[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B63B 1/12 (2006.01)
B63B 1/24 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680029891.7

[43] 公开日 2008 年 8 月 13 日

[11] 公开号 CN 101242988A

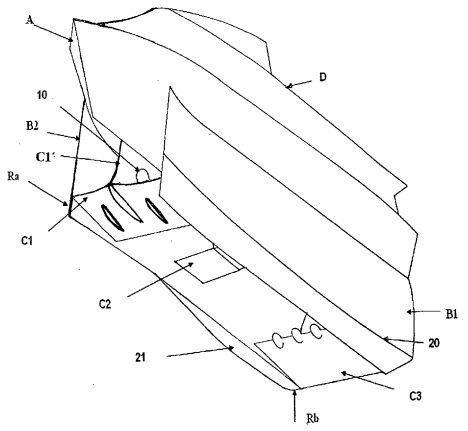
[22] 申请日 2006.8.17
[21] 申请号 200680029891.7
[30] 优先权
[32] 2005. 8.17 [33] GR [31] 20050100431
[86] 国际申请 PCT/GR2006/000041 2006.8.17
[87] 国际公布 WO2007/020480 英 2007.2.22
[85] 进入国家阶段日期 2008.2.15
[71] 申请人 乔治·西奥蒂斯
地址 希腊阿提卡
[72] 发明人 乔治·西奥蒂斯
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 朱德强
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 16 页

[54] 发明名称

远海水翼艇

[57] 摘要

本发明涉及一种远海水翼艇，包括船体(A)，其具有沿其两个侧面纵向延伸的侧面竖直定向舵叶(B1，B2)，彼此相对设置的舵叶(B1，B2)的内表面是平面，并且在它们之间限定出起初收敛而随后分开的水流通道，同时它们的外表面是三维(x，y，z)动力学变化的曲面形状，具有由舵叶(B1，B2)的底部和 y 轴形成的可变化的角度参数(Φ_1)、舵叶(B1，B2)的外表面的曲面部分和 z 轴形成的可变化的角度参数(Φ_2)、舵叶(B1，B2)的弧形侧边缘(20)和 x 轴形成的可变化的角度参数(Φ3，Φ4)。具有水翼截面的升力产生翼(C1，C2，C3)设置在舵叶(B1，B2)之间形成的通道内，这些升力产生翼(C1，C2，C3)分别通过支撑板(C1′，C2′，C3′)与船体(A)相连。



1. 一种远海水翼艇，其包括具有或不具有上部结构（D）的船体（A），一对侧面竖直定向的舵叶（B1，B2）安装在船体（A）上并且沿着船体（A）两侧纵向延伸，其中彼此相对设置的舵叶（B1，B2）的内表面是平面，其特征在于:

舵叶（B1，B2）的外表面具有三维（x，y，z）动力学变化的曲面形状，其中轴 x 沿着船纵向延伸，轴 y 沿着船横向延伸，轴 z 竖直延伸，其中舵叶（B1，B2）的所述内表面和外表面的前端收敛以形成薄的竖直定向的船头边缘，随后朝船尾逐渐分开，船尾限定发动机室和储存室安装于其中的空间（21），其中舵叶（B1，B2）的所述外表面的动力学变化的曲面形状符合下列可变化的参数:

由每个所述舵叶（B1，B2）的底部和轴 y 形成的角（Φ_1），所述（Φ_1）从船尾的最小值约 5°逐渐增加到靠近船头的 90°;

由每个舵叶（B1，B2）的外表面的曲面部分和竖直定向的轴 z 形成的角度（Φ_2），所述角度（Φ_2）从船尾的最大值约 30°逐渐减小到靠近船头的 0°;

由每个舵叶（B1，B2）弧形纵向延伸的侧边缘（20）与水平定向的轴 x 形成的角度（Φ3）和（Φ4），所述水平定向的轴 x 经过位于船的长度的中间区域附近的最大宽度的船肋架，其中弧形侧边缘（20）的弧形头部经过最大宽度的船肋架，对着船头并限定角度参数（Φ3）的弧的一侧以及对着船尾并限定角度参数（Φ4）的弧的一侧有规律地增加向上的倾斜度和向内的倾斜度，并在一侧终止于舵叶（B1，B2）的所述薄的船头边缘处和终止于相对逐渐变薄的船尾部处，角度参数（Φ3，Φ4）的值取决于船的整体结构的构建;

其中，所述侧面竖直定向的舵叶（B1，B2）与升力产生翼（C1，C2，C3）互相连接，所述升力产生翼（C1，C2，C3）在所述舵叶（B1，B2）之间沿舵叶（B1，B2）相对的平表面之间的整个距离在中间横向延伸，所述升力产生翼（C1，C2，C3）具有水翼截面，并分别具有

竖直延伸且纵向定向、大体上与舵叶（B1，B2）的所述内侧平表面平行的中央支撑板（C1′，C2′，C3′），其中所述水翼截面具有朝船头方向定向的前边缘，所述中央支撑板（C1′，C2′，C3′）固定安装在船体（A）上，每个升力产生翼（C1，C2，C3）具有不同的结构，并且设置在离巡航时船的吃水线不同的距离处，并且相对所述侧面竖直定向的舵叶（B1，B2）的底部的距离也不同。

2. 如权利要求 1 所述的远海水翼艇，其特征在于，所述第一前升力产生翼（C1）位于与舵叶（B1，B2）的底边有一定距离处，所述第三后升力产生翼（C3）的位置比所述前升力产生翼（C1）低，其与舵叶（B1，B2）的底边之间的距离趋于零，所述前升力产生翼（C1）和后升力产生翼（C3）都被垂直定向到舵叶（B1，B2）的所述内侧平表面上，由于所述前升力产生翼（C1）和所述后升力产生翼（C3）与所述舵叶（B1，B2）的底边之间的距离不同，出现逆时针转矩，随着船速的提高所述转矩也增大，所述转矩消除了当船以高速巡航时否则会出现的不希望的船头的上升和随后的船头的下降，这种船头的上升和下降与船在水团中受到的不希望的周期性剧烈撞击有关，而且也可能导致翻船。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的远海水翼艇，其特征在于，所述升力产生翼（C1，C2，C3）各自的所述竖直延伸的中央支撑板（C1′，C2′，C3′）中的每一个都穿有孔（10），通过该孔（10）水流在所述支撑板（C1′，C2′，C3′）的任一侧上自由地流动，从而平衡可能有的由于船的侧倾造成的压力。

4. 如权利要求 1 所述的远海水翼艇，其特征在于，在从船头至船尾的方向上，沿着船体（A）的侧面纵向延伸的竖直延伸的舵叶（B1，B2）的所述内侧平表面形成最初略微收敛且随后略微分开的通道，所述中间升力产生翼（C2）位于略微收敛的通道部分的端部，因此所述中间升力产生翼（C2）的跨度小于所述前升力产生翼（C1）或所述后升力产生翼（C3)的跨度，所述中间升力产生翼（C2）包括两个同样的部分（C2A，C2B），它们在竖直延伸的中央支撑板（C2′）的一侧

和另一侧上对称地延伸，所述中间升力产生翼（C2）通过所述中央支撑板（C2′）与船体（A）相连，所述对称定向的同样的部分（C2A，C2B）形成一个钝角以使所述中间升力产生翼（C2）呈倒V形的整体结构，所述中间升力产生翼（C2）设置在距离所述舵叶（B1，B2）底边一定距离处，高于所述前、后升力产生翼（C1，C3），因此除了附加的升力效果外，还通过使被引向由竖直延伸的舵叶（B1，B2）形成的通道的中央的水团形成层流，从而提高舵叶的动能。

5. 如权利要求1所述的远海水翼艇，其特征在于，所述前升力产生翼（C1）具有在所述中央支撑板（C1′）下面沿所述升力产生翼（C1）的底部纵向延伸的复合的球形结构（11），所述复合的球形结构（11）向前伸出所述前升力产生翼（C1）的前边缘，并且起到将水团平稳地引导到所述前升力产生翼（C1）上的作用，因此避免了其上的水力冲击，一对侧翅片（11A，11B）沿升力产生翼（C1）的底部纵向地设置在复合的球形结构（11）的每一侧上，所述侧翅片（11A，11B）仅仅沿翼（C1）长度的一部分落在所述复合的球形结构（11）的后面，并且起到抑制波浪形成的作用，从而加强在中央定向的伸出的复合球形结构（11）的效果。

6. 如权利要求1所述的远海水翼艇，其特征在于，所述后升力产生翼（C3）包括布置在向前伸出其前边缘的三个圆锥形翅片（12），其中三个圆锥形翅片（12）中的第一个翅片沿所述中央支撑板（C3′）纵向设置，另外两个圆锥形翅片（12）沿所述后升力产生翼（C3）的一侧和另一侧相对所述中央支撑板（C3′）左右对称设置，所述三个圆锥形翅片（12）向前突出于所述后升力产生翼（C3）的前边缘，起到排除由前面的所述升力产生翼（C1，C2）的尾流引起的剧烈涡旋的作用，并且使落在所述后升力产生翼（C3）上的水团的压力和速度平稳。

7. 如权利要求1至6中任一项所述的远海水翼艇，其特征在于，船巡航时船体（A）并不与海面接触，并且具有大体上是平面的正方形的横截面，从而提高载货容积。

远海水翼艇

技术领域

本发明涉及一种远海水翼艇，其适于用作运输乘客和货物、娱乐或其他用途的高速船，其体现了双体船和水翼艇优势的结合，同时克服了双体船和水翼艇的缺陷和局限。

背景技术

在现有造船技术领域中，已知有三种熟知的主要类型的船。目前提出的艇克服了下面所列举的三种熟知类型的船的各项主要缺点：

首先提及的是各种类型的具有滑行船体的船，由于波致阻力随着速度的增大而增大，并达到摩擦阻力的 60%-70%，这些船耗费过多的燃油，从而导致马力不成比例地增加。

其次提及的是水翼艇，由于翼承受复杂的波浪力所带来的限制，以及所引起的作用在翼上以及相应地作用在整个船上的击打，水翼艇仅能在封闭区域或无风的海上使用。此外，水翼型船不能运输体积大而且重的物品，例如汽车等，并且由于发动机室、泵站和储油室等的需要，其提供的可利用的空间也是有限的。最后，这种船不适于使用高效的现代推进系统，例如喷水推进器。

第三提及的是在其侧面具有侧面浮体的双体船，该船不具有巡航过程中升起船的能力，其中这种升起可以导致与摩擦力值有直接关系的湿润表面的最小化。双体船还产生波致阻力，并水力击打船的底部。由于它们的设计，双体船还承受摆动和振动，这些摆动和振动在船的结构强度方面以及给设备本身带来不可预料的后果。

