

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B01F 5/00

C02F 1/32



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98810389.3

[45] 授权公告日 2004 年 5 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 1148252C

[22] 申请日 1998.9.21 [21] 申请号 98810389.3

[30] 优先权

[32] 1997.9.19 [33] US [31] 08/933,573

[86] 国际申请 PCT/US1998/019650 1998.9.21

[87] 国际公布 WO99/013975 英 1999.3.25

[85] 进入国家阶段日期 2000.4.20

[71] 专利权人 卡尔贡碳公司

地址 美国宾西法尼亚州

[72] 发明人 唐纳德·E·科马克

基思·G·伯彻

审查员 秦士魁

[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

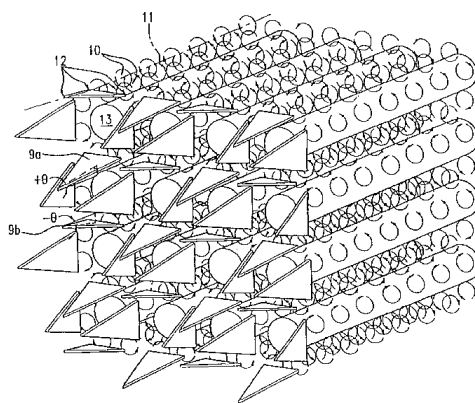
代理人 孙 征

权利要求书 12 页 说明书 11 页 附图 12 页

[54] 发明名称 改进的液体混合方法和装置

[57] 摘要

本发明提供了一种通过使流动流体穿过均匀的紫外灯阵列(3B)而对流体进行消毒的装置和方法,紫外灯阵列截面垂直于流体的流动方向,由此限定了流体流动通道(8)。在流体流动入口靠近每个灯(5)末端设置有三角形的三角翼,该三角翼有一个与流体流动方向呈斜角的表面。流动流体与每个三角翼的相互作用产生了一对旋涡(10),该对旋涡沿相同或相反的方向转动。这些逆向转动的旋涡(10)相互加强,随着它们沿流动通道(8)的移动,最大限度地减少混合强度的衰减。由于这种共同加强特性,逆向转动的旋涡(10)能更有效地混合流体,使UV消毒设备更有效地利用紫外光,并且促进化学反应中的热和/或质量传递。尽管本发明的描述是以UV灯消毒设备为特例,但是本专业普通技术人员应当理解,本发明同样可以用于其它希望增加流体混合效果的阵列流体流动设备。



知识产权出版社出版

ISSN 1008-4274

1. 一种混合至少一种流过一流体设备的流体的装置，包括：
 - A. 至少一第一部件，该部件在至少一个尺寸上有至少一个细长表面，其细长表面的轴线基本与上述流体流动方向一致；
 - B. 至少一第二部件，该部件有至少一个表面与上述基本上和流体流动方向一致的细长表面隔开；其特征在于至少一个上述第二部件的至少一个表面设置成与流体相互作用，在上述流体中产生至少一个旋涡，旋涡的转动轴线基本与上述流体流动方向一致，并且能沿流体流动方向保持旋涡。
2. 如权利要求1所述的装置，其中上述第二部件的成形表面是三角形。
3. 如权利要求1所述的装置，其中上述第二部件的成形表面与上述流体流的方向有一斜角。
4. 如权利要求1所述的装置，其中至少产生两个旋涡，每个上述旋涡沿着相同的方向转动。
5. 如权利要求1所述的装置，其中至少产生两个旋涡，每个上述旋涡沿着彼此相反的方向转动。
6. 如权利要求1所述的装置，其中上述流体设备引发了上述流体内的一个化学反应。
7. 如权利要求6所述的装置，其中上述化学反应进行上述流体的消毒。
8. 如权利要求7所述的装置，其中上述流体设备通过使用紫外线辐射来进行上述消毒。
9. 如权利要求8所述的装置，其中上述第一部件包括产生上述紫外线辐射的灯。
10. 如权利要求9所述的装置，其中上述灯由包含石英的材料制成。
11. 一种混合至少一种流过流体设备的流体的装置，包括：

A. 一个第一部件间隔排列的阵列，每个部件在至少一个尺寸上有至少一个细长表面，其细长表面的轴线基本与上述流体流动方向一致；

B. 多个第二部件，每个部件有至少一个表面与上述基本上和流体流动方向一致的细长表面隔开；

其特征在于至少一个上述第二部件的至少一个表面设置成与流体相互作用，在上述流体中产生至少一个旋涡，旋涡的转动轴线基本与上述流体流动方向一致。

12. 如权利要求11所述的装置，其中至少产生两个旋涡，每个旋涡沿着相同的方向转动。

13. 如权利要求11所述的装置，其中至少产生两个旋涡，每个旋涡沿着彼此相反的方向转动。

14. 如权利要求 11 所述的装置，其中上述第二部件的上述成形表面是三角形。

15. 如权利要求11所述的装置，其中上述第二部件的上述成形表面与上述流体流的方向有一斜角。

16. 如权利要求15所述的装置，其中上述第二部件成对布置，在上述对中的每个部件的上述成形表面的上述角度基本上大小相等并且基本上相反地倾斜。

17. 如权利要求11所述的装置，其中至少产生一对旋涡，每个旋涡沿着彼此相反的方向转动。

18. 如权利要求11所述的装置，其中至少产生两对旋涡，一对旋涡中的每个旋涡沿着相同的方向转动，而另一对旋涡中的每个旋涡沿着彼此相反的方向转动。

19. 如权利要求11所述的装置，其中上述阵列是均匀的。

20. 如权利要求11所述的装置，其中上述阵列是不均匀的。

21. 如权利要求11所述的装置，其中还包括一隔开排列的、散置在上述第一部件之间的第三部件阵列，每个部件在至少一个尺寸上有至少一个细长表面，其细长表面的轴线基本上与上述流体流的方向一致。

22. 如权利要求21所述的装置, 其中上述第三部件的上述轴线基本排列成正方形。

23. 如权利要求21所述的装置, 其中上述第三部件的上述成形允许从上述设备上拆下上述部件。

24. 如权利要求21所述的装置, 其中, 上述第二部件的成形表面与上述流体流动方向有一斜角。

25. 如权利要求24所述的装置, 其中旋涡的中心轴线的位置取决于上述成形表面的上述倾角的大小。

26. 如权利要求25所述的装置, 其中上述中心轴线距离上述第三部件的距离大约为上述倾角的一半。

27. 如权利要求25所述的装置, 其中旋涡的中心轴线相对于上述第三部件的位置取决于上述成形表面的上述倾角以及上述第一部件与上述第三部件的间隔大小。

28. 如权利要求11所述的装置, 其中上述第一部件的上述轴线基本排列成正方形。

29. 如权利要求11所述的装置, 其中上述流体设备在上述流体内引发了化学反应。

30. 如权利要求29所述的装置, 其中上述化学反应对上述流体进行消毒。

31. 如权利要求30所述的装置, 其中上述流体设备通过使用紫外线辐射来进行上述消毒。

32. 如权利要求31所述的装置, 其中上述第一部件包括产生上述紫外线辐射的灯。

33. 如权利要求32所述的装置, 其中上述灯由包含石英的材料制成。

34. 如权利要求11所述的装置, 其中至少三个上述第一部件的上述轴线基本排列成三角形。

35. 如权利要求34所述的装置, 其中进一步包括一个隔开排列的、散置在上述第一部件之间的第三部件阵列, 每个部件在至少一个尺寸

上有至少一个细长表面，其细长表面的轴线基本与上述流体流动方向一致。

36. 如权利要求35所述的装置，其中上述第二部件布置成能产生偶数个靠近每个上述第一部件的旋涡。

37. 如权利要求11所述的装置，其中上述阵列位于一个连续流动区。

38. 如权利要求21或22所述的装置，其中上述第二部件布置成在上述每个第一部件附近能产生8个旋涡，每个旋涡都邻近至少一个其它上述第一部件以及至少一个上述第三部件。

