的情况下,能够根据树木的叶子较强地反射近红外光的性质检测植被区域。例如,可以将使用 R 成分的像素值 D_R 及 NIR 成分的像素值 D_{NIR} 按照下式计算出的 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index: 标准化植被指标) 为规定的阈值以上的区域判断为植被区域。

[0042]
$$NDVI = (D_{NIR} - D_R) / (D_{NIR} + D_R)$$

[0043] 此外,关于是否是植被区域,屋顶或屋顶平台在较大的水平距离上展开平滑的面,相对于此在植被区域中以较小的空间周期发生高度的变动。也可以利用该差异判别植被区域。具体而言,可以将相邻样本点间的梯度的分散超过规定的阈值的区域判断为植被区域。此外,高度的变动也可以基于从飞机等摄影的图像中发生的纹理来判别。

[0044] 此外,关于在正视图像中出现的边缘,植被的边缘的密度大致比建筑物的边缘高。也可以利用这一点来判断植被区域。

[0045] 这里,在有关建筑物屋顶轮廓的识别的本实施方式中,通过在上述植被区域的判断中并用 NDSM 数据 8,能够实现判断精度的提高。例如,能够将将在建筑物候选区域的提取处理 S16、S18 中容易成为噪声的较高的树木适当地提取为植被数据。此外,能够期待在绿化的屋顶平台上相对于高度较高、其分散较小,也可以利用这样的性质,使得不会将绿化的屋顶平台判断为非植被区域、从建筑物候选区域的识别对象区域中排除。

[0046] 较大的建筑物候选区域的提取处理 S16 如上述那样以规定的阈值高度将 NDSM 分

层 (slicing), 提取超过该阈值高度的区域。对于该提取出的区域, 通过形态学处理实施膨胀、收缩, 进行作为噪声的小区域的去除及相邻区域的分离, 或参照植被区域数据 14 排除植被区域, 求出较大的建筑物候选区域。

[0047] 图 3 是说明较大的建筑物候选区域的提取处理 S16 的示意图。图 3(a) 在示意地表示对应于图 2(b) 的 NDSM42 的 NDSM42a 的垂直截面图中表示了分层的阈值高度的等级 50。这里, 在图 3(a) 中用实线表示的 NDSM42a 比地物的实际的形状 52 更平滑地表示形状。在图 2 中将 NDSM42 用基于形状 52 的形式表示, 但实际上 NDSM 的分辨率一般不会高到能够充分捕获形状 52 的程度。图 3(a) 的 NDSM42a 是考虑到这一点而表示的。

[0048] 图 3(b) 是表示超过等级 50 的区域的识别对象区域的示意性的图像。另外, 在图 3(b) 中, 线段 A-A 是图 3(a) 所示的截面的位置。在分层后的图像中, 除了对应于较大的建筑物 32a 的区域 32b 以外, 作为噪声还包括对应于树木 34a 的区域 34b 所分布的植被区域 54。图 3(c) 是对图 3(b) 的图像进行了形态学处理及使用植被区域数据 14 的植被区域排除处理后的图像的示意图。通过将植被区域 54 排除, 生成高精度地呈现作为较大的建筑物候选区域的区域 32b 的图像。

[0049] 较小的建筑物候选区域的提取处理 S18 通过对除了较大的建筑物候选区域及植被区域以外的 NDSM 进行区域分割处理 (图像分割), 将在地面表层出现的凸部中的具有对应于低层建筑物的高度的凸部提取为较小的建筑物候选区域。例如, 在 NDSM 数据 8 中, 进行将较大的建筑物候选区域及植被区域的数据替换为值“0”的处理, 并对得到的 NDSM 进行区域分割处理。作为区域分割处理的算法, 例如可以使用分水岭 (watershed) 分割、或基于标记的分水岭分割等。

[0050] 图 4 是说明较小的建筑物候选区域的提取处理 S18 的示意图。图 4(a) 是示意地表示对图 3(a) 所示的 NDSM42a 进行了将提取为较大的建筑物候选区域的建筑物 32a 及构成植被区域 54 的树木 34a 去除的处理之后的 NDSM42b 的垂直截面图。图 4(b) 是表示对 NDSM42b 进行了分水岭分割后的结果的识别对象区域的示意性的图像。与对应于低层建筑物 33a 的 NDSM42b 的凸部的顶部对应的区域 56 作为较小的建筑物候选区域, 而被提取到建筑物 33a 的屋顶区域 58 内。