为了避免双体船的缺陷，已经做了许多尝试。顺便举一例说明，US-2,917,754 中公开了一种双体船结构，其中侧面浮体制成可改变的柔性连接模式，当其在岸上移动时便于操作船。

发明内容

本发明的目的是通过提供基于结合双体船和水翼型船的有利设计来有效且有利地克服现有技术的上述类型的船的缺点和不足。

本发明的上述主要目的是通过由现代喷水推进系统获得推进力而操作的远海水翼艇来实现的，其中所述艇包括一对纵向竖直延伸的侧面舵叶，其类似于双体船的侧浮体，但具有能提高巡航特性并将损失减少到最小的复合的曲面形状，并设置有依次排列在竖直延伸的侧面舵叶之间所形成的通道内的水平延伸的升力产生翼（**lift producing foil**），其中这些水平延伸的翼，类似于巡航过程中充分升起船并由侧面舵叶保护的水翼型艇的翼并提供了现有技术的水翼艇所不能获得的远海巡航的可能。

因此，本发明的目的是提供一种有利地结合双体船和水翼型船的优点并排除它们的缺点的远海水翼艇，其中本发明中提出的船能够降低各种阻力，例如因为巡航过程中大大减少湿润表面而减少了摩擦阻力，因为船头和延伸到薄的前边缘的竖直延伸的侧面舵叶的空气动力学结构而减少了空气阻力，和最重要的因为竖直延伸的侧面舵叶的特殊设计的曲面形状与水平布置的升力产生翼的设计而减少了波致阻力。因此，即使在不利的天气条件下，本发明的船用最小的燃油消耗实现了高的速度。

在下文的优选实施例的描述中，本发明的远海水翼艇的这些和其他有利特征将会变得明显。

附图说明

通过参考示例性但不限制本发明的实施例的附图，对本领域技术人员来说本发明将会更明显。

图 **1** 是示出了聚焦于本发明的远海水翼艇的示意性实施例的船头、船底和右侧的透视图。

图 **2** 以聚焦于右后侧的透视图示出了图 **1** 中的艇。

图 **3** 是示出了这里提出的船的前升力产生翼的上部和底部结构的透视图。

图 **4** 是示出了位于在这里提出的船的前升力产生翼和后升力产生

翼之间中部的升力产生翼的上部和底部结构的透视图。

图 5 是示出了这里提出的船的后升力产生翼的上部和底部结构的透视图。

图 6 示出了本发明的船的传统部分的船结构线（naval constructional lines）和理论肋架（theoretical frames）。

图 7 示出了用本发明的试验模型的船体结构得到的流体静力学曲线。

图 8 示出了具有竖直延伸侧舵叶的本发明的船的横截面图，该横截面是在理论肋架 0，2，4，7，8 处沿包括水平延伸的后升力产生翼的截面截取的。

图 9 示出了沿理论肋架 3 截取的船的结构横截面图。

图 10 是示出了被建造的用于示例性表示客货运载容量的船的纵向侧视图。

图 11 是示出了本发明的船试验模型的侧向透视图。

图 12 是示出了本发明的船试验模型的底部透视图。

图 13 是示出了本发明的船试验模型的侧向透视图，其中可以观察到理论船肋架和侧面竖直延伸舵叶的有利的曲面形状。

图 14 示出了本发明的船试验模型升起前在水中的停止状态。

图 15 是示出了本发明的船试验模型在水中巡航的正面视图，其中水波基本上明显地消失了。

图 16 是示出了本发明的船试验模型旋转大约 120°时的侧视图。

具体实施方式

图 1 或 2 示出的本发明的远海水翼艇包括主要的船下部结构的船体 A 和上方的上部结构 D，一对侧面竖直定向舵叶（blades）B1，B2 安装在船体 A 上并沿着船体 A 的两侧纵向延伸，其中相对的舵叶 B1，B2 的内表面是平面。

本发明的特别的特征是舵叶 B1，B2 的外表面具有 x，y，z 三维动力学变化的曲面形状。这种曲面形状有利地减小了船巡航时遇到的阻力，并且提高了这里提出的远海水翼艇所获得的有效效果。舵叶 B1，

B2 的外表面的动力学变化曲面形状的特征在于，舵叶 B1，B2 的内、外表面的前端收敛形成竖直定向的薄的前边缘（见图 1，14）。随后舵叶 B1，B2 的外表面逐渐与其内表面朝船尾分开，船尾限定了发动机室和燃料储存室安装于其中的空间 21。舵叶 B1，B2 的外表面的这种动力学变化的曲面形状在 x，y，z 三维都有变化，其中 x 轴沿着船纵向延伸，y 轴沿着船横向延伸，z 轴竖直延伸。

舵叶 B1，B2 的外表面的动力学变化的曲面形状符合下面的可变化的参数:

1、由每个舵叶 B1，B2 的底部和 y 轴形成的角度Φ_1，其中Φ_1从船尾的最小值大约 5°逐渐增加到靠近船头的 90°。

这个变化的角度Φ_1的作用在于减少摩擦和波致阻力，并提供船的大体上平面的巡航（planar criuising），同时适于形成用于发动机室和燃料储存室的空间 21（图 1）。角度参数Φ_1的作用还在于在每个舵叶 B1，B2 的外表面上提供弧形的纵向延伸的侧边缘 20。

2、由每个舵叶 B1，B2 的外表面的曲面部分和竖直方向的 z 轴形成的角度Φ_2，其中Φ_2从船尾的最大值大约 30°逐渐减小到靠近船头的 0°。

这个变化的角度参数Φ_2的目的是提供竖直延伸的舵叶 B1，B2 的外表面的曲面形状，并产生其狭窄的上部，从而减少本发明的船引起的排水面积和体积，从而导致竖直延伸的舵叶 B1，B2 的下沉趋势。这个能力被认为特别有利于某些应用，其中，如果移去上部结构 D，就可以得到大且同时足够低的船，如果出现这种情况，船可以升到水面上，并以非常快的速度巡航。

当船绕曲线拐弯时，上述的角度参数Φ_2结合角度参数Φ_1，与舵叶 B1，B2 的弧形纵向延伸的边缘 20 一起，导致船向侧面滑行运动，并通过船尾部分的排水最终实现船的这种拐弯操作。这样，即使当本发明的船以高速巡航时，也能获得小的回转圆。

3、由上述的每个舵叶 B1，B2 弧形纵向延伸的侧边缘 20 与水平方向轴 x 形成的角度Φ3 和Φ4，所述水平方向的轴 x 经过位于靠近船

的长度方向的中部区域的最大宽度的船肋架。如图 2 所示，当弧形侧边缘 20 的弧形头部经过最大宽度的船肋架时，对着船头并限定角度参数Φ3 的弧的一侧以及对着船尾并限定角度参数Φ4 的弧的一侧有规律地增加向上的倾斜度和向内的倾斜度，并在一侧终止于所述舵叶 B1，B2 的变薄的船头舵叶边缘和在另一侧终止于相对逐渐变薄的尾部处。角度参数Φ3，Φ4 的值取决于船的整体结构的构建，所述船结构的目标是使在此提出舵叶 B1，B2 的弧形纵向侧边缘 20 制造成，最大程度地（从中间向船头）与高速巡航的状态下的吃水线相符。这种结构已经被证实避免了由于与侧舵叶 B1，B2 接触的水流的压力和速度值的改变而形成的波浪，从而避免了与这种波浪形成相关的功率损失。图 15 示出的以高速巡航的试验模型证实了沿侧舵叶 B1，B2 的外表面没有纵向波浪形成。

在从船头至船尾的方向上，沿着船体 A 的侧面纵向延伸的竖直延伸的舵叶 B1，B2 的内侧平表面形成最初略微收敛且随后略微分开的通道。

因此必须注意的是，与传统的双体船的侧浮体的固定的截面结构相比，侧舵叶 B1，B2 的外表面的曲面形状在 x，y，z 三个方向上的动力学改变的参数导致侧舵叶的下沉体积较小，因此在实质上便于其装载的静止状态下实现船的下沉。舵叶 B1，B2 的这种三维变化的曲面形状能够提供可有效利用的靠近船头的空间，同时结合有利地减薄的舵叶前端使波浪形成和船头的空气阻力大大地减少，还导致船静止时吃水差（trim）的改善，因此排除了否则船头会下沉的可能性。通过使船体 A 有利地延伸超出船尾处的喷水口，船的吹水差又得到了改善。因此必须注意的是，因为本发明的推进喷水口设置在相当深的深度上，在港口停船时，本发明的船下沉但不形成传统船的剧烈的不希望的波浪。

上述侧面竖直定向舵叶 B1，B2 与升力产生翼 C1，C2，C3 互相连接，所述升力产生翼 C1，C2，C3 在舵叶 B1，B2 之间沿舵叶 B1，B2 相对的平表面之间的这段距离在中间横向延伸，每一个升力产生翼

C1，C2，C3 具有水翼截面，并分别具有竖直延伸且纵向定向、大体上与舵叶 B1，B2 的内侧平表面平行的中央支撑板 C1′，C2′，C3′，其中所述水翼截面具有朝船头方向定向的前边缘，升力产生翼 C1，C2，C3 的中央支撑板 C1′，C2′，C3′固定安装在船体 A 上。

升力产生翼 C1，C2，C3 各自的竖直延伸的中央支撑板 C1′，C2′，C3′中的每一个都穿有孔 10，通过该孔 10 水流在支撑板 C1′，C2′，C3′的任一侧上自由地流动，从而平衡可能有的由于船的侧倾造成的压力。

如果支撑板 C1′，C2′，C3′上没有孔 10 的话，支撑板 C1′，C2′，C3′侧面的压力差将进一步引起施加给支撑板 C1′，C2′，C3′的变形力，以及产生会使船发生不希望的倾斜的扭矩，并且延迟船恢复到最佳水平状态。

每个升力产生翼 C1，C2，C3 具有不同的结构，设置在离巡航时船的吃水线不同的距离处，并且相对侧面竖直定向舵叶 B1，B2 的底部的距离也不同。

特别地，根据本发明的优选实施例，第一前升力产生翼 C1 位于与舵叶 B1，B2 的底边有一定距离处，第三后升力产生翼 C3 位于比前升力产生翼 C1 低的高度，与舵叶 B1，B2 的底边之间的距离趋于零。前升力产生翼 C1 和后升力产生翼 C3 都被垂直定向到舵叶 B1，B2 的内侧平表面上，由于前升力产生翼 C1 和后升力产生翼 C3 与舵叶 B1，B2 的底边之间的距离不同，出现逆时针转矩，随着船速的提高这种转矩也增大。这个转矩消除了当船以高速巡航时否则会连续出现的不希望的船头的上升和随后的船头的下降，这种船头的上升和下降与船在水团中受到的不希望的周期性剧烈撞击有关，而且也可能导致翻船。