39. 如权利要求38所述的装置，其中至少一个上述旋涡沿与所有其它旋涡相反的方向转动。

40. 如权利要求38所述的装置，其中每个上述旋涡沿与其它所有邻近旋涡相反的方向转动。

41. 如权利要求38所述的装置，其中每个上述旋涡都沿与至少一个其它旋涡相反的方向转动。

42. 如权利要求11或34所述的装置，其中上述第二部件布置成在上述每个第一部件附近能产生6个旋涡。

43. 如权利要求42所述的装置，其中每个上述旋涡都沿与至少一个其它旋涡相反的方向转动。

44. 如权利要求42所述的装置，其中至少一个上述旋涡沿与所有其它旋涡相反的方向转动。

45. 如权利要求42所述的装置，其中每个上述旋涡沿与其它所有邻近旋涡相反的方向转动。

46. 如权利要求1或11所述的装置，其中进一步包括与每个上述第一部件隔开设置的两个上述第二部件。

47. 如权利要求1或11所述的装置，其中进一步包括与每个上述第一部件隔开设置的四个上述第二部件。

48. 如权利要求1或11所述的装置，其中旋涡中心轴线距上述第二部件成形表面末端的距离取决于上述成形表面一侧的宽度。

49. 如权利要求48所述的装置, 其中上述中心轴线距上述成形表面末端的距离大约为上述成形表面该侧宽度的四分之一。

50. 如权利要求1或11所述的装置, 其中上述第一部件的成形允许从上述设备上拆下上述第一部件。

51. 如权利要求1或11所述的装置, 其中上述第二部件选自挡板、螺旋桨和梯形水管。

52. 如权利要求1或11所述的装置, 其中上述间隔使上述第二部件位于上述第一部件的上游。

53. 如权利要求1或11所述的装置, 其中上述间隔使上述第二部件的位置靠近上述第一部件的上述细长表面。

54. 如权利要求1或11所述的装置, 其中至少一个上述第二部件成形为上述旋涡的至少一个旋涡能在整个流体流动期间持续保持。

55. 如权利要求1或11所述的装置, 其中每个上述第二部件都安装在一个上述第一部件上。

56. 如权利要求3或15所述的装置, 其中旋涡中心轴线的位置取决于上述成形表面的上述斜角。

57. 如权利要求56所述的装置, 其中上述中心轴线距上述第一部件的距离大约是上述斜角的一半。

58. 如权利要求56所述的装置, 其中上述旋涡中心轴线相对于上述第一部件的位置取决于上述成形表面的上述斜角和上述第一部件距上述第二部件的距离。

59. 如权利要求11或28所述的装置, 其中上述第二部件布置成在上述每个第一部件附近能产生8个旋涡, 每个旋涡都邻近至少一个其它第一部件。

60. 如权利要求59所述的装置, 其中每个上述旋涡沿着与至少一个其它旋涡相反的方向转动。

61. 如权利要求59所述的装置, 其中至少一个上述旋涡沿着与所有其它旋涡相反的方向转动。

62. 如权利要求59所述的装置，其中每个上述旋涡沿着与所有其它相邻的旋涡相反的方向转动。

63. 如权利要求1、11、34、35或36所述的装置，其中每个上述旋涡沿着与至少一个其它旋涡相反的方向转动。

64. 如权利要求1、11、22、28、34、35或36所述的装置，其中至少一个上述旋涡沿着与所有其它旋涡相反的方向转动。

65. 如权利要求1、11、34、35或36所述的装置，其中每个上述旋涡沿着与所有其它邻近旋涡相反的方向转动。

66. 一种用于混合流经具有至少一个细长辐射源的流体辐射处理设备的流体的方法，所述方法包括以下步骤：

将第一部件浸在所述流体流中，所述第一部件的纵向轴线基本上与所述流体流的方向一致，所述第一部件包括至少一个细长辐射源；

使第二部件与第一部件相连，所述第二部件具有与所述第一部件成间隔关系设置的产生旋涡的成形表面；

使所述产生旋涡的成形表面取向成与所述流体流接触，在该流体中产生出至少一个旋涡；

使至少一个旋涡绕着基本上与所述流体流的方向一致的轴线转动；

使所述至少一个旋涡持续到所述第二部件的下游。

67. 如权利要求66所述的方法，其中所述第二部件的所述成形表面是三角形。

68. 如权利要求66所述的方法，其中所述第二部件的所述成形表面与所述流体流的方向有一斜角。

69. 如权利要求66所述的方法，其中产生至少两个所述旋涡，每个所述旋涡沿着相同的方向转动。

70. 如权利要求66所述的方法，其中产生至少两个所述旋涡，每个所述旋涡沿着彼此相反的方向转动。

71. 如权利要求66所述的方法，其中所述流体设备在所述流体内引发化学反应。

72. 如权利要求66所述的方法，其中所述流体设备对所述流体进行消毒。

73. 如权利要求72所述的方法，其中所述流体设备通过使用紫外线辐射来进行所述消毒。

74. 如权利要求73所述的方法，其中所述第一部件包括产生所述紫外线辐射的灯。

75. 如权利要求74所述的方法，其中所述灯由包含石英的材料制成。

76. 一种用于混合至少一种流经具有一排细长辐射源的流体辐射处理设备的流体的方法，所述方法包括以下步骤：

将一排间隔开的第一部件阵列浸在所述流体流中，每个所述第一部件的纵向轴线基本上与所述流体流的方向一致，每个所述第一部件包括其中一个细长辐射源；

将多个第二部件设置在流体流中，每个第二部件对应于所述第一部件中的一个，每个第二部件具有与所述相应的第一部件成间隔关系设置的产生旋涡的成形表面；

使所述产生旋涡的成形表面取向成与所述流体流接触，在该流体中产生出多个旋涡；

使每个旋涡绕着基本上与所述流体流的方向一致的轴线转动；

使每个旋涡持续到所述第二部件的下游。

77. 如权利要求76所述的方法，其中产生至少两个旋涡，每个旋涡沿着相同的方向转动。

78. 如权利要求76所述的方法，其中产生至少两个旋涡，所述旋涡沿着彼此相反的方向转动。

79. 如权利要求76所述的方法，其中所述第二部件的所述成形表面是三角形。

80. 如权利要求76所述的方法，其中所述第二部件的所述成形表面与所述流体流的方向有一斜角。

81. 如权利要求80所述的方法,其中所述第二部件是成对布置的,在所述对中的每个部件的所述成形表面的所述斜角基本上大小相等并且基本上相反地倾斜。

82. 如权利要求76所述的方法,其中产生至少一对旋涡,在所述对中的所述旋涡沿着彼此相反的方向转动。

83. 如权利要求76所述的方法,其中产生至少两对旋涡,在一对中的旋涡沿着相同的方向转动,而所述另一对的旋涡沿着彼此相反的方向转动。

84. 如权利要求76所述的方法,其中所述阵列是均匀的。

85. 如权利要求76所述的方法,其中所述阵列是不均匀的。

86. 如权利要求76所述的方法,还包括一隔开排列的、散置在上述第一部件之间的第三部件阵列,每个第三部件在一个尺寸上有一个细长表面,所述细长表面的轴线基本上与所述流体流的方向一致。

87. 如权利要求86所述的方法,其中所述第三部件的所述轴线基本上布置成正方形。

88. 如权利要求87所述的方法,其中所述第二部件的所述成形表面与所述流体流的方向有一斜角。

89. 如权利要求88所述的方法,其中所述中心轴线与所述第三部件的距离大约为所述倾角的大小的一半。

90. 如权利要求88所述的方法,其中旋涡的中心轴线相对于所述第三部件的位置在空间上取决于所述成形表面的所述斜角的大小以及所述第一部件与所述第三部件的距离。

91. 如权利要求88所述的方法,其中旋涡的中心轴线的位置在空间上取决于所述成形表面的所述斜角的大小。

92. 如权利要求86所述的方法,其中所述第三部件成形为允许从所述设备中将所述部件拆除。

93. 如权利要求76所述的方法,其中所述第一部件的所述轴线基本上布置成正方形。

94. 如权利要求76所述的方法, 其中所述流体设备在所述流体内引发化学反应。

95. 如权利要求76所述的方法, 其中所述流体设备对所述流体进行消毒。

96. 如权利要求95所述的方法, 其中所述流体设备通过使用紫外线辐射来进行所述消毒。

97. 如权利要求96所述的方法, 其中所述第一部件包括产生所述紫外线辐射的灯。

98. 如权利要求97所述的方法, 其中所述灯由包含石英的材料制成。

99. 如权利要求76所述的方法, 其中所述阵列位于连续流的区域中。

100. 如权利要求66或79所述的方法, 其中还包括与每个所述第一部件成间隔关系的两个所述第二部件。

101. 如权利要求66或76所述的方法, 还包括与每个所述第一部件成间隔关系的四个所述第二部件。

102. 如权利要求66或76所述的方法, 其中旋涡的中心轴线离所述第二部件的所述成形表面的顶端的距离在空间上取决于所述成形表面的一个侧面的宽度。

103. 如权利要求102所述的方法, 其中所述中心轴线与所述成形表面的顶端的距离大约为所述成形表面的所述侧面的宽度的1/4。

104. 如权利要求66或76所述的方法, 其中所述第一部件成形为允许从所述设备中将所述第一部件拆除。

105. 如权利要求66或76所述的方法, 其中该装置还包括用于在所述流体处理设备中悬吊至少一个所述第一部件的支撑件, 所述支撑件包括:

(a) 第一部分, 至少一个所述第一部件安装在其上;

(b) 第二部分, 所述第一部分安装在其上;

(c) 第三部分, 该部分将所述第二部分安装在位于所述流体处理设备外面的结构上并且构成用来锚固所述支撑件;

其中所述第三部分转动以允许在所述流体处理设备内安装或拆卸所述第一部件。

106. 如权利要求66或76所述的方法, 其中所述第二部件选自导流板、螺旋桨和梯形水管。

107. 如权利要求66或76所述的方法, 其中所述间隔关系是所述第二部件位于所述第一部件上游。

108. 如权利要求66或76所述的方法, 其中所述间隔关系是所述第二部件位于所述第一部件的所述细长表面附近。

109. 如权利要求76所述的方法, 其中所述至少三个所述第一部件的所述轴线基本上布置成三角形。

110. 如权利要求109所述的方法, 其中还包括一隔开排列的、散置在上述第一部件之间的第三部件阵列, 每个第三部件在一个尺寸上有细长的表面, 所述细长表面的轴线基本上与所述流体流的方向一致。

111. 如权利要求110所述的方法, 其中所述第二部件布置成在每个所述第一部件附近产生偶数个旋涡。

112. 如权利要求111所述的方法, 其中所有涡流沿着相同的方向转动。

113. 如权利要求66或76所述的方法, 其中至少一个所述第二部件的所述形状和取向设定成至少一个所述旋涡应该基本上在所述流体流的整个时期持续。

114. 如权利要求66或76所述的方法, 其中每个所述第二部件安装在所述第一部件中的一个上。

115. 如权利要求114所述的方法, 其中该设备还包括用于在所述流体处理设备中悬吊至少一个所述第一部件的支撑件, 所述支撑件包括:

(a) 第一部分, 至少一个所述第一部件安装在其上;

(b) 第二部分, 所述第一部分安装在其上;

(c)第三部分,该部分将所述第二部分安装在位于所述流体处理设备外面的结构上并且构成用来锚固所述支撑件;