[0051] 通过该较小的建筑物候选区域的提取处理 S18, 掌握可能存在于识别对象区域中的多个低层建筑物 33a 的各自的位置, 作为相互分离的区域 56。在较小的建筑物屋顶形状的确定处理 S24 中, 根据各区域 56 中的 NDSM 数据 8, 判断与该区域 56 对应的低层建筑物 33a 的屋顶的立体形状。具体而言, 在区域 56 中, 求出通过 NDSM 数据 8 定义的由网格构成的立体面上的局部表面法线向量。例如, 求出构成网格的各多边形的法线向量作为局部表面法线向量, 在它们的方向主要是铅直方向的情况下可以判断是平屋顶, 在较多地分布为相对于铅直方向倾斜的方向的情况下可以判断是斜坡屋顶。此时, 例如用图 5 所示的一种球面坐标 (α 、 β) 表示局部表面法线向量的方向, 基于 α β 平面中的局部表面法线向量的直方图, 能够进行是平屋顶还是斜坡屋顶的判断。另外, 在图 5 中, 向量 N 表示局部表面法线向量, 正交坐标系的 X 轴、Y 轴展开的平面是 NDSM 的地表面, Z 轴的正的方向是相对于地表面的铅直朝上方向。此外, 坐标 α 是向量 N 与 ZX 平面所成的角度, 坐标 β 是向量 N 的向 ZX 平面的射影向量 S 与 Z 轴朝上方向所成的角度。根据该球面坐标系, 在向量 N 是铅直方向的情况下 α 、 β 都为 0 而位于 α β 平面的原点, 另一方面, 如果从铅直方向倾斜, 则对

应于离开原点的点。图 6 是表示 $\alpha \beta$ 平面中的二维直方图的例子的示意图。图 6(a) 表示平屋顶的情况下的局部法线向量的度数分布,此情况下的度数在由 $\alpha \beta$ 平面的原点及其附近构成的区域 70 中较高。图 6(b) 表示斜坡屋顶的情况下的局部表面法线向量的度数分布的例子,此情况下的度数在离开 $\alpha \beta$ 平面的原点的区域 72 中较高。所以,例如利用关于度数的规定的阈值将该二维直方图进行二值化,并根据超过该阈值的区域处于原点、还是处于离开原点的位置,能够判别平屋顶和斜坡屋顶。

[0052] 在建筑物区域的提取处理 S20 中,以在处理 S16、S18 中求出的建筑物候选区域为中心(标记),使用 NDSM 数据 8 所表示的高度信息、根据正视图像数据 12 得到的图像的颜色信息及纹理(texture)信息,通过区域扩展法提取建筑物区域。具体而言,将与建筑物候选区域连续的区域中的、认为与该建筑物候选区域在高度、颜色、纹理上具有共通性的范围内的区域的范围内的区域结合到该建筑物候选区域中,作为建筑物区域。图 7、图 8 是说明建筑物区域的提取处理 S20 的示意图。图 7 将在较小的建筑物候选区域的提取处理 S18 中提取出的建筑物候选区域(区域 56)重叠显示在正视图像 80 上。另外,在正视图像 80 上表示有山墙屋顶的低层建筑物 33a,将正视图像 80 中的屋顶面的像 82 用斜线阴影表示,此外,将该屋顶面的范围是上述屋顶区域 58 的情况用包围像 82 的虚线表示。图 8 中,将通过以区域 56 为标记的区域扩展处理得到的建筑物区域 84 重叠显示在正视图像 80 上。

[0053] 这样,通过使用同时采用 NDSM 数据 8 和正视图像数据 12 的信息的区域扩展法,能够通过使用计算机等的运算处理装置的自动的处理,高精度地判别是否有建筑物区域,并适当地提取建筑物区域。

[0054] 这里,如图 8 所示,建筑物区域 84 能够适当地覆盖屋顶区域 58,但在区域扩展法的性质上,建筑物区域 84 的轮廓并不一定与用虚线表示的屋顶区域 58 的轮廓(外缘边界线)完全一致。建筑物边界线的整形处理 S22 是求出适合于建筑物区域的外缘边界线的处理,从在正视图像中出现的边缘中提取适合于在处理 S20 中求出的建筑物区域的外形的边缘,求出作为外缘边界线的建筑物边界线。图 9 表示对应于图 8 的建筑物区域 84 而提取的建筑物边界线 86。

[0055] 建筑物屋顶构造线的提取处理 S26 以具有斜坡屋顶的低层建筑物为对象进行,参照根据 NDSM 数据 8 得到的高度信息,并且从建筑物边界线内的正视图像中提取边缘线段,再进行提取出的边缘线段的结合或顶点决定等,求出屋顶构造线,该屋顶构造线为斜坡屋顶能够具有的多个屋顶面的相互的边界线。图 10 是说明建筑物屋顶构造线的提取处理 S26 的示意图。这里,在屋顶面的像 82 中包含有斜线的方向不同的两个区域 82a、82b,但这些区域 82a、82b 对应于构成山墙屋顶的两个屋顶面。阴影的斜线的方向的差异表示:在区域 82a 和区域 82b 之间,根据分别对应的屋顶面的方向的差异,而在正视图像上产生对比度。图 10 表示作为屋顶构造线 88,根据区域 82a、82b 的对比度及颜色信息而提取区域 82a、82b 相接的边界线。