在图 1 中，R_a 表示水团的摩擦阻力，R_b 表示竖直延伸的侧舵叶 B1，B2 的升力。

在前、后升力产生翼 C1，C3 都被垂直地定向到舵叶 B1，B2 的内表面上的同时，中间升力产生翼 C2 包括两个同样的部分 C2a，C2b，它们在竖直延伸的中央支撑板 C2′的一侧和另一侧上对称地延伸，中

间升力产生翼 C2 通过所述中央支撑板 C2′与船体 A 相连。对称定向的同样的部分 C2a，C2b 形成一个钝角，以使中间升力产生翼 C2 呈倒 V 形的整体结构。上述的中间升力产生翼 C2 设置在距离舵叶 B1，B2 底边之外一定距离处，高于前、后升力产生翼 C1，C3，因此除了附加的升力效果，还通过使被引向在竖直延伸的舵叶 B1，B2 之间形成的通道的中央的水团形成层流，从而提高舵叶的动能。

中间升力产生翼 C2 优选地位于在舵叶 B1，B2 之间形成的通道的略微收敛的部分的端部，因此中间升力产生翼 C2 的跨度小于前升力产生翼 C1 或后升力产生翼 C3 的跨度。

依靠升力产生翼 C1，C2，C3 被包围在其中的竖直延伸的舵叶 B1，B2，水平延伸的升力产生翼 C1，C2，C3 受到保护而免受过大的海浪的影响，这种海浪到目前为止不允许在远海使用水翼艇，同时通过这些舵叶 B1，B2 升力效果被转移到船的整个结构。因此必须注意的是，水平延伸的翼与竖直延伸的舵叶连接和与船体的连接构成充分加强的船的整体结构。

沿 x 轴方向布置水平延伸且具有不同安装高度和不同设计的三个升力产生翼的目的是，通过在竖直延伸的侧舵叶 B1，B2 的内侧表面之间形成的通道获得可选的层流。具体地：

根据本发明的优选实施例，前升力产生翼 C1 具有在其中央支撑板 C1′下面沿升力产生翼 C1 的底部纵向延伸的复合的球形结构 11，其中上述复合的球形结构 11 向前伸出前升力产生翼 C1 的前边缘，并且用于平稳地将水团引导到这个前升力产生翼 C1 上，因此避免了其上的水力冲击。翅片 11a，11b 也沿前升力产生翼 C1 的底部纵向地设置在复合的球形结构 11 的每一侧上，其中这些侧翅片 11a，11b 仅仅沿翼 C1 长度的一部分落在向前伸出的球形结构 11 的后面，并且起到抑制波浪形成的作用，从而加强在中央定向的伸出的复合球形结构 11 的效果。还要注意的是，前升力产生翼 C1 起到处理纵向和侧面作用的扭矩的作用，从而起稳定传统船的舵叶的作用。

具有前面提到的倒 V 形结构特征的中间升力产生翼 C2 有利于层

流特性的最优化，但在获得想要的升力效果方面并不是绝对必要的，这种想要的升力效果仅仅依靠前后升力产生翼 C1，C3 的组合就可以获得。

后升力产生翼 C3 包括布置向前伸出其前边缘的三个圆锥形翅片 12，其中三个圆锥形翅片 12 中的第一个翅片沿中央支撑板 C3′纵向设置，另外两个圆锥形翅片 12 沿后升力产生翼 C3 的一侧和另一侧相对中央支撑板 C3′左右对称设置，其中这三个圆锥形翅片 12 全部都向前突出于后升力产生翼 C3 的前边缘，起到排除由前面的升力产生翼 C1、C2 的尾流引起的剧烈涡旋的作用，并且使落在后升力产生翼 C3 上的水团的压力和速度平稳。