其中所述第三部分转动以允许在所述流体处理设备内安装或拆卸所述第一部件。

116. 如权利要求68或80所述的方法,其中旋涡的中心轴线的位置取决于所述成形表面的所述斜角的大小。

117. 如权利要求116所述的方法,其中所述中心轴线设置成其与所述第一部件的距离大致为所述斜角的大小的一半。

118. 如权利要求116所述的方法,其中旋涡的中心轴线相对于所述第一部件的位置取决于所述成形表面的所述斜角的大小和所述第一部件离所述第二部件的距离。

119. 如权利要求76或93所述的方法,其中所述第二部件布置成在每个所述第一部件附近产生八个旋涡,每个所述旋涡位于至少一个另一个所述第一部件附近。

120. 如权利要求119所述的方法,其中所有所述旋涡沿着与至少一个其它旋涡相反的方向转动。

121. 如权利要求119所述的方法,其中所有所述旋涡沿着相同的方向转动。

122. 如权利要求119所述的方法,其中至少一个所述旋涡沿着与所有其它旋涡相反的方向转动。

123. 如权利要求119所述的方法,其中每个所述旋涡沿着与所有其它相邻旋涡相反的方向转动。

124. 如权利要求86或87所述的方法,其中所述第二部件布置成在每个所述第一部件附近产生八个旋涡,每个所述旋涡靠近至少一个其它第一部件并且靠近至少一个所述第三部件。

125. 如权利要求124所述的方法,其中每个所述旋涡沿着与至少一个其它旋涡相反的方向转动。

126. 如权利要求124所述的方法,其中所有所述旋涡沿着相同的方向转动。

127. 如权利要求124所述的方法, 其中至少一个所述旋涡沿着与所有其它旋涡相反的方向转动。

128. 如权利要求124所述的方法, 其中每个所述旋涡沿着与所有其它相邻旋涡相反的方向转动。

129. 如权利要求76或109所述的方法, 其中所述第二部件布置成在每个所述第一部件附近产生六个旋涡。

130. 如权利要求129所述的方法, 其中每个所述旋涡沿着与至少一个其它旋涡相反的方向转动。

131. 如权利要求129所述的方法, 其中所有所述旋涡沿着相同的方向转动。

132. 如权利要求129所述的方法, 其中至少一个所述旋涡沿着与所有其它旋涡相反的方向转动。

133. 如权利要求129所述的设备, 其中每个所述旋涡沿着与所有其它相邻旋涡相反的方向转动。

134. 如权利要求66、76、87、93、109、110或111所述的方法, 其中至少一个所述旋涡沿着与所有其它旋涡相反的方向转动。

135. 如权利要求66、76、109、110或111所述的方法, 其中每个所述旋涡沿着与至少一个其它旋涡相反的方向转动。

136. 如权利要求66、76、109、110或111所述的设备, 其中每个所述旋涡沿着与所有其它相邻旋涡相反的方向转动。

137. 一种UV水处理流体混合工艺, 它包括以下步骤:

将UV灯基本上与水流方向平行地设置在水中;

将至少第一和第二混合器连接在UV灯装置的上游部分处;

使水在第一和第二混合器上面流动以使得相应第一和第二流体旋涡绕着相应的间隔开的第一和第二轴线转动, 这些轴线中的每一根(i)基本上与UV灯装置的纵向轴线平行并且(ii)位于UV灯装置的外表面的外侧; 并且

使得第一和第二旋涡强化彼此的转动, 从而使第一和第二旋涡沿着朝向UV灯装置的下游端持续。

改进的液体混合方法和装置

本发明涉及一种改进的液体混合方法和装置，它尤其提供了一种用于液体紫外线（UV）辐射消毒设备的改进的混合方法和装置。

用紫外线（UV）辐射杀死空气或液体中的微生物是公知技术。然而，传统的紫外线消毒设备未能非常有效地利用能量。由于紫外光的穿透距离很短（例如在水中小于 25.4 毫米）便被液体吸收，所以实际使用能量比理论需求能量多两倍，结果远离紫外灯的液体未能得到处理。本发明提出了一种沿 UV 灯的长度大规模混合流体的方法，使 UV 灯附近基本整个体积的液体都能被均匀处理。

在传统的阵列低压/低功率 UV 灯消毒设备中，液体在混合装置内停留时间较长，且液体沿 UV 灯的长度方向流动，充分进行混合，但其能量利用率低。若采用中压/大功率 UV 灯消毒设备，既可减少流体停留时间，又可以减少灯的长度，当增加在相邻灯之间与流体流动相垂直的距离时，还会进一步降低能量利用率。已经显示出，混合挡板能改进能量利用率。然而，挡板产生的混合旋涡持续的时间短，需要消耗很高的能量（压力降）。通常废水消毒设备是重力流进水设备，这种设备没有很大的使水混合的水头（压力）。因为在大多数废水处理场，多余的水流能量（即压力降）很小，需要有效地将水流能量转化成旋涡，才能有效地混合被处理流体。这就需要建造可提供此压降的装置。在另一种改进的废水处理场中，处理装置要有小于 152.4 毫米水柱的压力降，以便进行混合。

为了减少能量效率与输入能量之间不希望的损失，本发明提出了一组在流体流动方向基本上轴向对齐的旋涡，使流体在暴露于 UV 灯的长度上都存在旋涡，结果产生了短期小规模旋涡，由此最大限度地减小了输入能量的浪费。可用几种部件产生旋涡，包括使用运动的或放置在流动通道中的静止部件，如特殊形状的挡板、螺旋桨和梯形水管等

等。

本发明的优选实施方式提出，在反应器的进口端使用成对配置的三角翼，产生逆向转动的旋涡。通过使用三角翼产生同向或逆向转动的旋涡，本发明能在低压降条件下，有效地混合流体，从而更有效地使用 UV 灯，促进流体消毒引发的化学反应中的热和/或质量传递，由此降低 UV 灯消毒设备的投资和运行费用。

因此，本发明的一个目的是提供一种在阵列或非阵列流体流动设备中取得增强混合的方法和装置，无需降低设备需要的输入能量，便可提高该设备的能量利用率。

本发明的另一个目的是通过产生一组同向或逆向转动的旋涡，提供一种在阵列或非阵列流体流动设备中取得增强混合的方法和装置，并在流体穿过设备的整个流动期间，都保持这些旋涡。

本发明的另一个目的是在阵列或非阵列流体流动设备的进口端使用三角翼，由此产生同向或逆向旋涡，增加该设备的混合效果。

因此，本发明的一个目的是提供一种无需降低设备所需的输入能量就可在紫外（UV）灯消毒设备内提高混合能力而增加设备能量利用率的方法和装置。

本发明的另一个目的是提供一种能在 UV 流体消毒设备中产生一组同向或逆向转动旋涡的方法和装置，在流体暴露于 UV 灯接受辐射的整个时间内，都保持这种旋涡。

本发明的再一个目的是在 UV 灯流体消毒设备的进口端使用三角翼，由此产生同向或逆向旋涡，增加该设备的混合效果。

尽管本发明的描述是以 UV 灯消毒设备为特例，但是本专业普通技术人员应当理解，本发明同样可以用于其它希望增加流体混合效果的阵列或非阵列流体流动设备。

本发明的优选实施例提供了一种通过使流动流体穿过紫外灯阵列，实施流体混合的装置和方法，紫外灯基本沿流体流动方向排列，并由此限定了流体流动通道。在每个管的上游或附近设置有三角形的三角翼，其表面与流体流动方向成一定的斜角。流体与每个三角翼相互作

用，从而产生了一对旋涡，这些旋涡沿相反的方向逆向转动。这些逆向转动的旋涡相互加强，随着它们沿流动通道的移动，最大限度地减少混合强度的衰减。由于这种共同加强特性，逆向转动的旋涡能更有效地混合流体，使 UV 消毒设备更有效地利用紫外光。

尽管本发明的描述是以 UV 灯消毒设备为特例，但是本专业普通技术人员应当理解，本发明同样可以用于其它希望增加流体混合效果的阵列或非阵列流体流动设备，除三角翼以外，还可以用其它部件产生自我保持的、其轴心与流体流动方向一致的同向或逆向转动旋涡，包括使用运动的或放置在流动通道中的静止部件，如特殊形状的挡板、螺旋桨和梯形水管等等。

通过下面对本发明优选实施例的详细描述，本发明的其它细节、目的和优点将会一目了然。

图 1 是本发明紫外线消毒装置优选实施例的立体图。

图 2a 是本发明三角翼设计的一剖视图。

图 2b 是本发明三角翼的立体图。

图 3-5 是本发明采用的各种方阵流阵列的剖视图。

图 6 是一种变化的三角形阵列的剖视图。

图 7 显示的是三角翼冲击角对三角翼阻力系数的影响。

图 8a 和 8b 显示的是三角翼纵横比和冲击角与三角翼产生的旋涡持续时间的关系。

图 9 显示的是旋涡中心线与三角翼纵横比之间的关系。

图 10 显示的是 Strouhal 数与三角翼冲击角之间的关系。

图 11 显示的是穿过三角翼的实验压力降与流速函数之间的关系。

图 1 展示了一个阵列流体混合装置 1，其优选实施方式是紫外线 (UV) 消毒设备。流体混合装置由其上固定有铰接臂 3 的框架 2 组成。每个铰接臂装有一排电驱动灯泡 5，每个灯泡都环绕有一个用紫外光可透过材料如石英制成的管 13。铰接臂 3 可在第一位置 3a 和第二位置 3b 之间移动，在第一位置 3a 取下和/或更换灯泡，在第二位置 3b 灯泡 5 排列成阵列形式 3b，使流体 4 例如水沿基本上平行于管 13 纵

向轴的方向流动。当在阵列位置 3b 时, 灯泡 5 使流体 4 有足够的时间暴露在 UV 照射下, 从而实施消毒处理。UV 消毒装置 1 的某些铰接臂 3 排列在隔离模件 6 而不是灯管 13 上。通过用隔离模件 6 填充远离管 13 的空白区域, 可以维持旋涡的流动状况, 防止流体绕过 UV 光的辐射区。利用隔离模件 6 还可以使灯隔开更大的间距, 增大过流断面, 由此降低流体流速和压力降。这样低流速就无需设置防止进口压力损失的进口过渡区。图 1 所示的装置设置有一排四个灯泡管组件 13 和三个隔离模件 6。流体 4 在相邻管 13 和/或隔离模件 6 之间的流动通道 7 内流动。用气缸 8 防止 UV 光辐射量的降低, 该气缸带动一个清洁机构, 除去流体 4 沉积在管 13 上的外来物质。