[0056] 建筑物屋顶轮廓的立体构造的构成处理 S28 中,由建筑物边界线和屋顶构造线构成斜坡屋顶的屋顶轮廓的立体构造。在该处理中,将外缘边界线和屋顶构造线重合,决定它们连接、交叉的点的位置。进而,考虑屋顶的立体形状的信息,根据组合了外缘边界线和屋顶构造线的平面的图形图案,决定建筑物屋顶轮廓的立体构造。另外,屋顶的立体形状可以根据山墙型、四面坡型等的基本类型、或外缘边界线所构成的屋顶区域的形状来推测。图 11

是表示由图 9 的外缘边界线 86 和图 10 的屋顶构造线 88 构成的建筑物屋顶轮廓的立体构造 90 的示意性的立体图。屋顶面形成的凹凸的程度可以基于 NDSM 数据 8、或在处理 S24 中得到的屋顶的坡度的信息（角度 α 、 β ）决定。

[0057] 上述建筑物屋顶轮廓的识别方法可以作为在计算机上执行的程序实现。通过计算机执行该程序，能够根据由飞机等取得的 DSM 数据 4 及正视图像数据 12，自动地进行存在于识别对象区域中的建筑物的位置的掌握、建筑物区域的确定、建筑物屋顶轮廓的识别及其立体构造的构建。此外，有关本发明的建筑物屋顶轮廓识别装置例如可以通过执行该程序的计算机来实现。

[0058] 此外，在上述实施方式中，说明了使用从飞机拍摄的图像及由该图像生成的 DSM 的方式，但也可以使用从高分辨率卫星取得的图像及 DSM。此外，DSM 也可以是从飞机等向地面照射激光而取得的。