通过图 11 中示出的试验模型，本发明的船的典型特征变得更加明显，船巡航时船体 A 并不与海面接触，并且具有大体上是平面正方形的横截面，从而提高载货容积。

本发明并不局限于在上文中描述的示例性的优选实施例，而是限制在下面提出的所附权利要求的范围内。

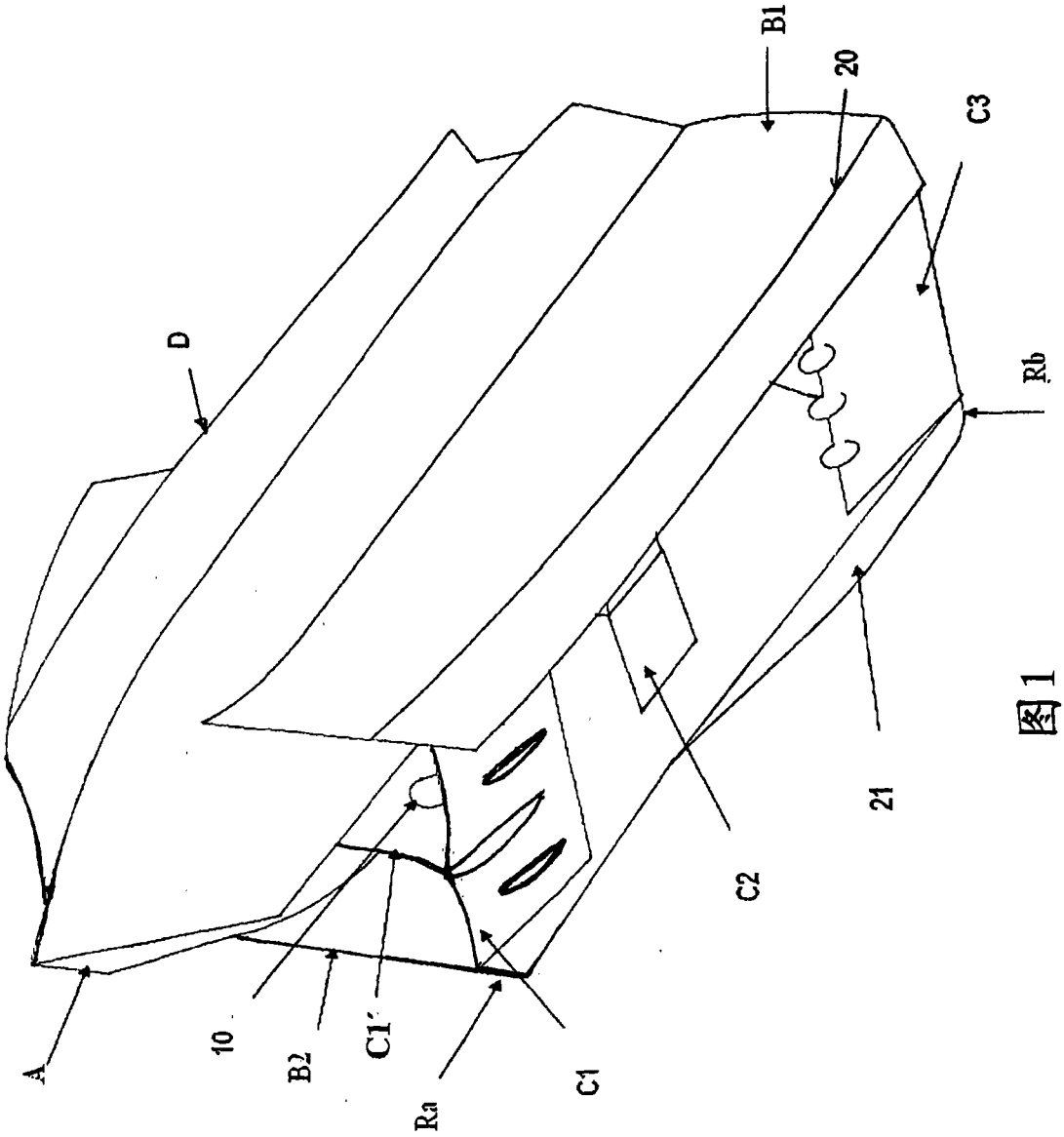


图 1

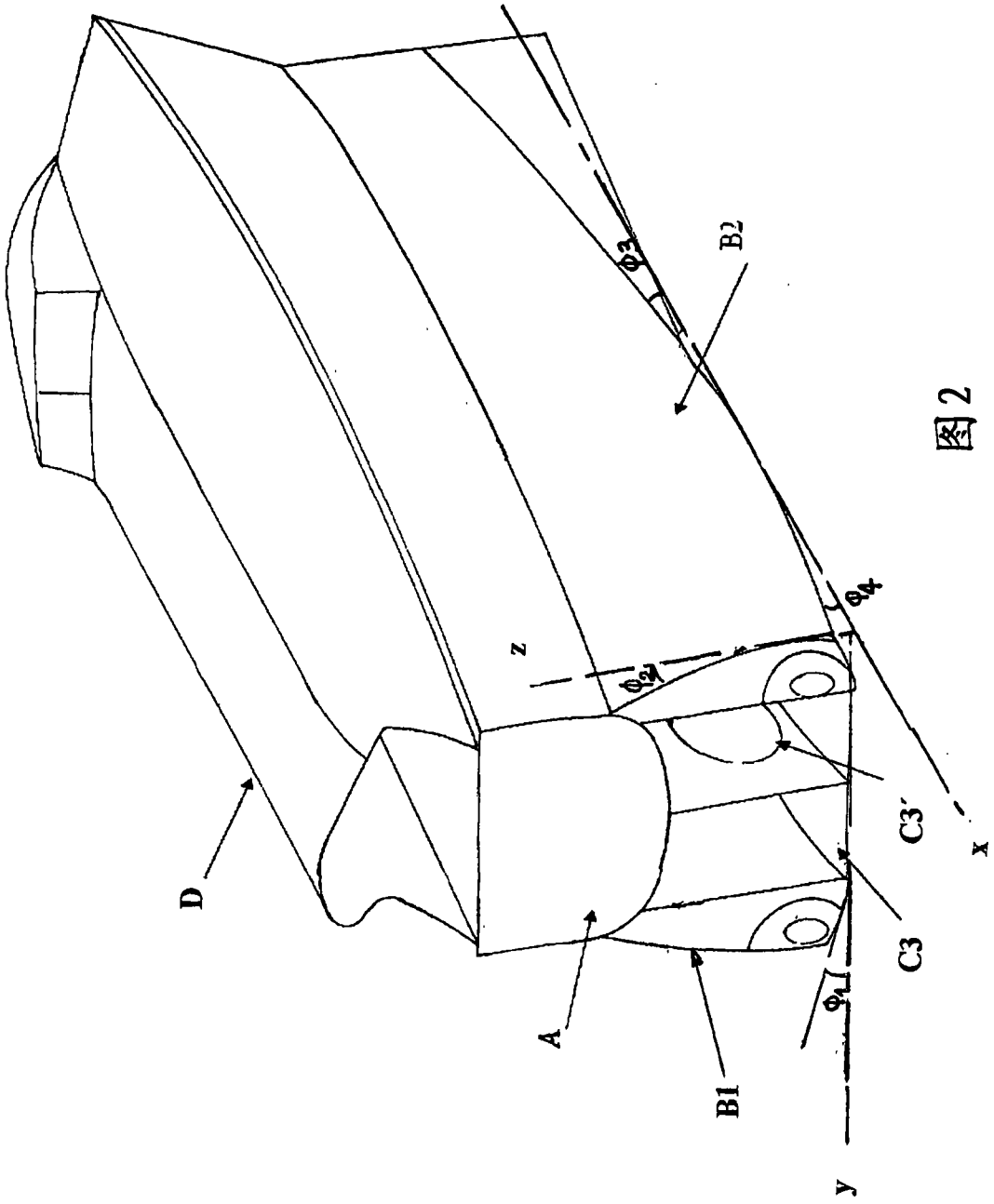


图2

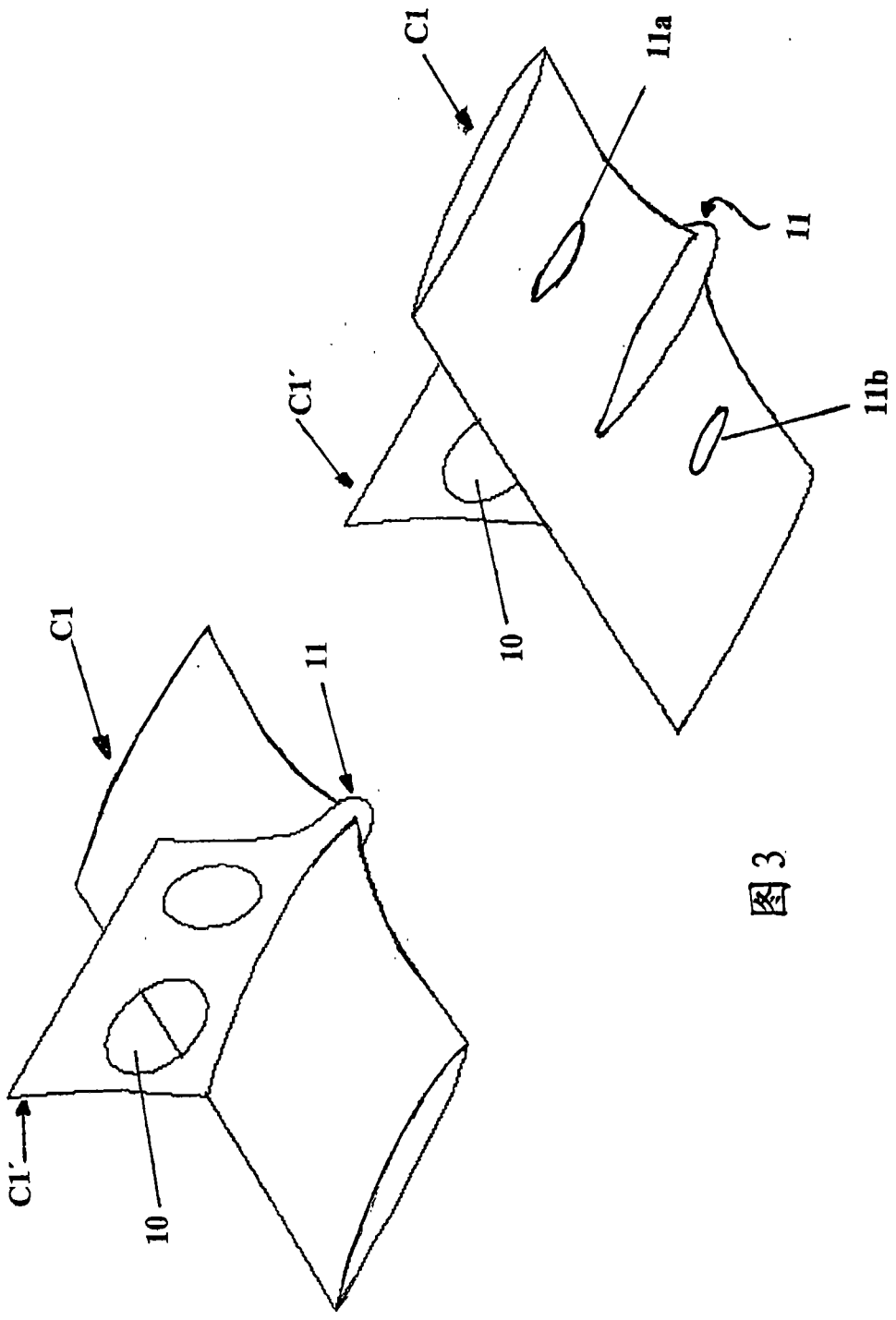


图3

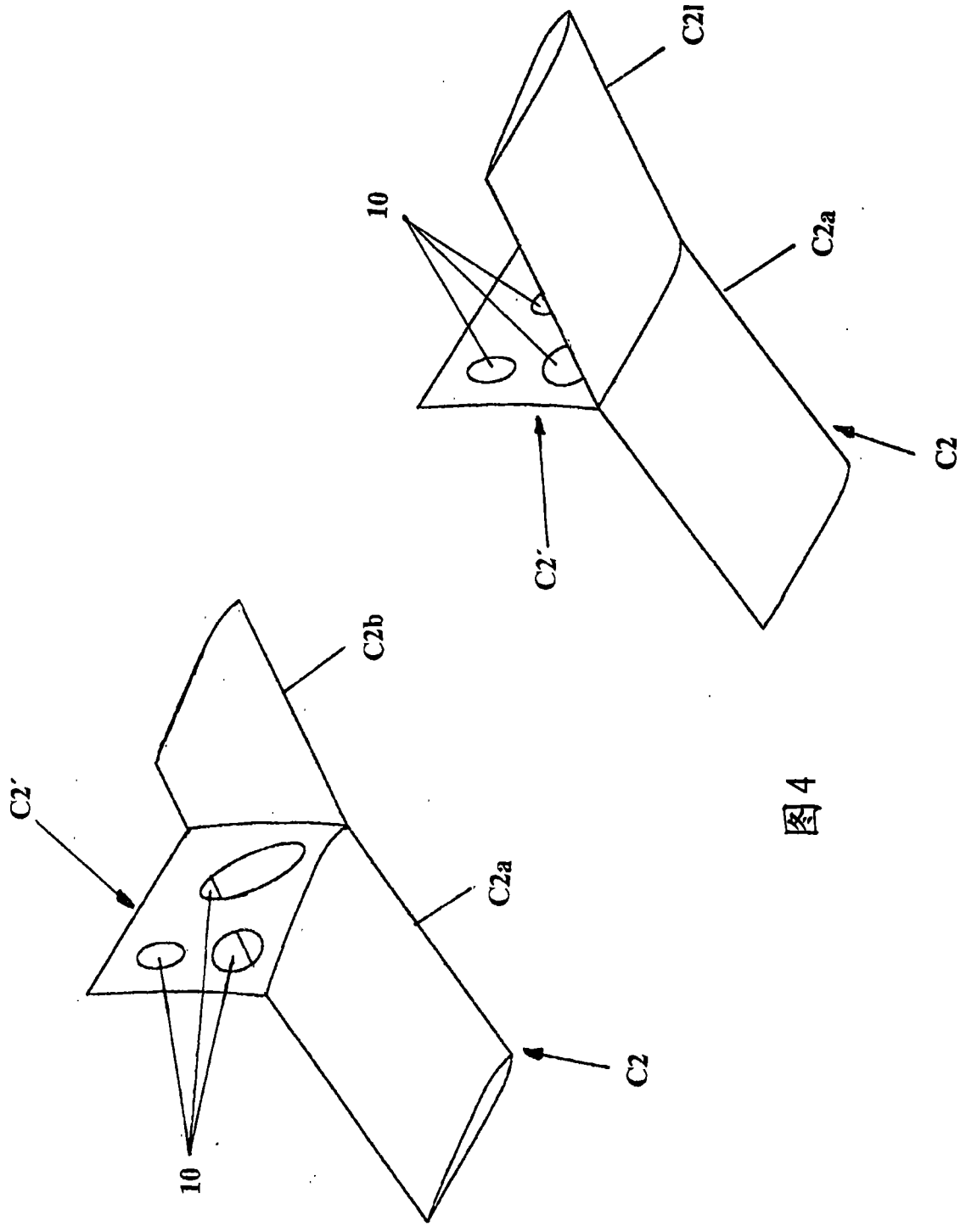