如图 2A-2B 所示, 在该优选实施方式中, 每个管 13 都设置有三角形的三角翼 9, 三角翼 9 成对安装在灯 5 的上游, 流体进入管 13 和隔离模件 6 阵列。每个三角翼 9 都被设计成其末端 12 能产生一对如图 3 所示的同向或逆向转动的流体旋涡 10。每个旋涡 10 的中心线 11 距每个末端大约有 25% 的翼宽, 其垂直位置由三角翼 9 与流动方向的倾斜角 (冲击角) 控制。基本上流体穿过三角翼 9 消耗掉的所有能量都被用来产生大规模的末端旋涡 10。如图 3 所示, 冲击角相对倾斜设置的一对三角翼 9a 和 9b (即一个三角翼的冲击角为 $+\theta$ 度, 则另一个三角翼的冲击角为 $-\theta$ 度) 能产生四个逆向转动的具有上述特性的流体旋涡 10。通过使许多对三角翼排列成如图 3 所示的规则阵列, 能产生类似于安装在管和隔离件阵列上游的静止混合螺旋桨阵列的效果, 由此通过选择合适的螺旋桨叶片节距和叶型, 可最大限度地减少小规模湍流。尽管优选的是如图 3-6 所示的阵列方案, 但是产生旋涡的基本特征是, 能产生旋涡的结构要具有特定形状和定位, 以使旋涡的轴线基本上与流体 4 流动方向相一致。因此, 使用三角翼 9 还能产生非阵列旋涡设备, 用除三角翼 9 以外的其它部件, 包括运动的或放置在流动通道中的静止部件, 如特殊形状的挡板、螺旋桨和梯形水管等等, 既能产生阵列设备, 也能产生非阵列设备。因此, 用所有如图 6 所示的三角形阵列机构, 能产生同向转动的旋涡 14 或同向转动的旋涡 14

和逆向转动的旋涡 10。

通过使用如图 3-5 所示的正方形排列的管 13 和隔离模件 6 阵列，由三角翼 9 产生的逆向转动旋涡 10 能进一步提高混合效果。如图 3 所示，正方形排列阵列能使由三角翼 9 产生的旋涡 10 既顺时针转动又逆时针转动。这种逆向转动会使旋涡相互加强，由此当它们沿流动通道 7 移动时，能最大限度地减少混合强度的衰减。由于这种共同加强特性，方形阵列产生的大规模旋涡 10 在通道 8 的较长长度上，能持续较长时间，由此只需少量能量就能进行给定量的混合。

在风洞中测试本发明的三角翼 10，以确定它们的流体流动特性。图 7 显示的是冲击角 θ 对三角翼阻力系数的影响，阻力系数决定了对给定的流动流体 4，穿过三角翼测得的压力降¹。图 8a 显示的是纵横比 AR 和冲击角 θ 与三角翼 9 产生的旋涡 10 耐久性之间的关系²。图 9 显示的是旋涡中心线 11 的水平位置与纵横比 AR 之间的关系³，而对于所有纵横比 AR，旋涡中心线 11 的垂直位置应当等于冲击角 θ 的一半。旋涡发出频率 f （单位时间得到的旋涡转数）与冲击角 θ 和流体流动速度 U 之间的关系，是如图 10 所示的 Strouhal 数 St ⁴ 与冲击角 θ 之间的关系。当降低流体流动速度 U 时，旋涡发出频率 f 也随之降低。然而，这可通过增加流体在通道 7 中的停留时间抵消掉，由此使每个有效灯长度 VR 具有相同的旋涡转数，结果在较低流速时，混合强度的衰减程度要小于传统设计方案。⁵

¹ 具有任何纵横比的三角翼的升力系数 (C_L) 和阻力系数 (C_D) 计算如下：

$$(1) C_L = K_p * \sin \theta (\cos \theta)^2 + K_v * (\sin \theta)^2 * \cos \theta$$

$$(2) C_D = C_L * \tan \theta$$

θ = 冲击角 (度)

K_p, K_v = 从 Bertin 和 Smith (参考文件 1) 得到

² 用图 8b 所示的尺寸和下列公式计算纵横比 AR：

用下列公式计算穿过三角翼 9 的预计压力降：

$$(10) \quad D_p = C_D * r * U^2 * A_{\text{翼}} / (2 * A_{\text{流动}})$$

C_D = 阻力系数 (公式(1))

r = 流体密度 (kg/m^3)

U = 流体粘度 (m/s)

$A_{\text{翼}}$ = 翼的面积 (m^2)

$A_{\text{流动}}$ = 流动室的面积 (m^2)

$$(3) \quad AR = 2 * b / c \quad b = \text{跨度 (毫米)}$$

c = 翼根弦 (毫米)

³ 用下列公式计算中心线的水平位置：

$$(4) \quad HC = 9.82 * AR^{0.709}$$

HC = 从翼中心线到旋涡心的角度 (度)

$$\theta = a / 2$$

⁴ Strouhal 数 St 限定的发出频率与三角翼跨度和流体流速之间的关系由下式表示：

$$(7) \quad St = f * b / U$$

f = 发出频率 (HZ)

b = 三角翼跨度 (m)

U = 自由气流速度 (m/s)

⁵ 单位有效灯长度 VR 上的旋涡转数与通道停留时间 T 之间的关系可用下式表示：

$$(8) \quad VR = T * f$$

T = 通道的停留时间 (s)

f = 旋涡发出频率 (Hz)

VR = 单位有效灯长度上的旋涡转数

$$(9) \quad T = \text{有效灯长度} / U$$

有效灯长度 = 灯的长度 (m)

U = 流体流动速度

D_p = 压力降 (Pa)

表 1 和图 11 显示的是在一定的流速 U 范围内, 用低于 40 度的各种冲击角 θ , 对具有单一纵横比 AR 的本发明三角翼 9 进行测试的测试结果。将实际测试结果与预计结果的比较显示出, 理论模型精确预计的三角翼性能在所希望的运行区域内。表 2 显示出, 流动通道 7 中有两个三角翼 9 时产生的压力降, 不等于单独一个三角翼理论压力降的两倍。由于两个三角翼 9 产生的旋涡 10 的相互作用, 很容易将压力降增加到预定值。预计含有四个三角翼 9 设备的总压力降, 大约是单个三角翼产生的压力降的 5 倍。表 3 显示的是用大 (至少 40 度) 冲击角 θ 对三角翼所作的测试结果。

表 1
测试三角翼的实验观测结果

三角形 P 的零读数 = 13.0mm H₂O

三角形 P 的倍率 = 0.05

伏特计的零读数 = 0.007V

温度 = 24℃

密度 = 1.1911 kg/m³

从一个最小方阵分析 (图 9), 支承点和开放通道的压力降等于 0.198mm H₂O。

测试三角翼的压力降

常数 RPM = 30 % = 4.44m/s

冲击角 三角形 P (mmH₂O) 只有三角形 P 翼 理论三角形 P 翼 误差 (%)

	翼和支点	(mmH ₂ O)	(mmH ₂ O)	
10	0.2	0.002	0.0032	-37.5
20	0.22	0.022	0.0156	41.03
30	0.2375	0.0395	0.0388	1.80
35	0.255	0.057	0.0541	5.36

表 2

一对测试三角翼的实验观测结果

三角形 P 的零读数 = 14.9mm H₂O

三角形 P 的倍率 = 0.05

伏特计的零读数 = 0.005V

温度 = 24℃

密度 = 1.1911 kg/m³

设定一对三角翼的冲击角等于 15 度，与后边缘隔开 19 毫米，在测试期间模拟实际运行条件。

支承构件和开放通道的压力降

流速 (m/s)	三角形 P (mmH ₂ O)
3.27	0.11
4.25	0.205
5.14	0.3
6.14	0.435

一对测试三角翼的压力降

流速 (m/s)	三角形 P (mmH ₂ O)
3.27	0.11
4.25	0.215
5.14	0.33
6.14	0.455

一对测试三角翼的预计压力降与实验压力降的比较

流速 (m/s)	三角形 P 翼 (mmH ₂ O)	三角形 P (支点)	只有三角形 P 翼	理论三角形 P 翼	误差 (%)
3.27	0.11	0.11	0.04	0.0087	-360
4.25	0.215	0.205	0.01	0.0148	32
5.14	0.33	0.3	0.03	0.0216	-39
6.14	0.455	0.435	0.02	0.0308	35

表 3

用大冲击角测试三角翼的实验观测结果

三角形 P 的零读数 = 14.2mm H₂O

三角形 P 的倍率 = 0.05

伏特计的零读数 = 0.0111V

温度 = 24℃

密度 = 1.1911 kg/m³

支承构件和开放通道的压力降

流速 (m/s)	三角形 P (mmH ₂ O)	三角形 P(毫米水柱)
2.42	0.05	0.0508
4.23	0.185	0.1854
5.10	0.25	0.2489

测试三角翼的压力降

$\theta = 40$ 度

流速 (m/s)	三角形 P (mmH ₂ O)	三角形 P (毫米水柱)	三角形 P (只有翼)	三角形 P (理论翼)	误差 (%)
2.43	0.085	0.0838	0.035	0.021	-66.7
4.24	0.235	0.2362	0.05	0.064	21.9
5.08	0.335	3.3528	0.085	0.093	8.6

$\theta = 50$ 度

流速 (m/s)	三角形 P (mmH ₂ O)	三角形 P (毫米水柱)	三角形 P (只有翼)	三角形 P (理论翼)	误差 (%)
2.45	0.075	0.0762	0.025	0.033	24.2
4.24	0.245	0.2438	0.06	0.098	38.8
5.04	0.345	3.4544	0.095	0.138	31.1

观察三角翼的流动情况

冲击角	速度	注释
40	4.27	在三角翼的末端出现了旋涡破坏 在该点出现非常强烈的串式搅动作用。
50	4.21	在三角翼的大约五分之二长度处出现了旋 涡破坏。