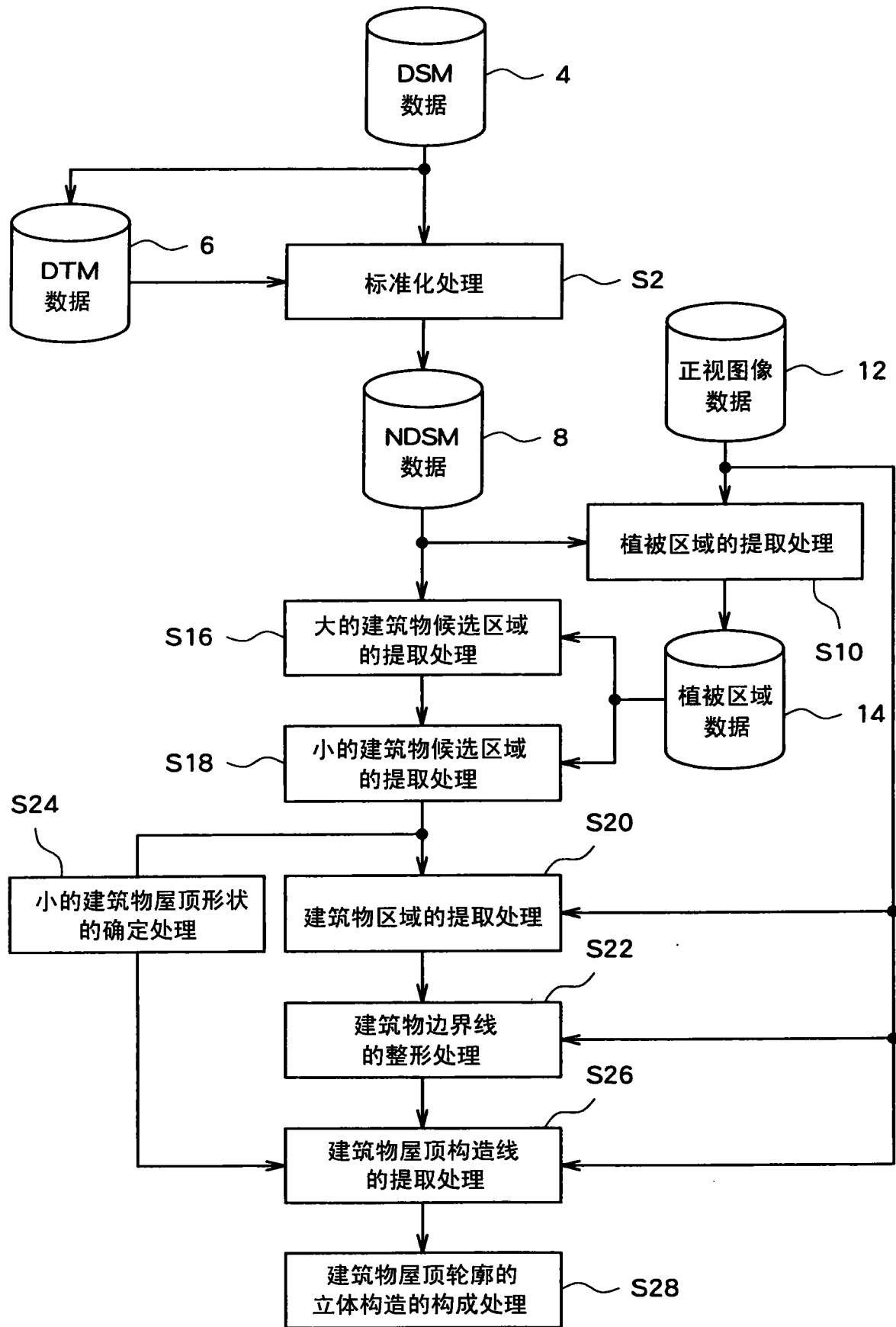


图 1

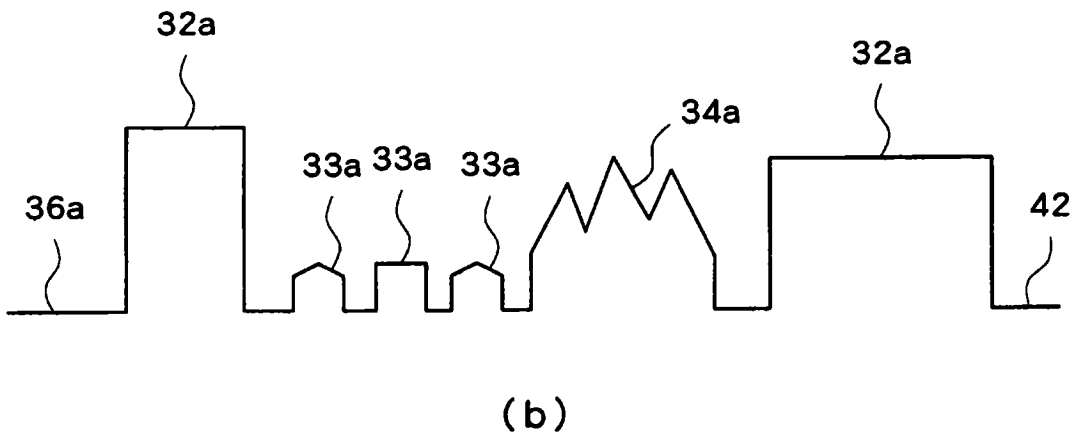