图4

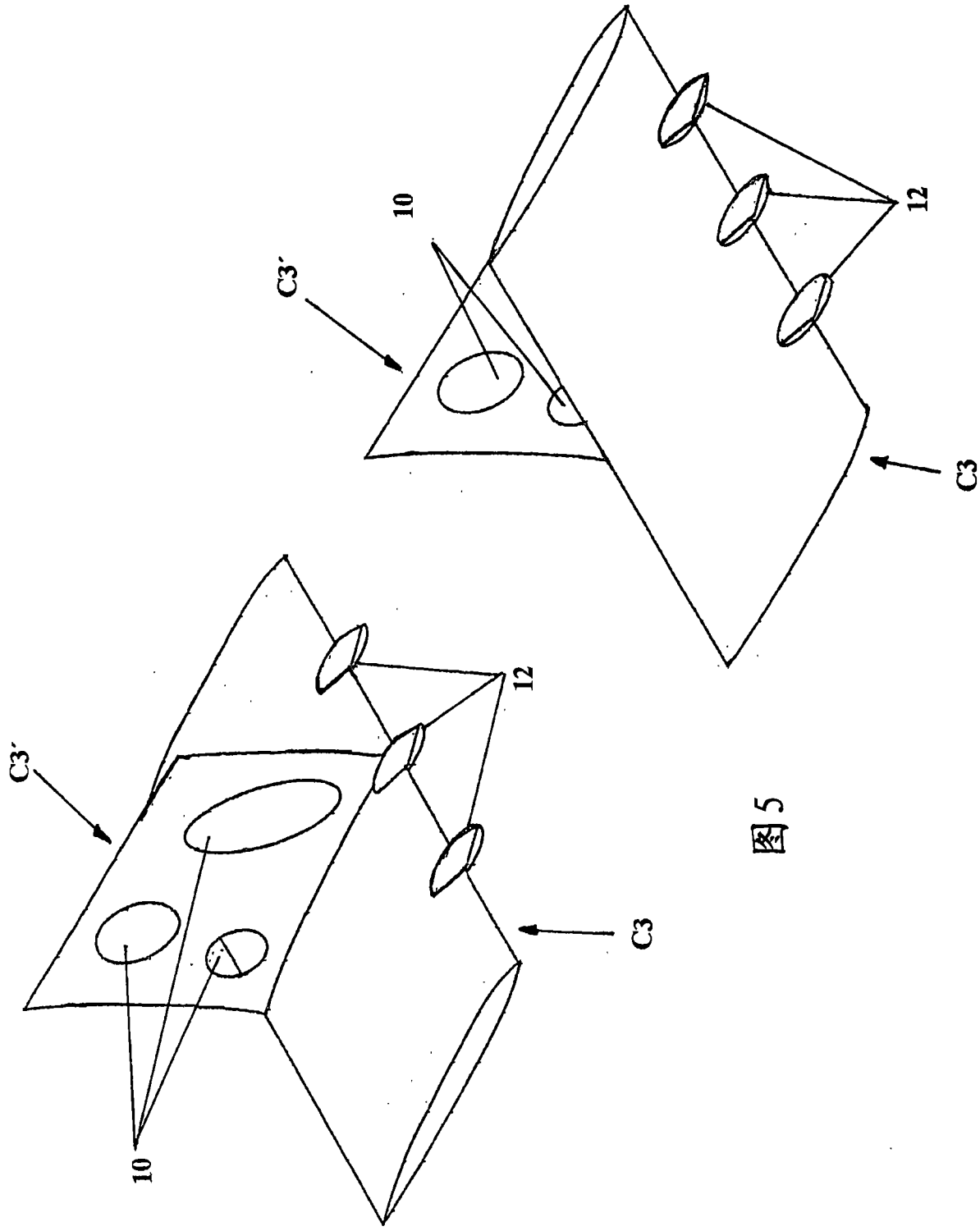


图5

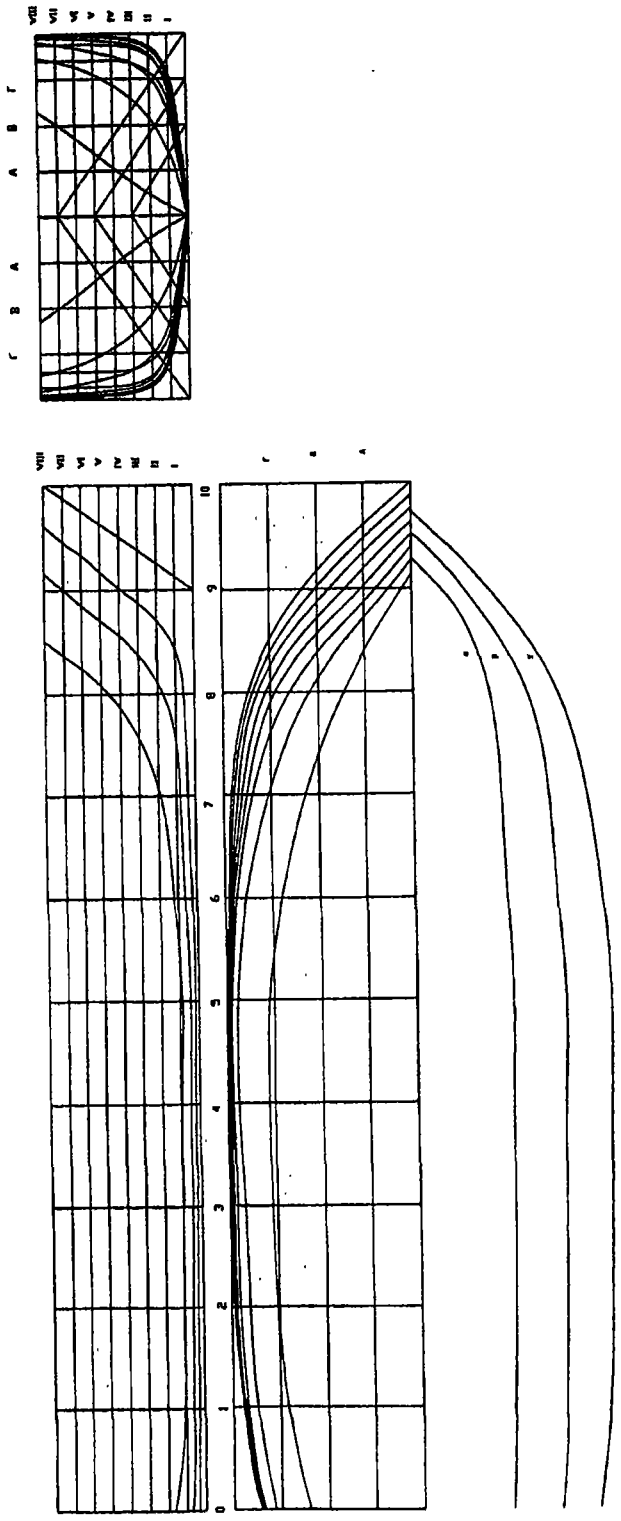


图6

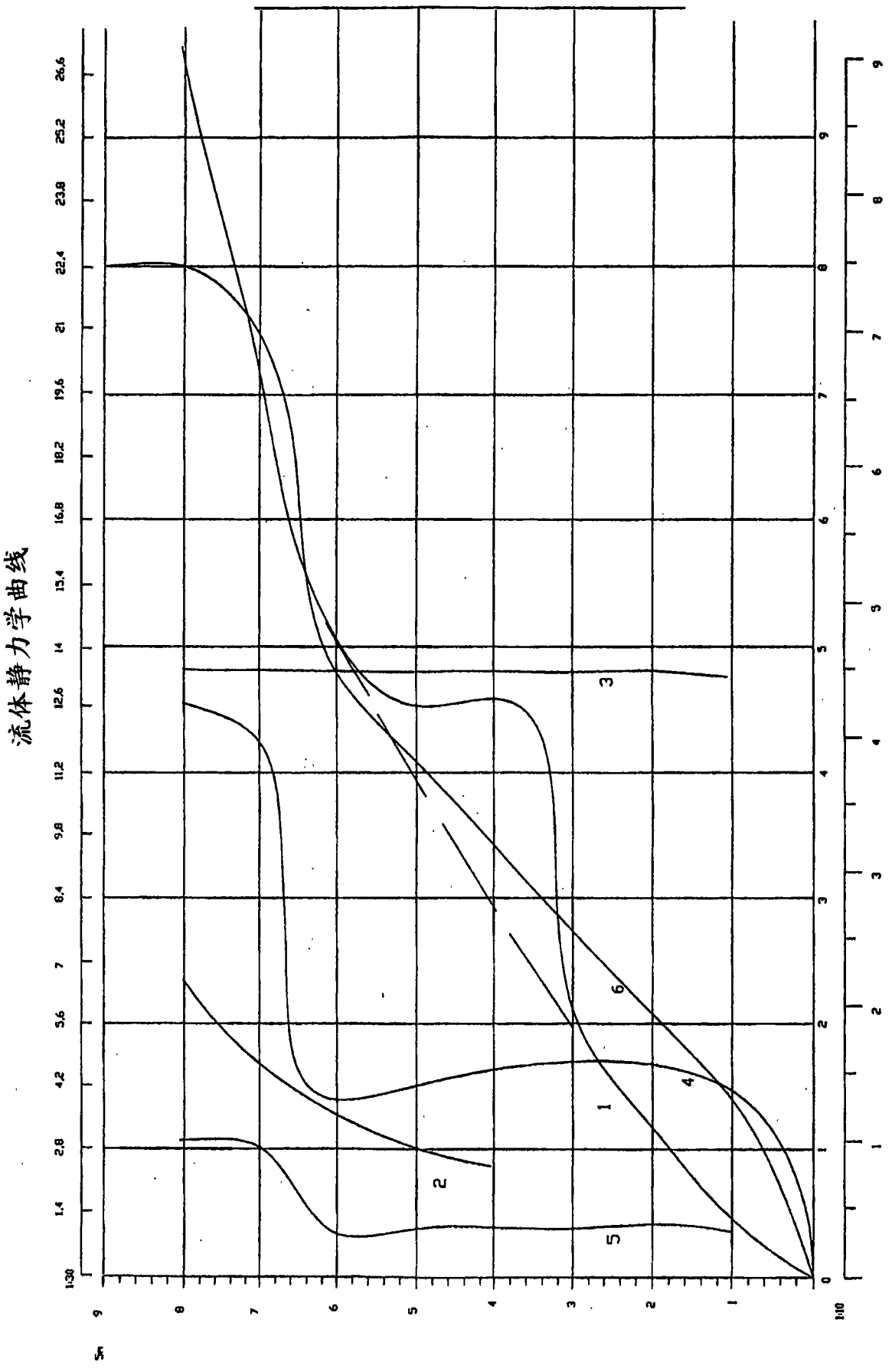

流体静力学曲线
1:30
1.4
2.8
4.2
5.6
7
8.4
9.8
11.2
12.6
14
15.4
16.8
18.2
19.6
21
22.4
23.8
25.2
26.6
1:10
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
1
2
3
4
5
6