在该点出现了非常强烈的串式搅动作用。

测试的结果是,为本发明优选实施方式设计的最佳三角翼 9 具有下列特性,对每个灯管 13 或隔离模件 6 有四个三角翼的设备,总共能产生 8 个旋涡 10:

翼根弦 $c = 187.2$ 毫米

跨度 $b = 93.6$ 毫米

前缘斜角 = 45 度 (见图 8b)

冲击角 $\theta = 20$ 度

尽管参照附图描述了实施本发明的优选实施方式,但是在权利要求书的范围内,本发明还有多种实施方式。

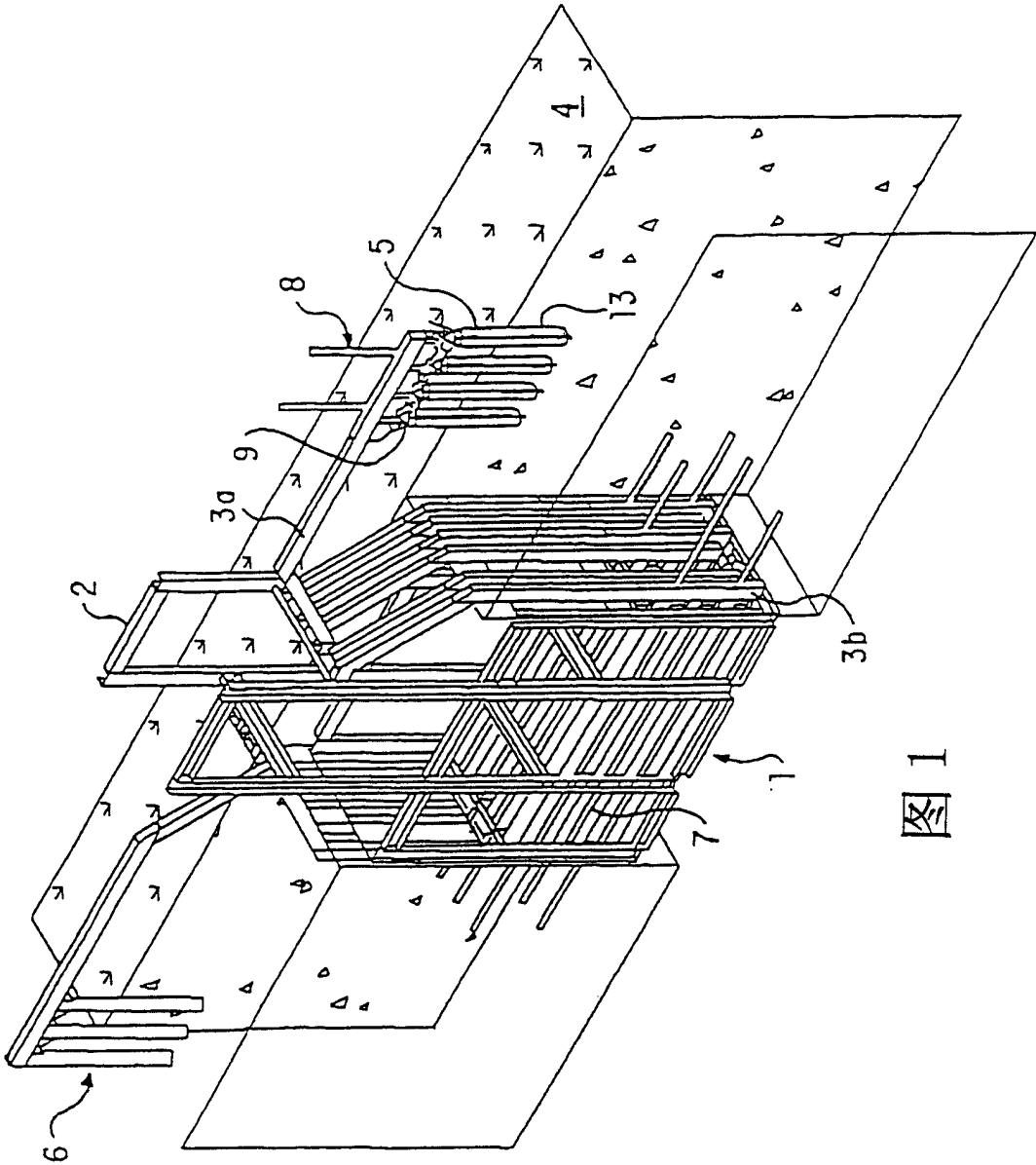


图 1

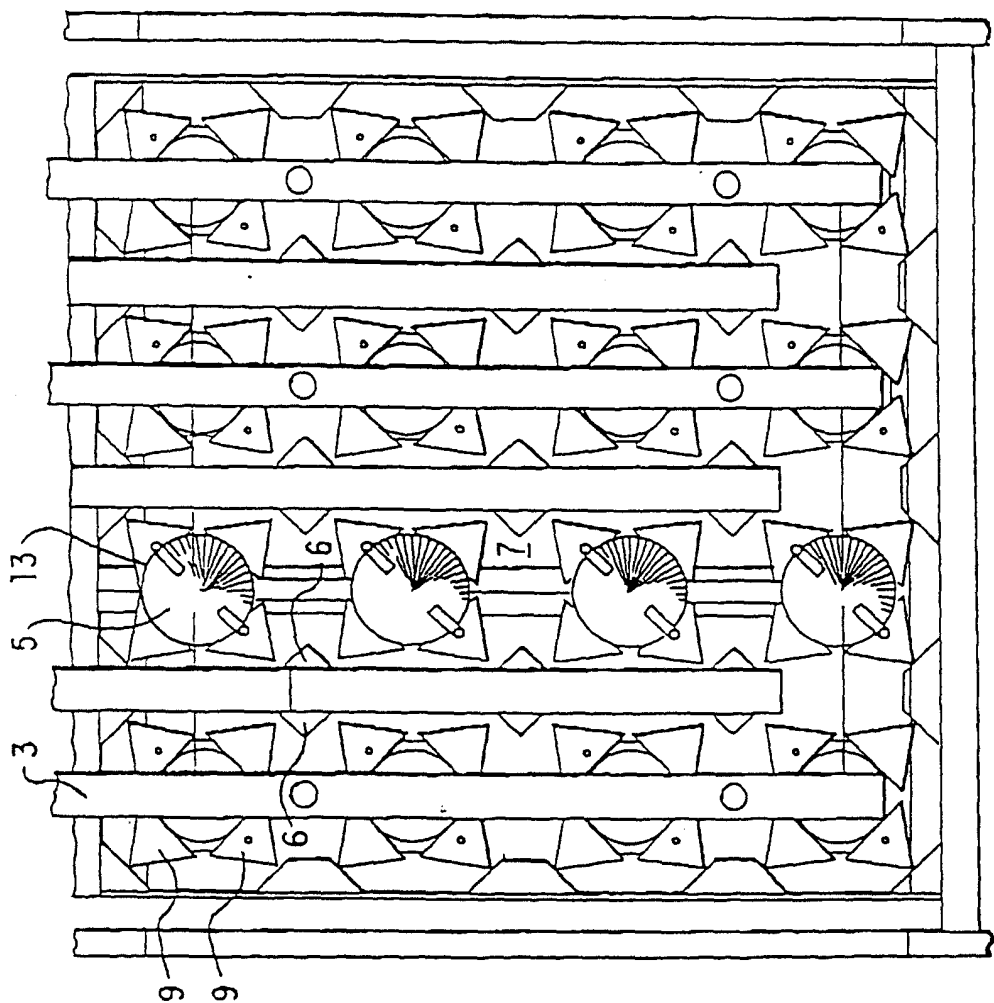


图 2a

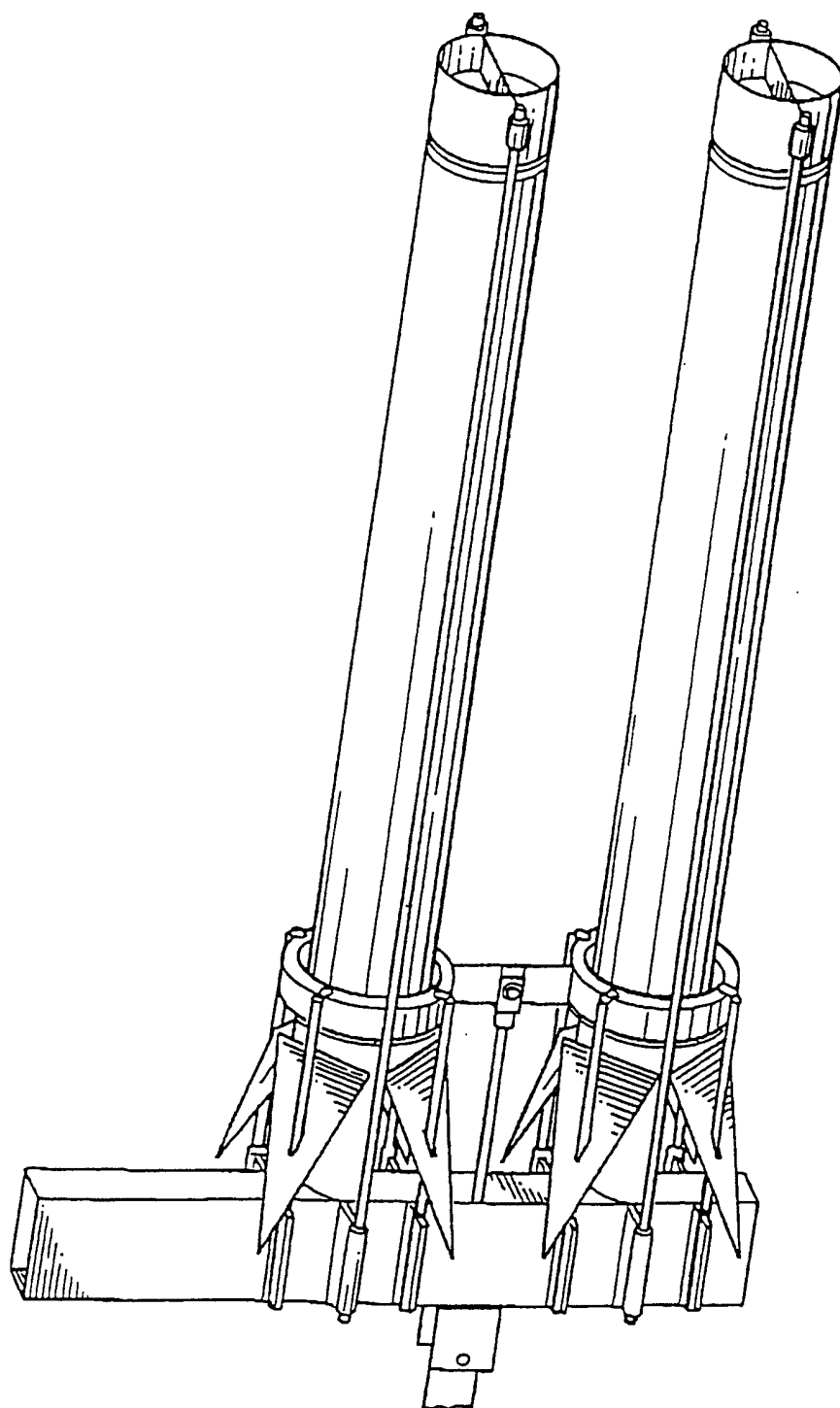
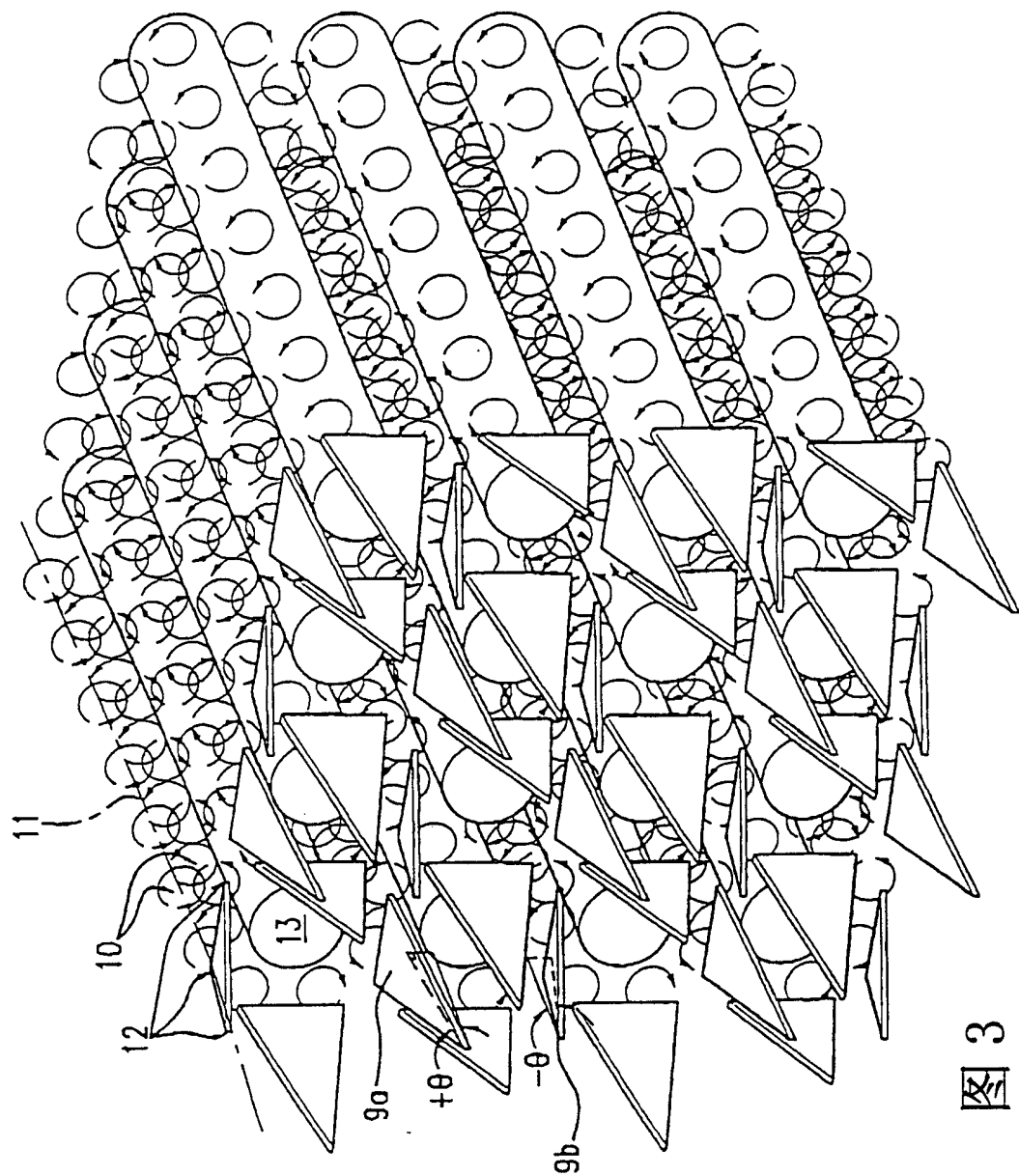