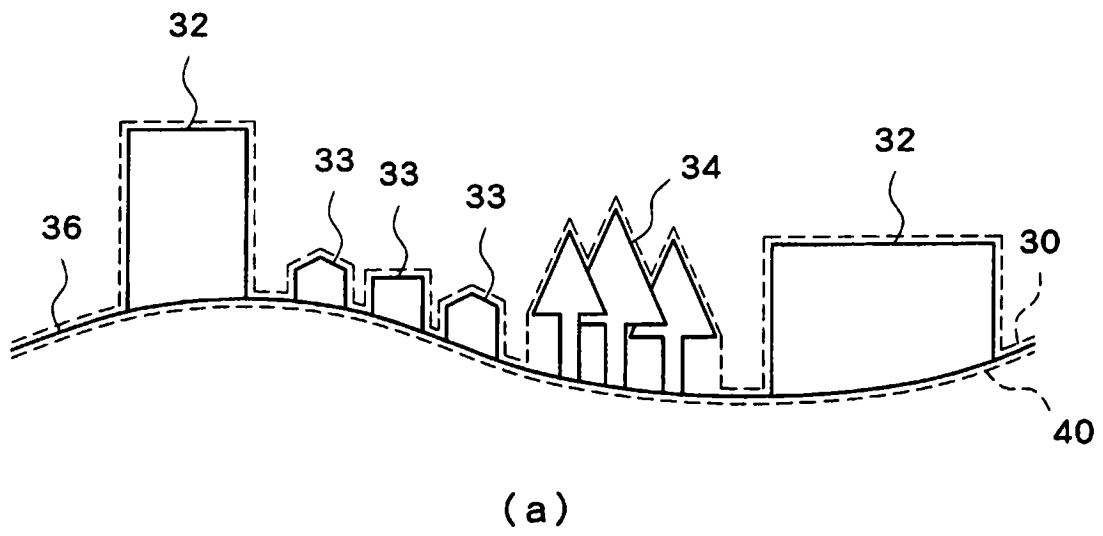
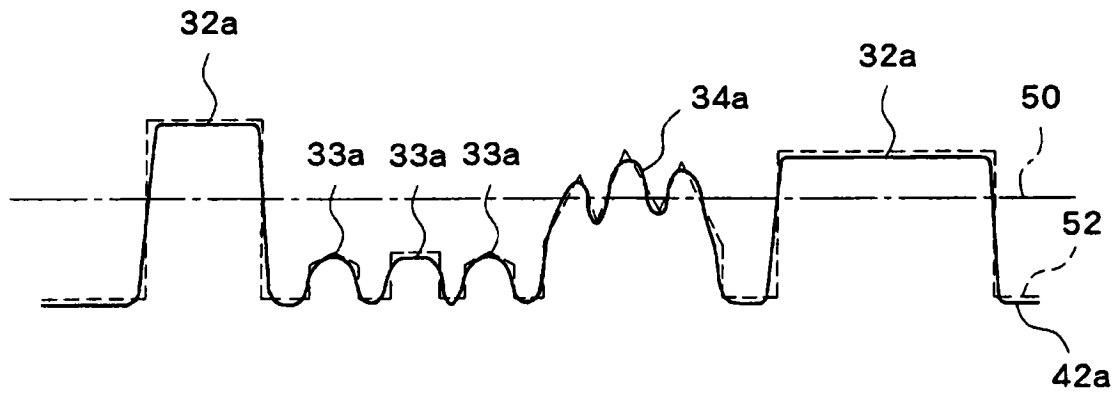
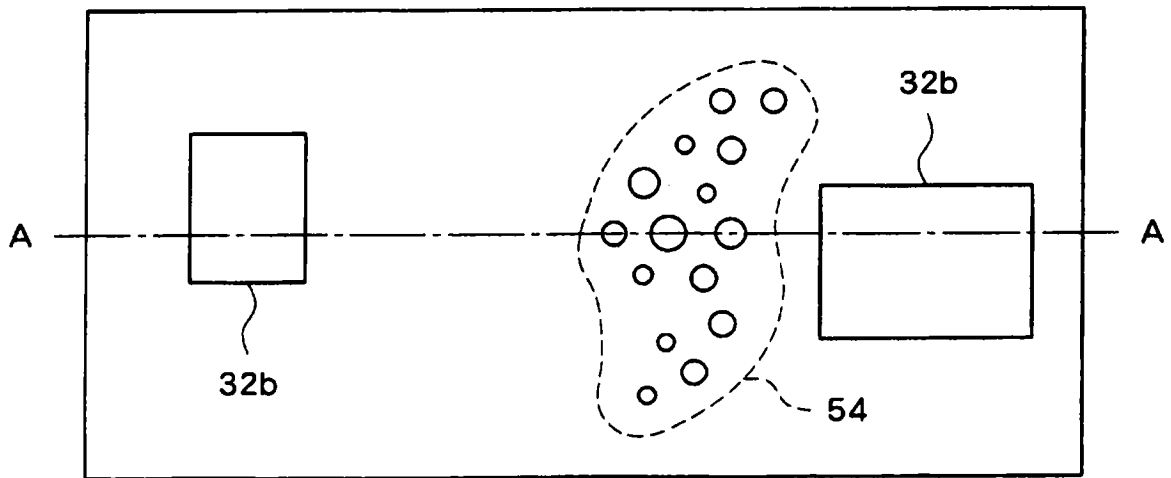