图7

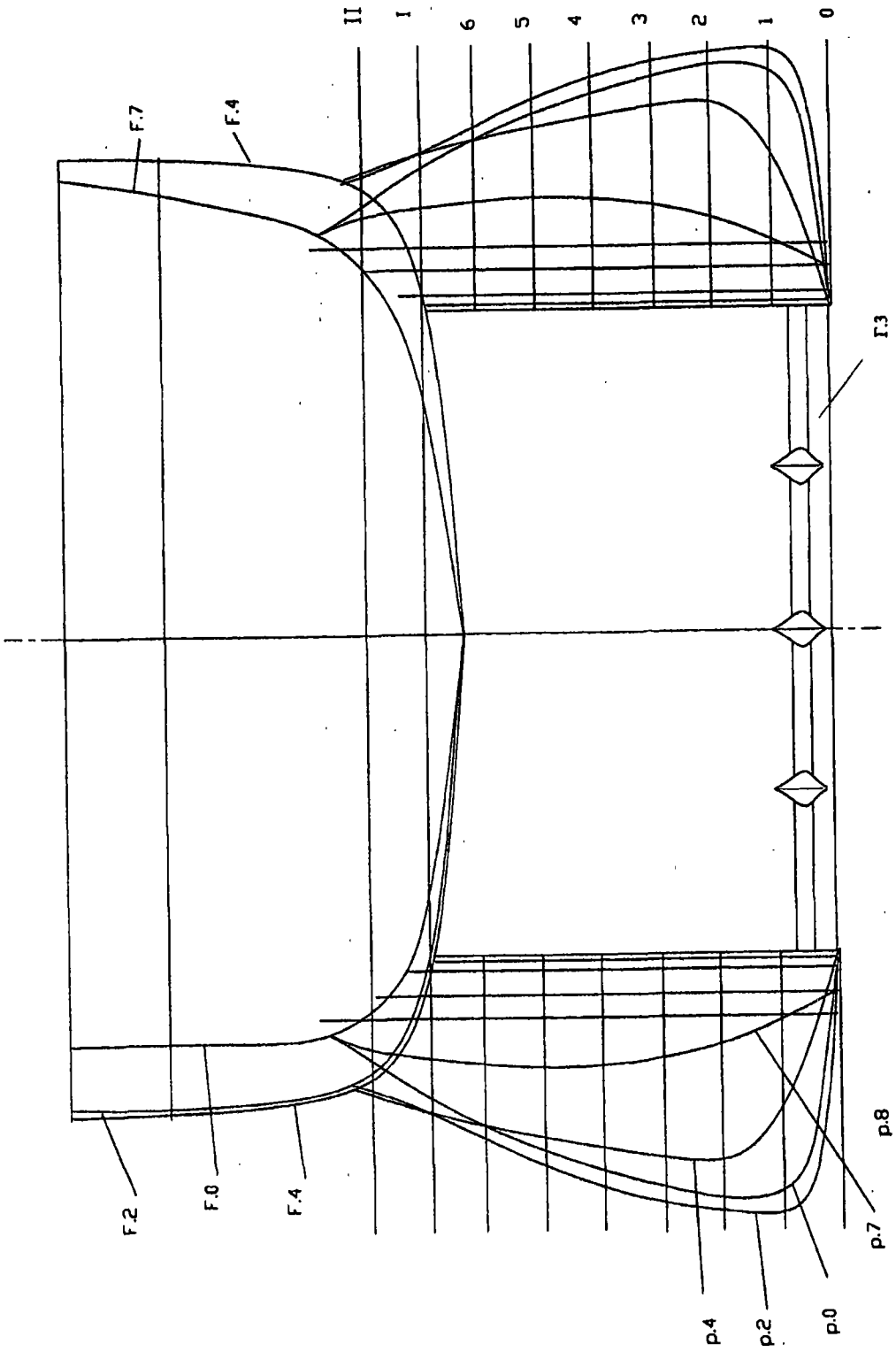


图8

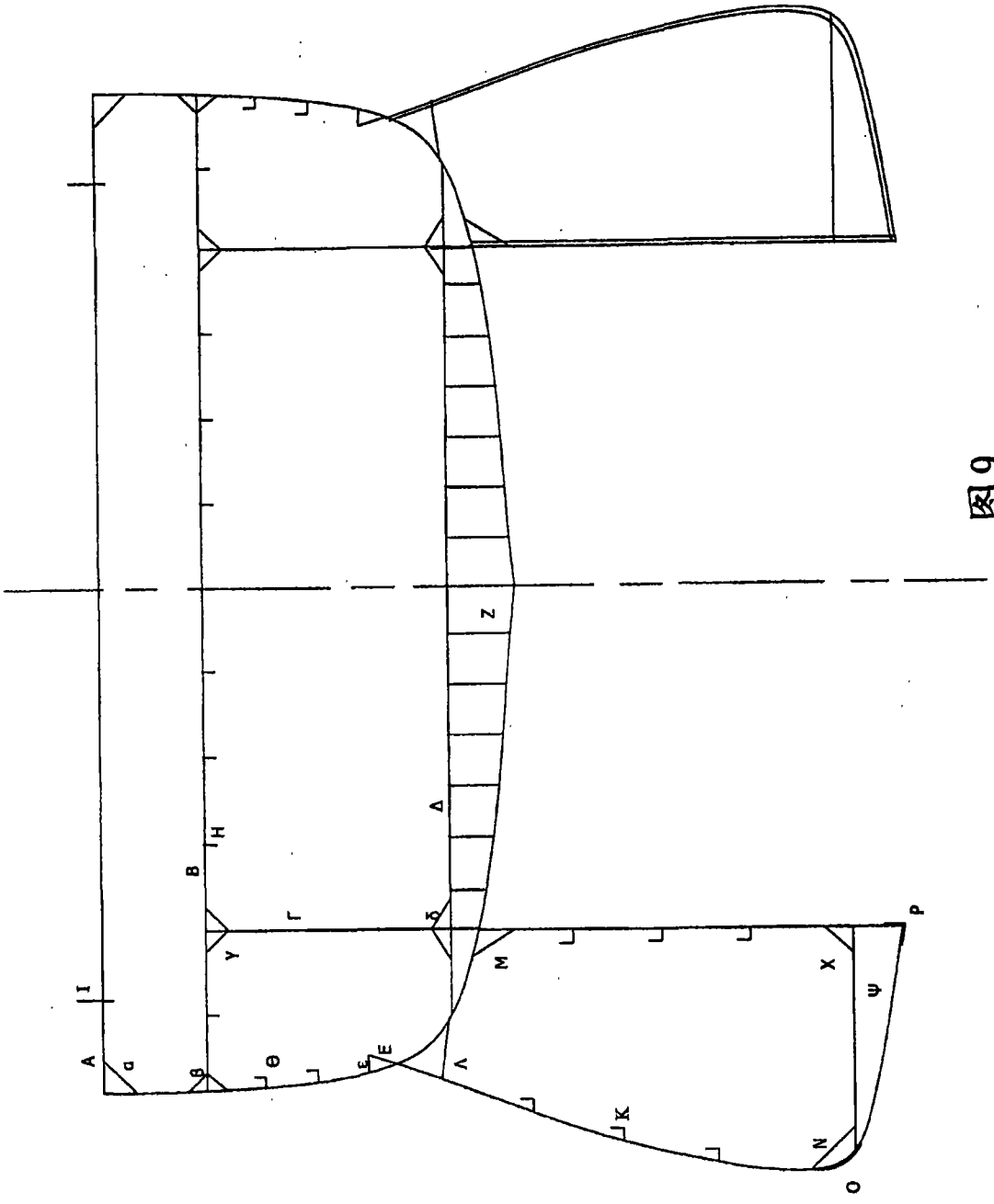


图9

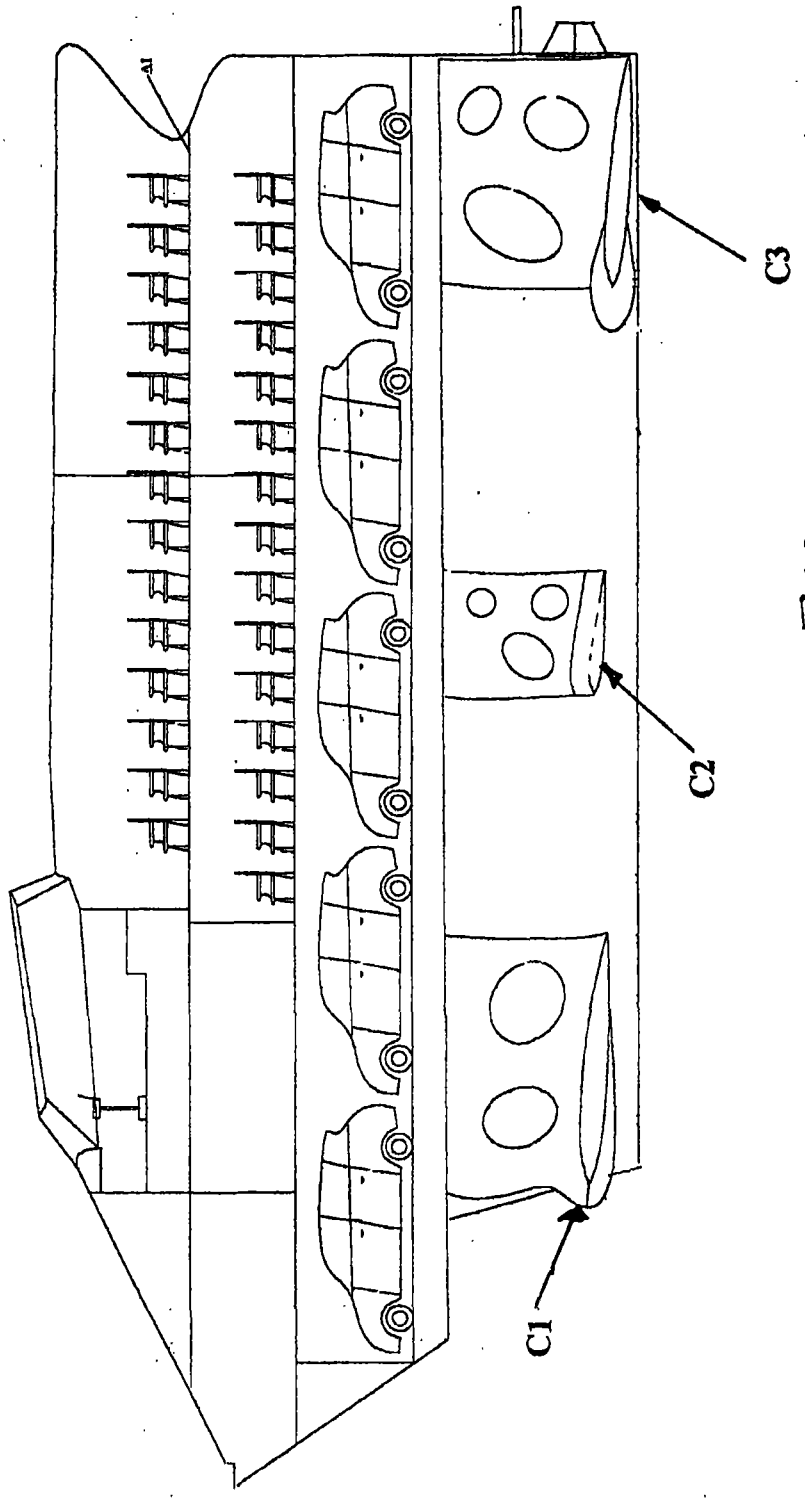


图10