图 2b



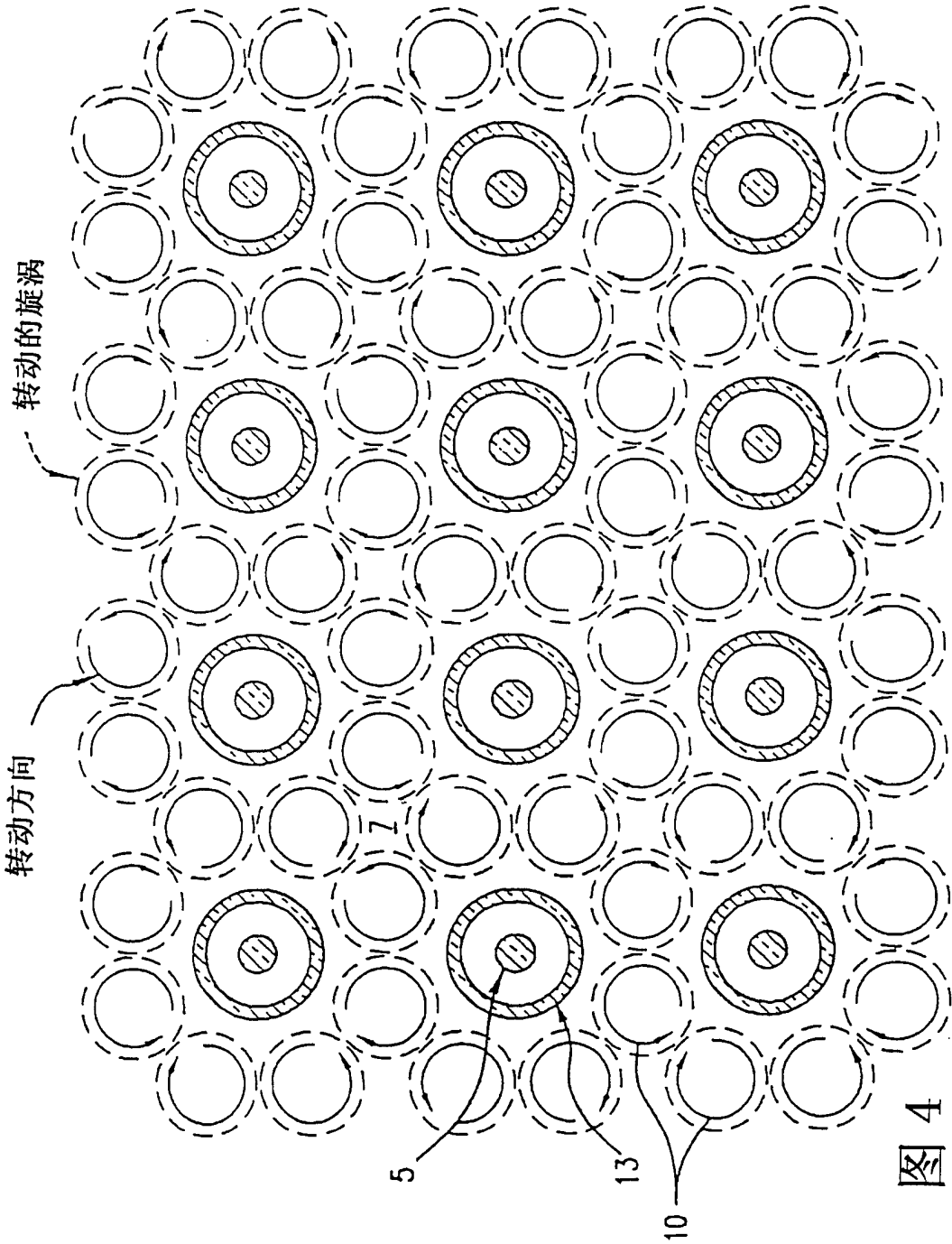


图 4

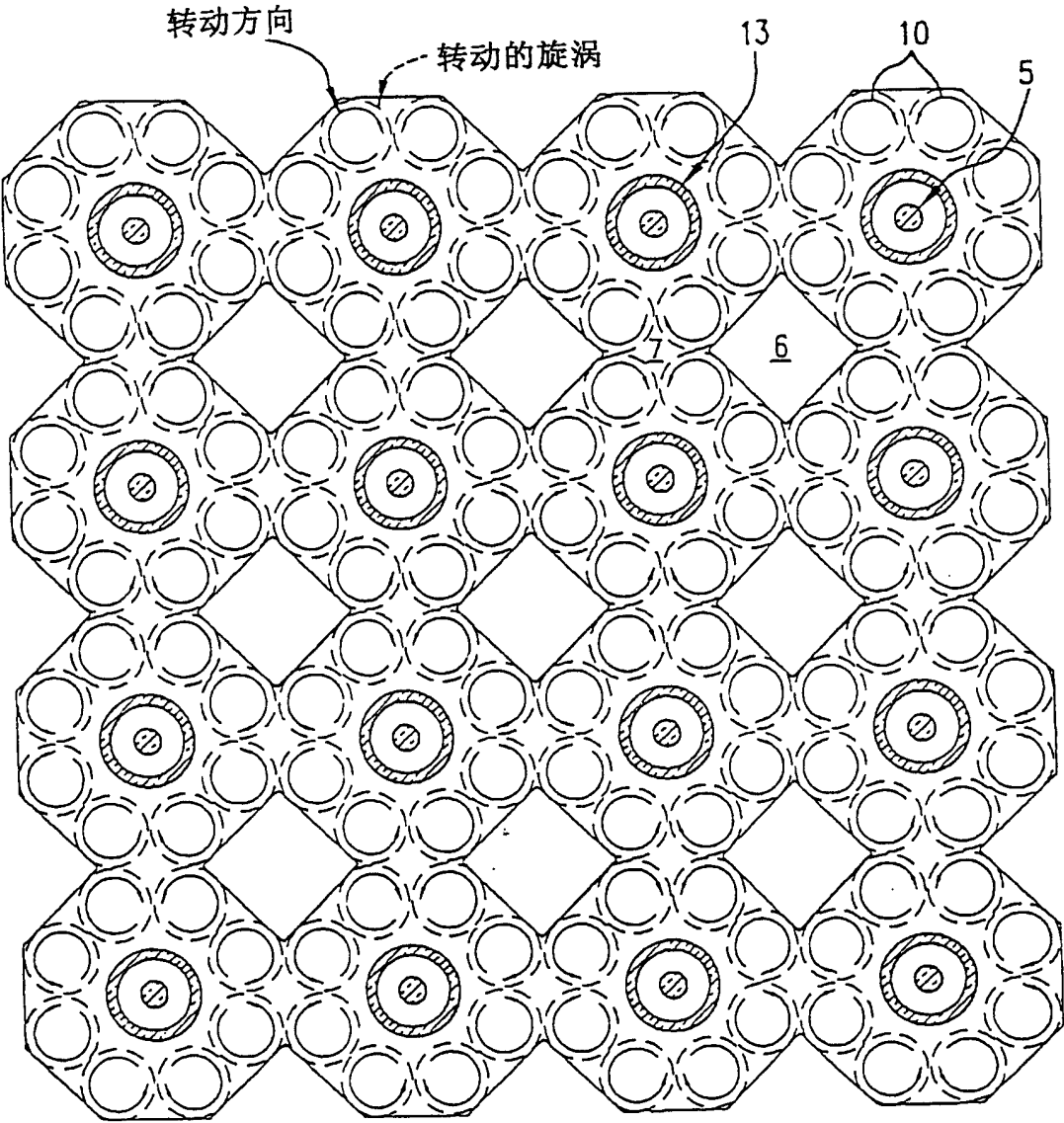


图 5

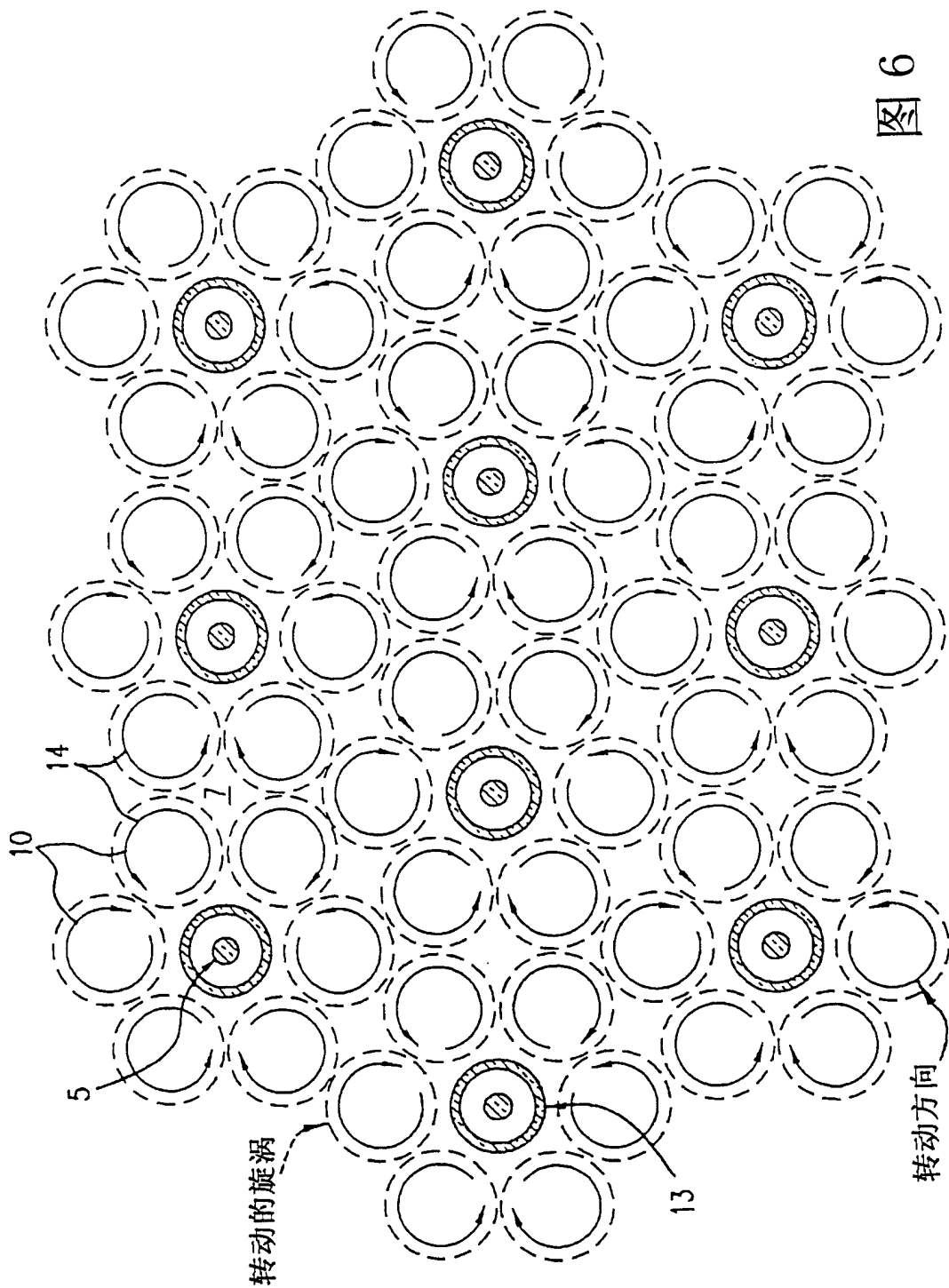


图 6

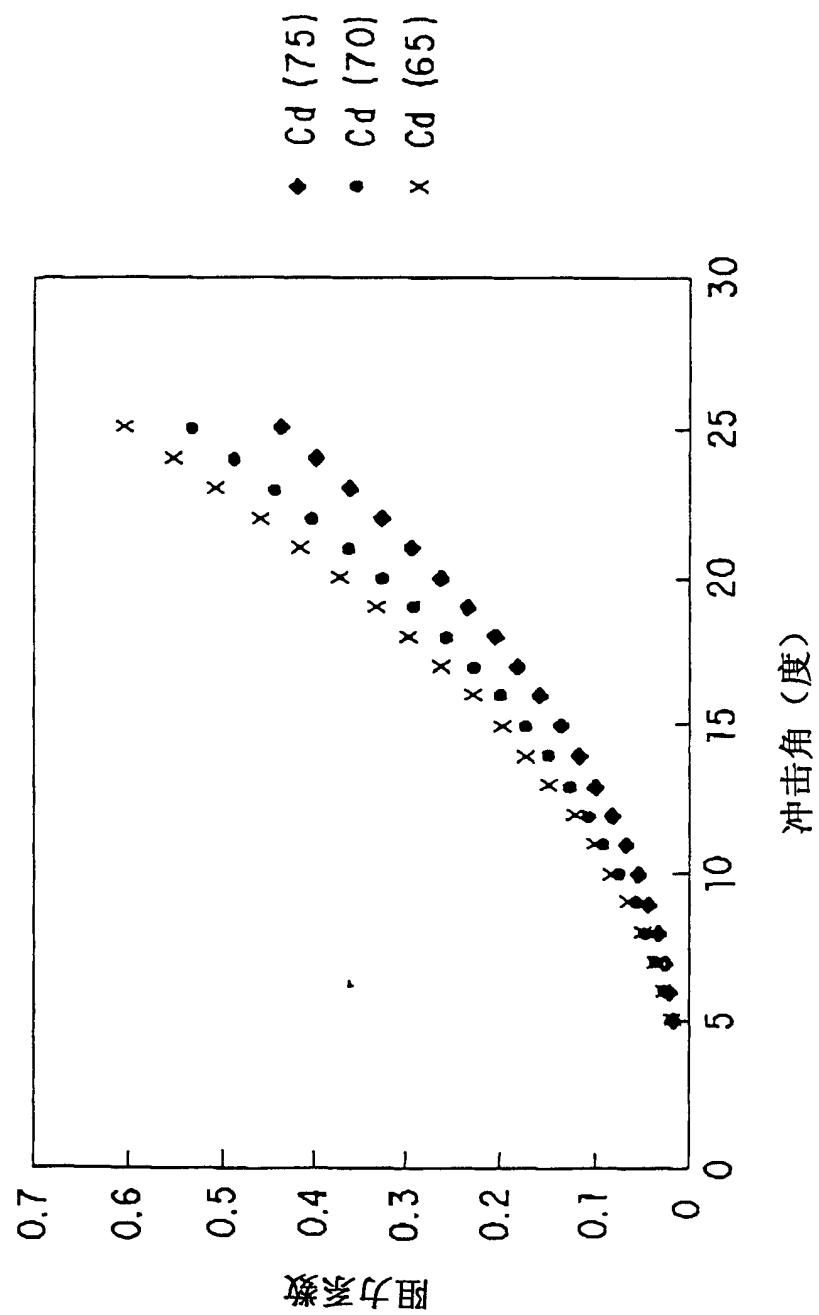