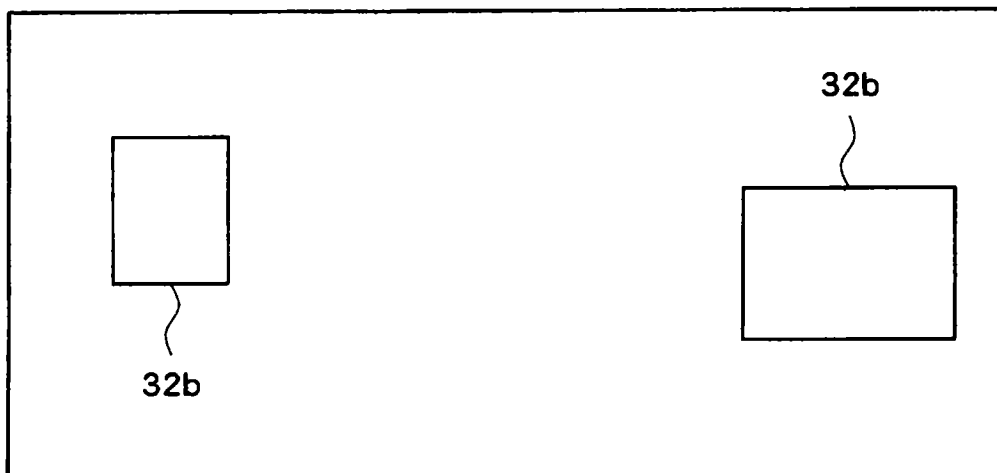
图 2



(a)

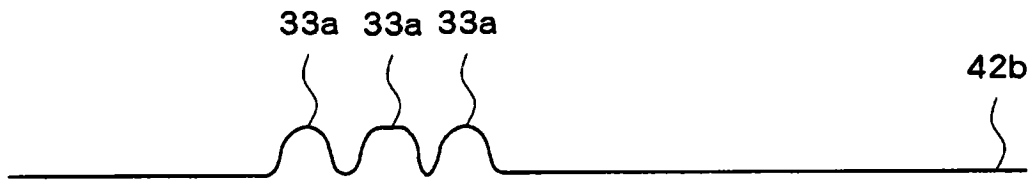


(b)