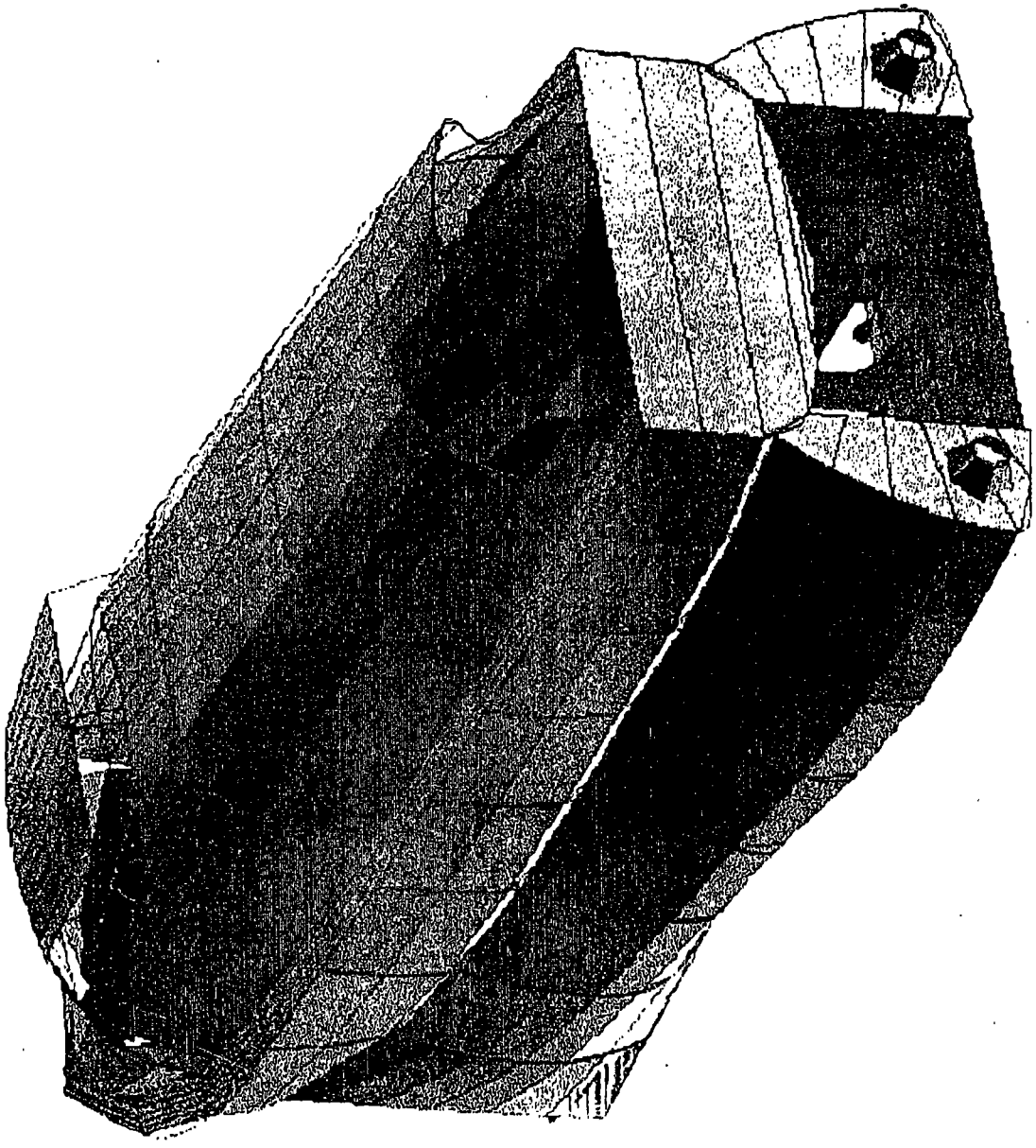


图11

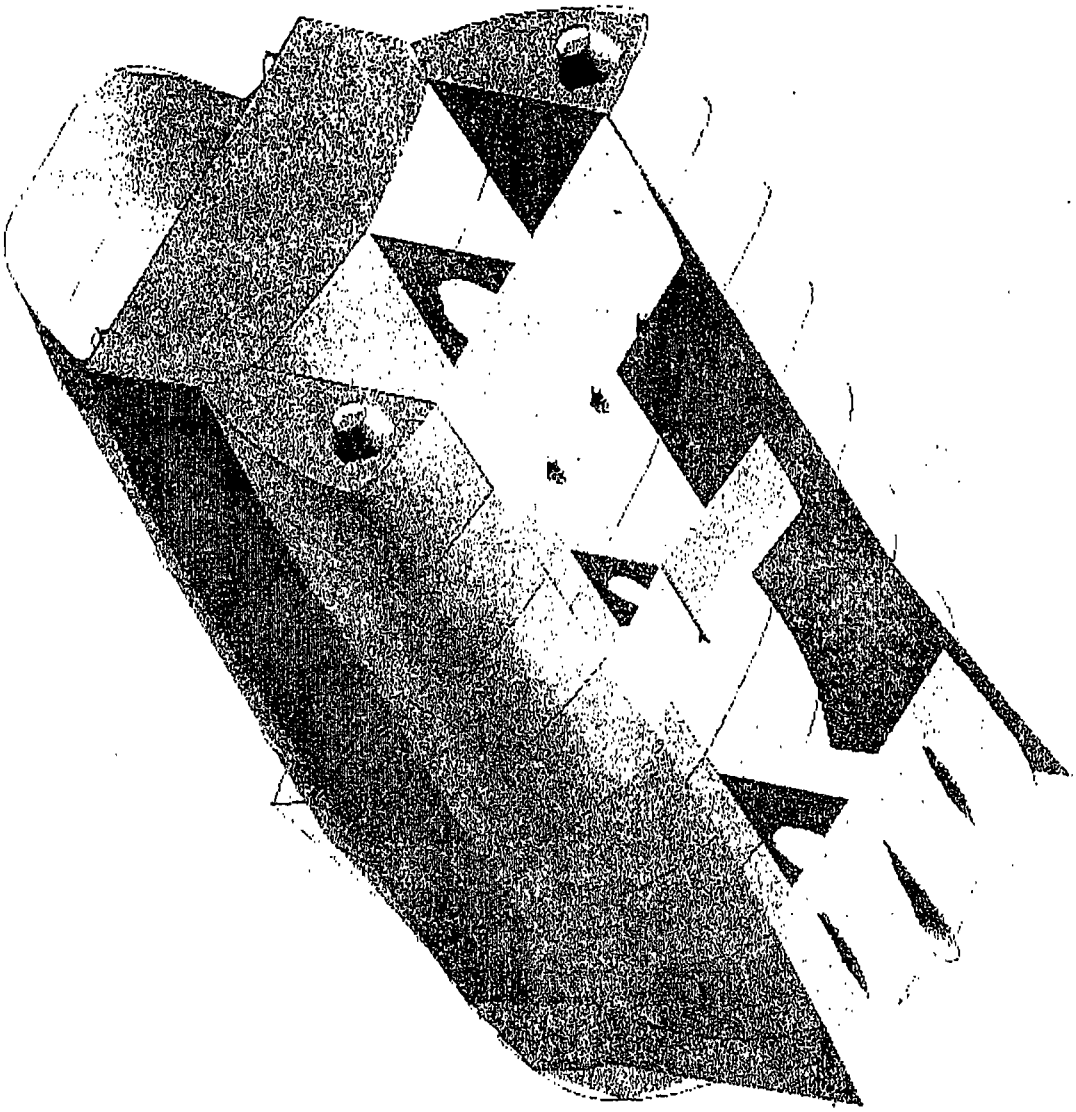


图12

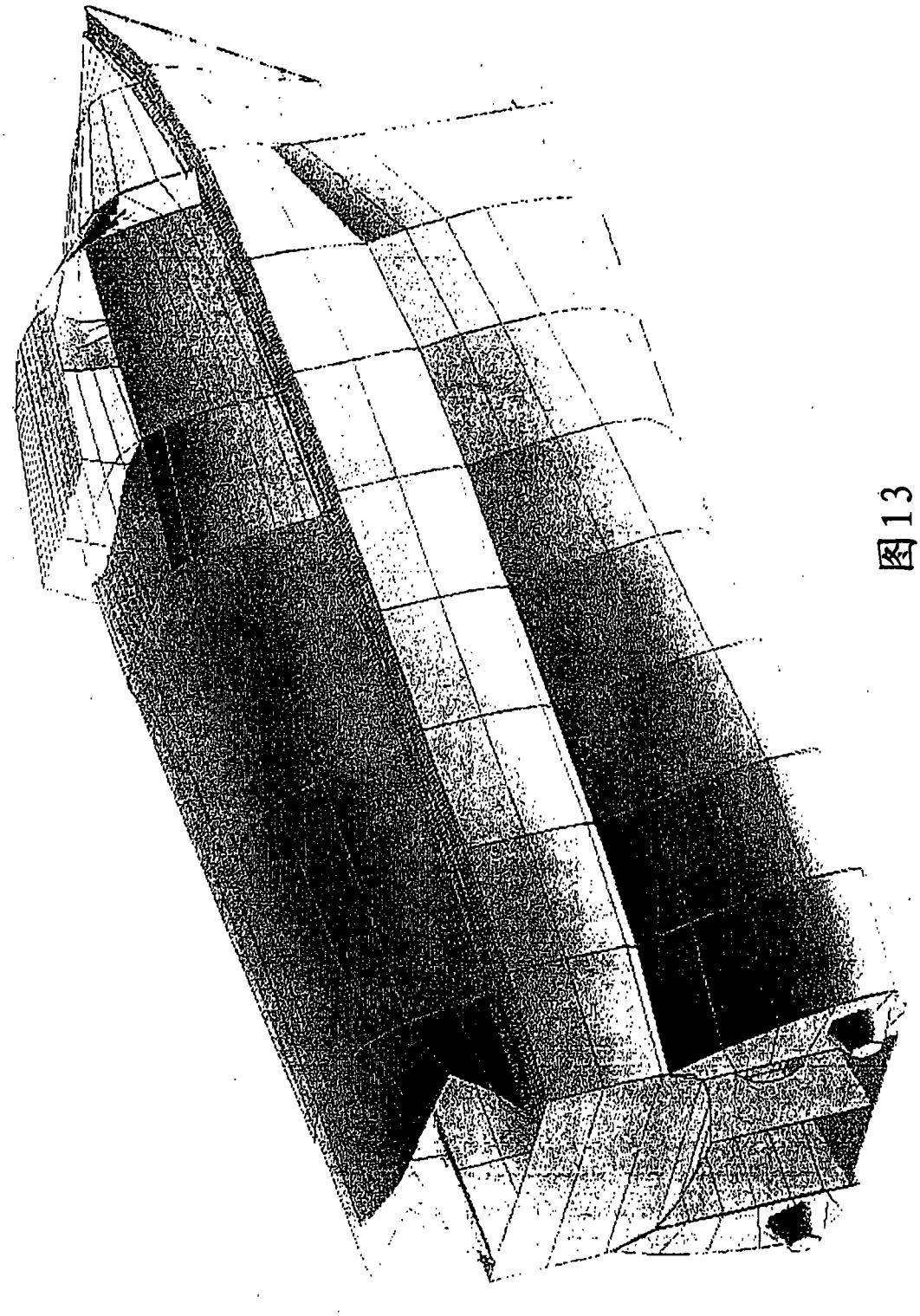


图13