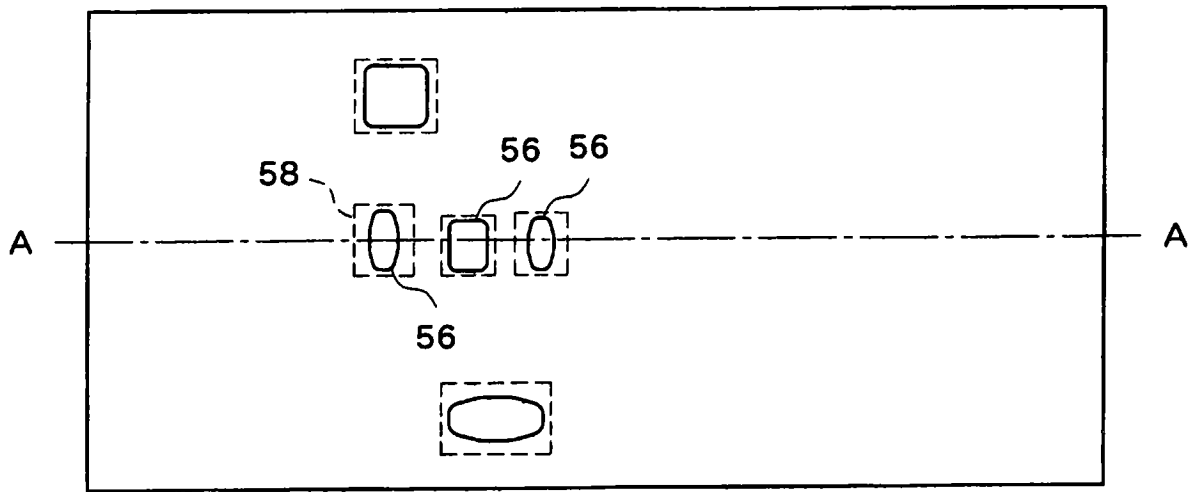


(c)

图 3



(a)



(b)

图 4

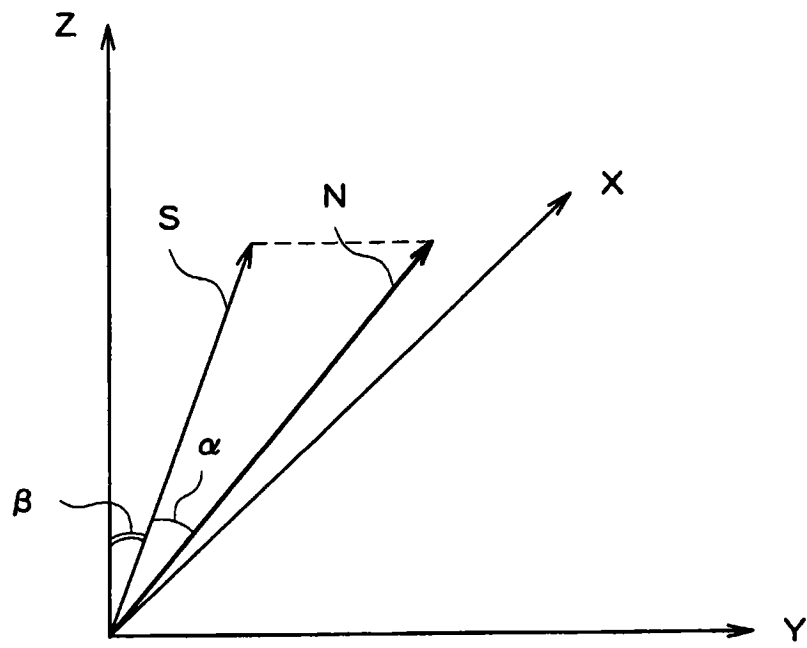
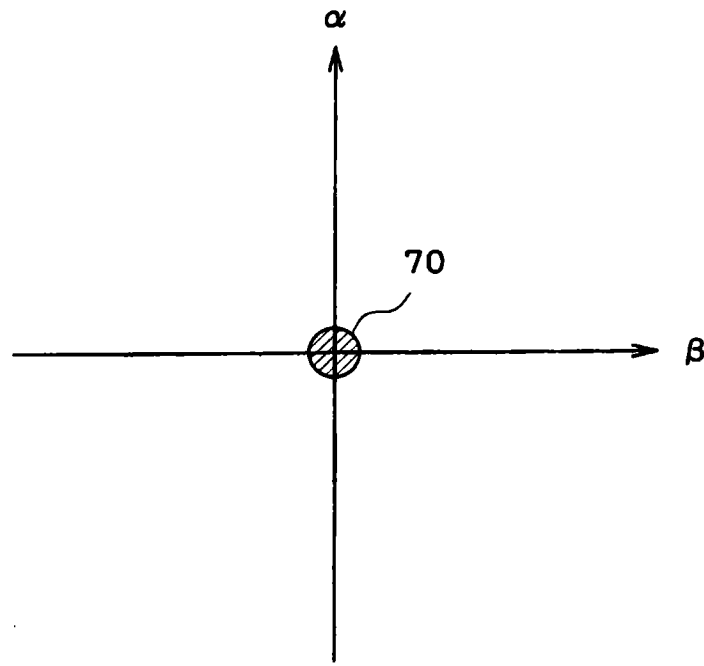
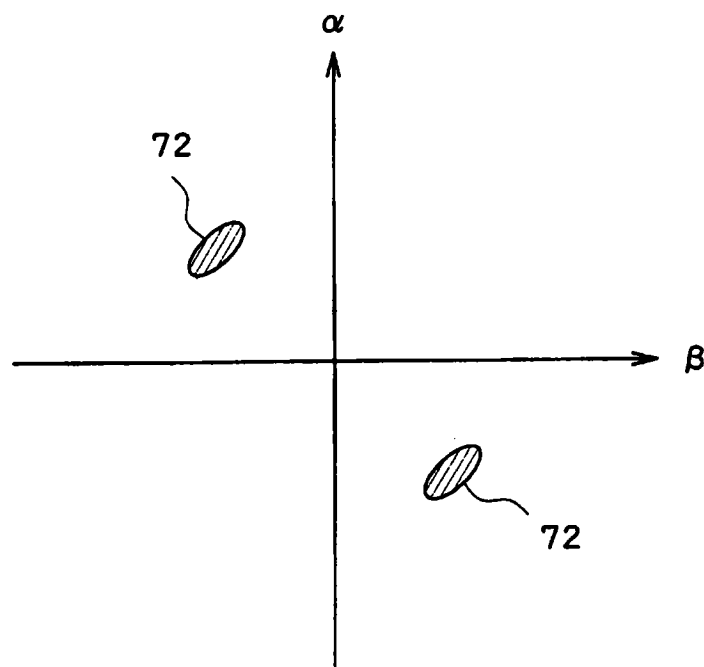


图 5



(a)



(b)

图 6

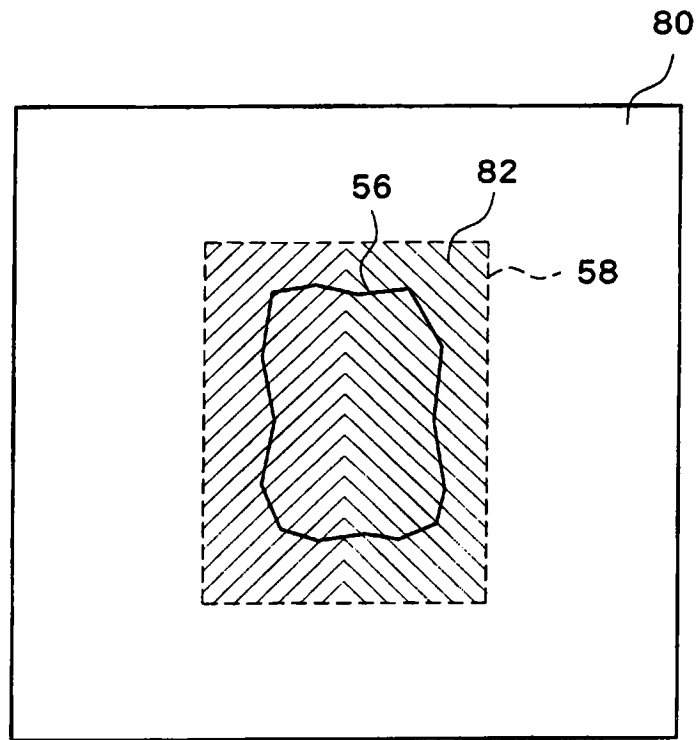


图 7

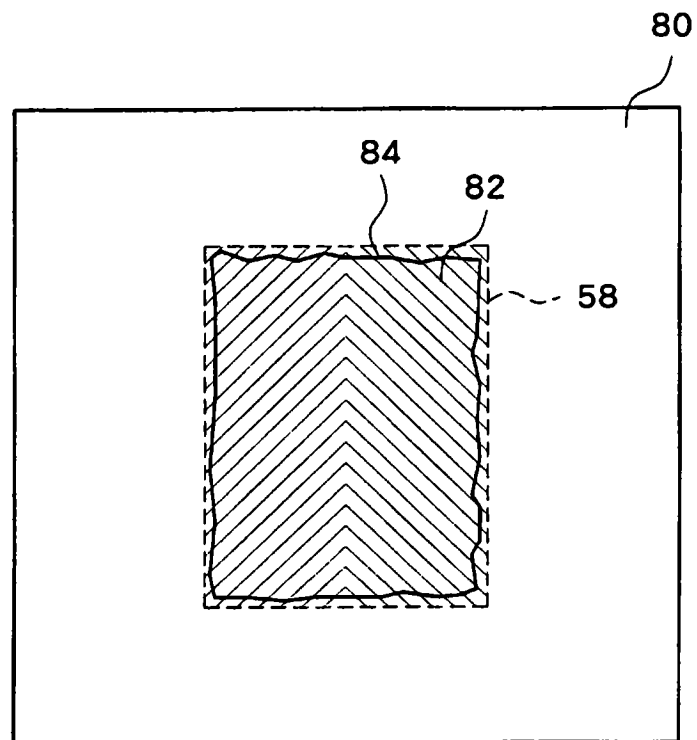


图 8

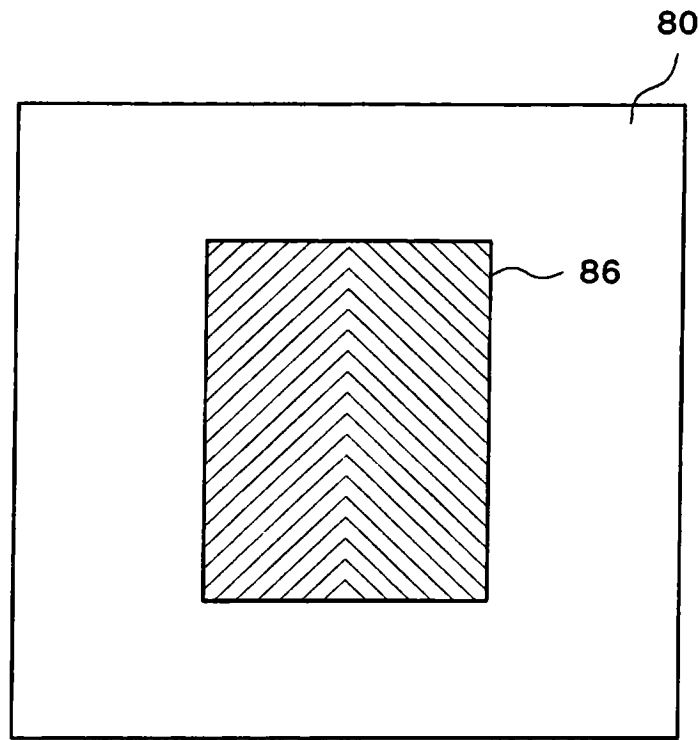


图 9

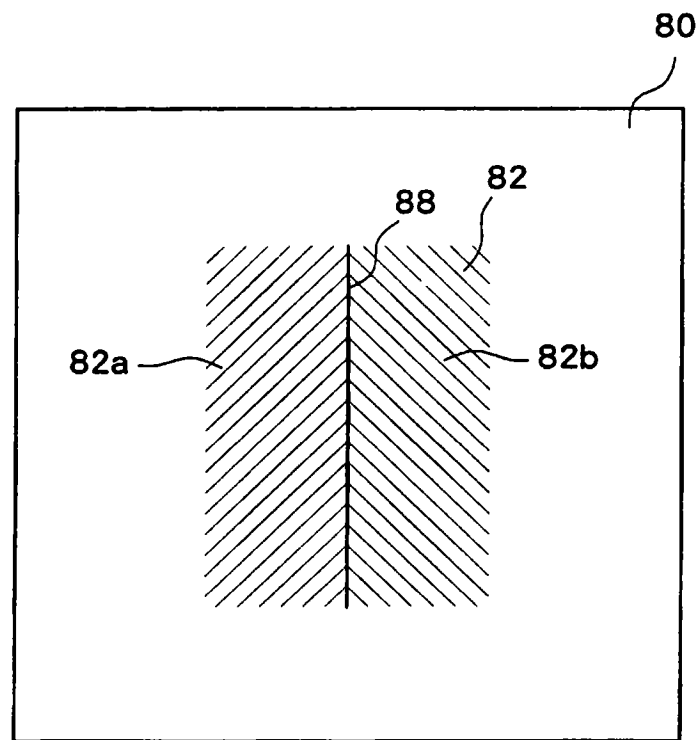


图 10

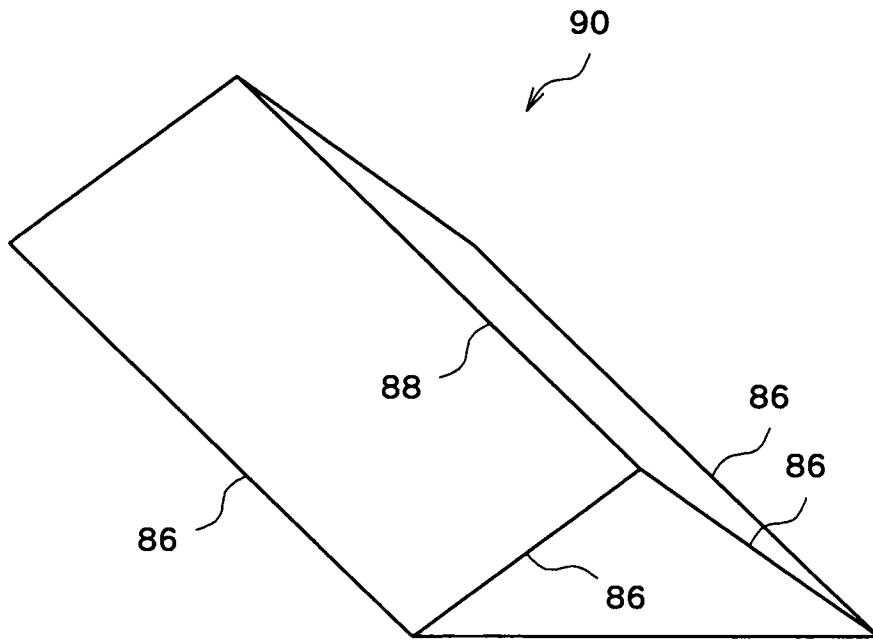


图 11