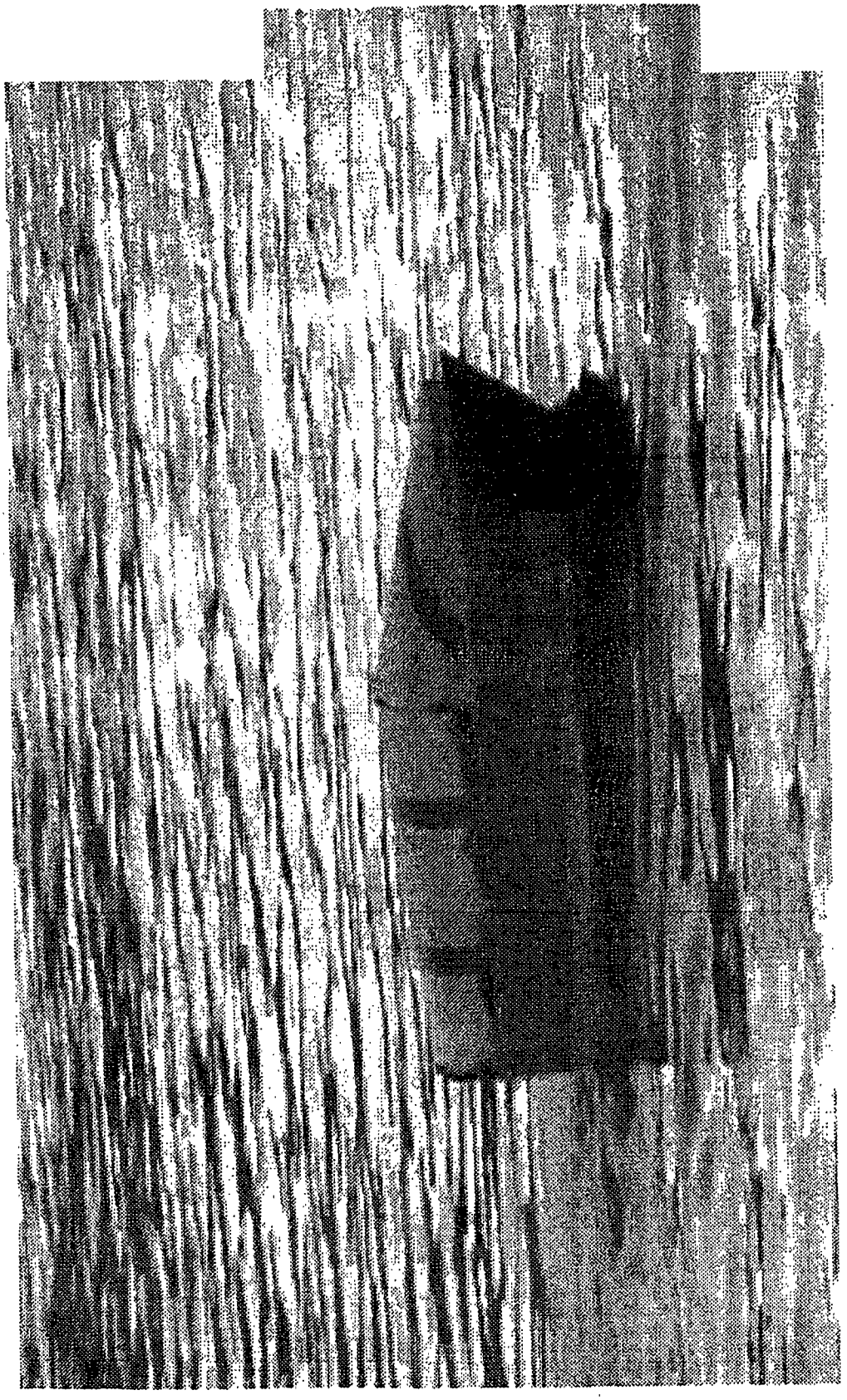


图14

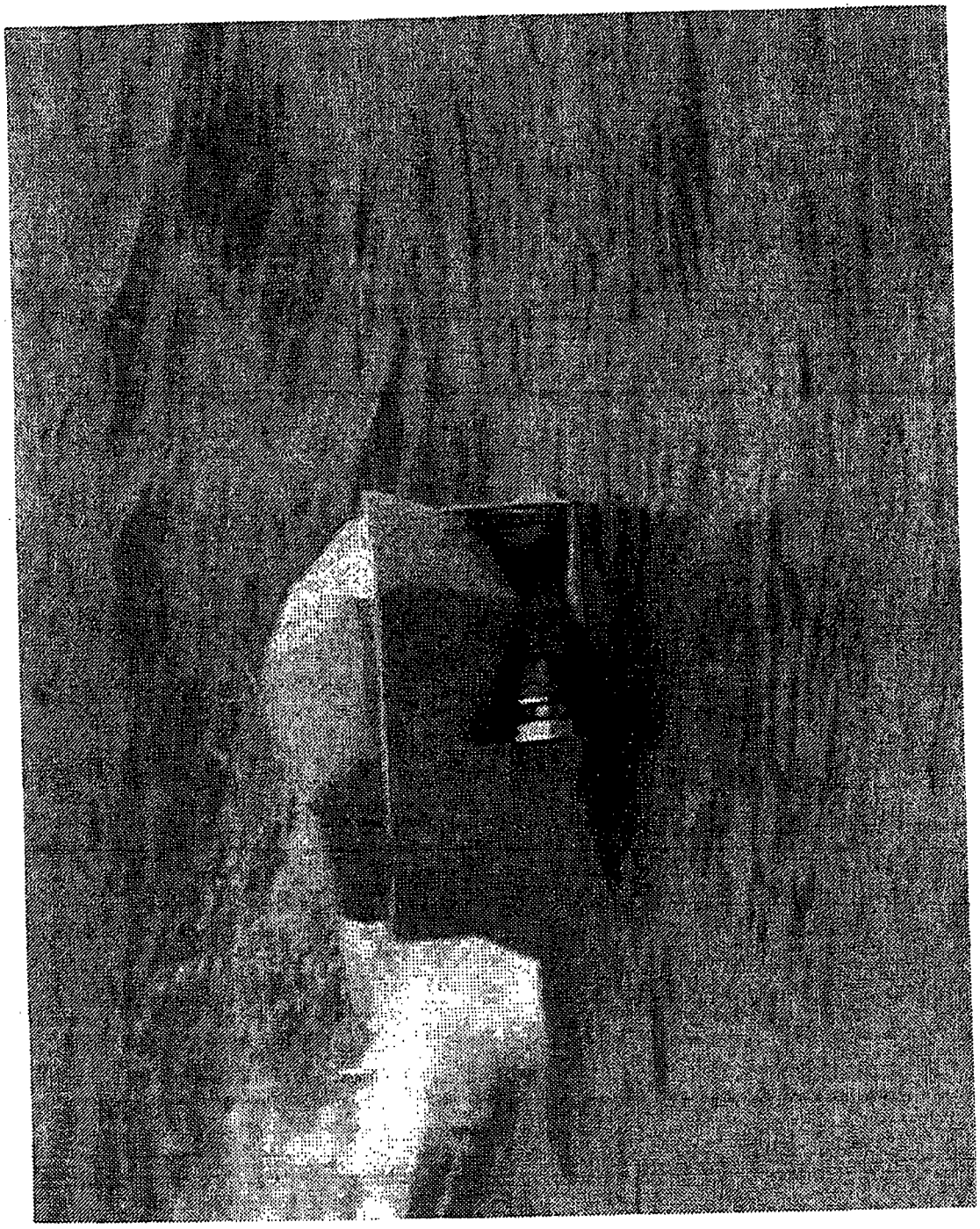


图15

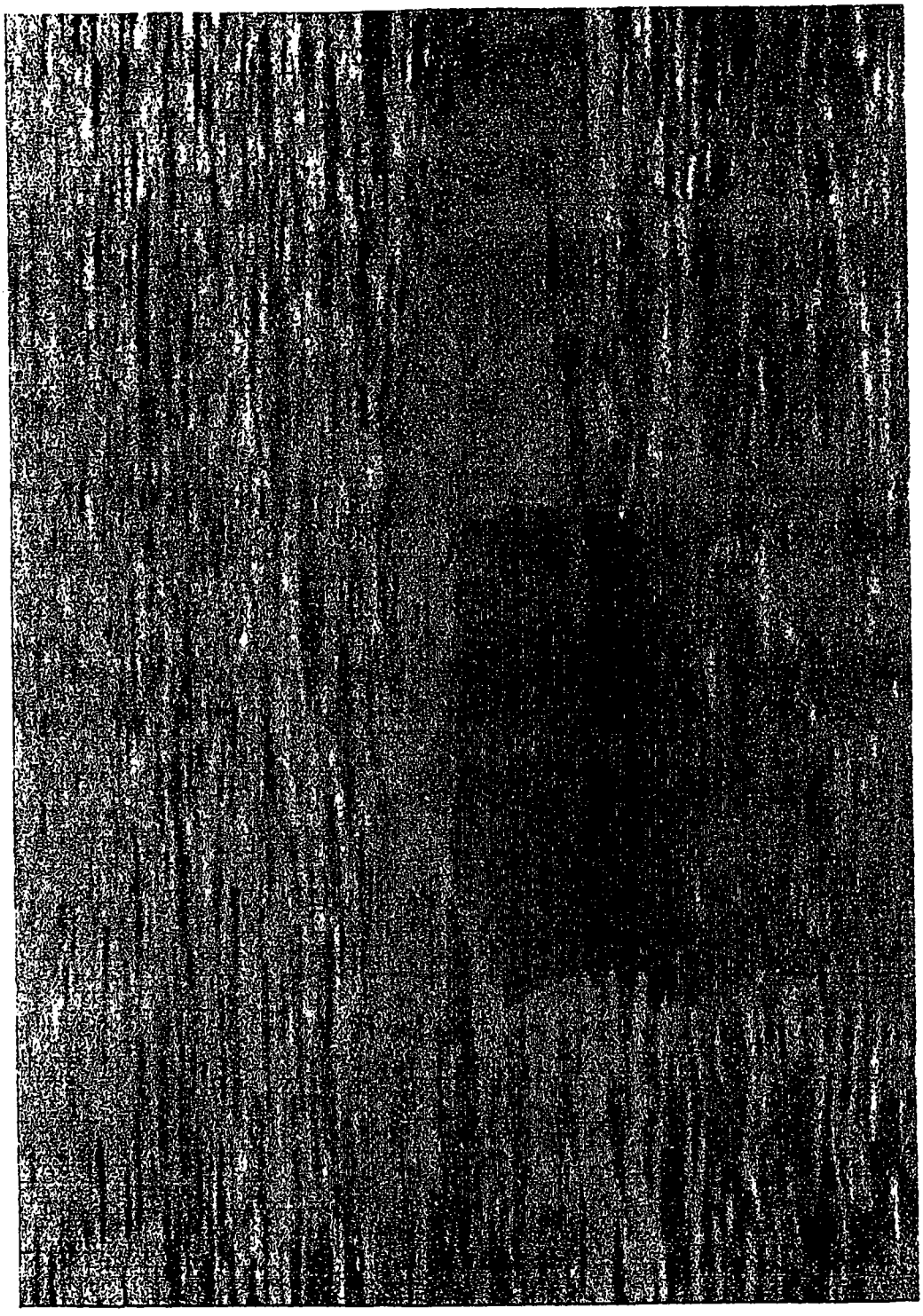


图16