图 7

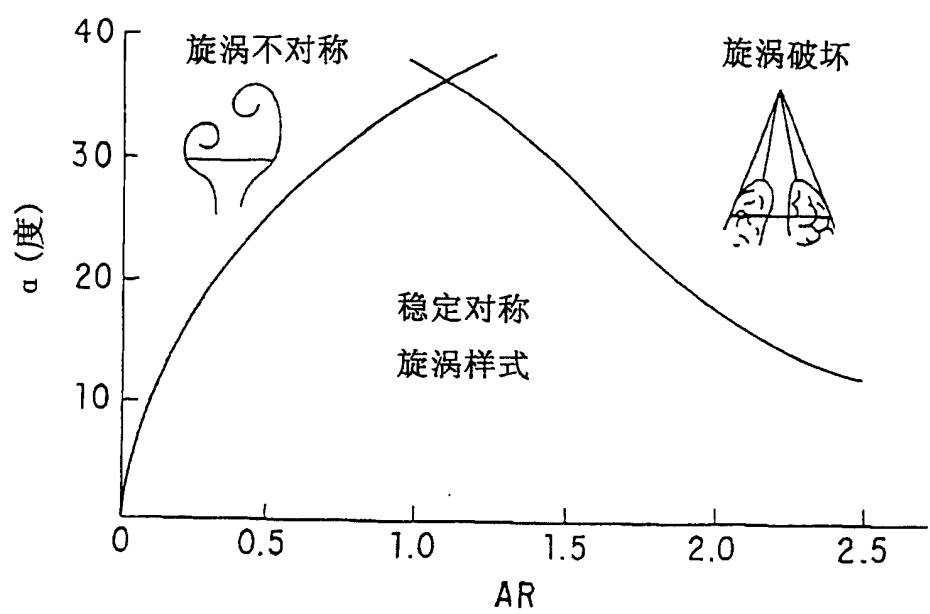


图 8a

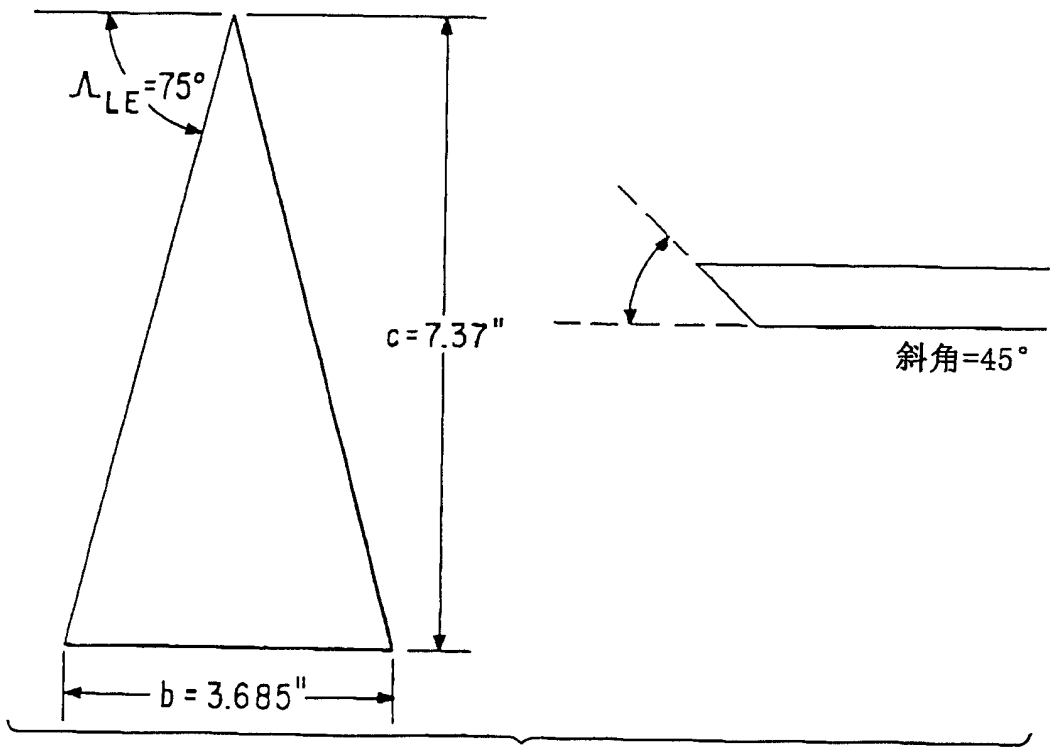


图 8b

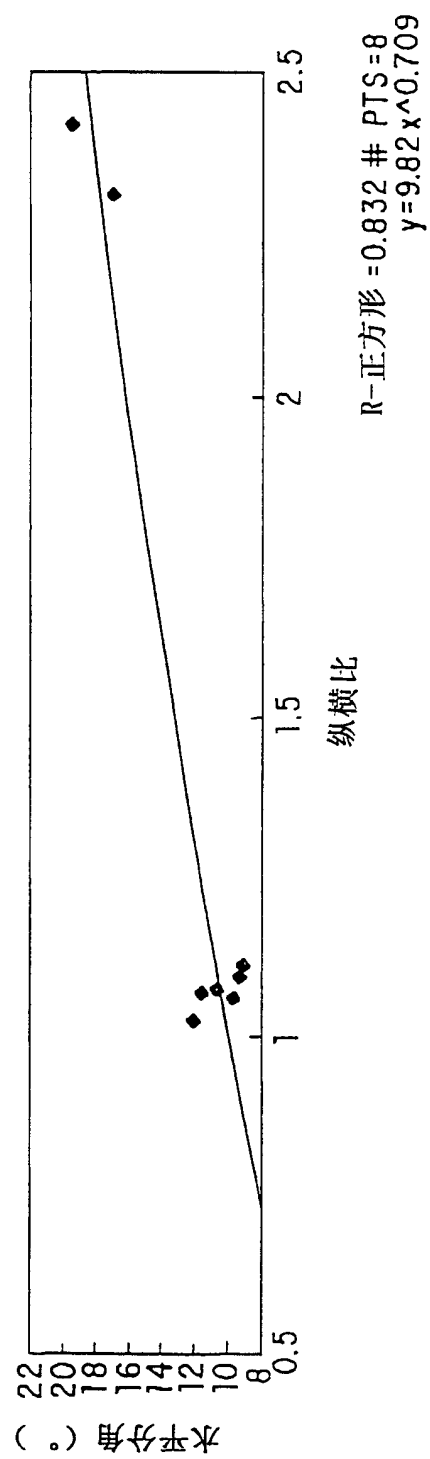


图 9

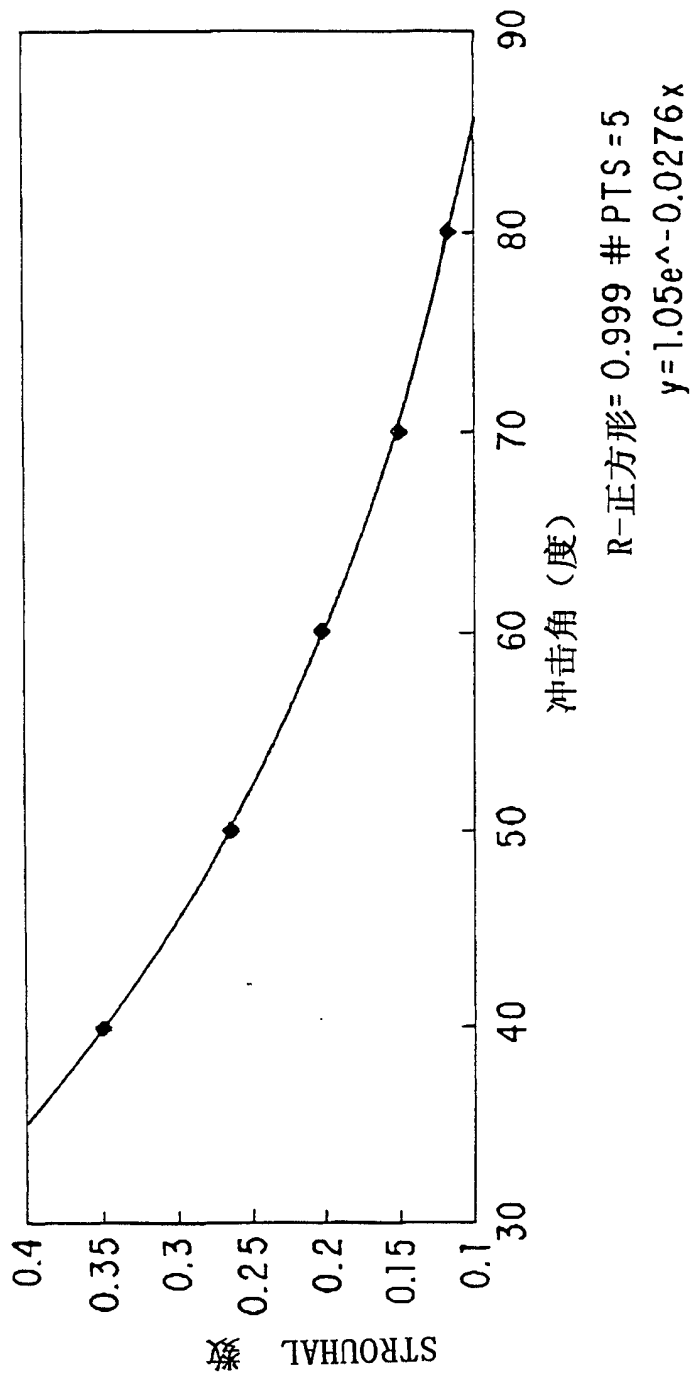


图 10

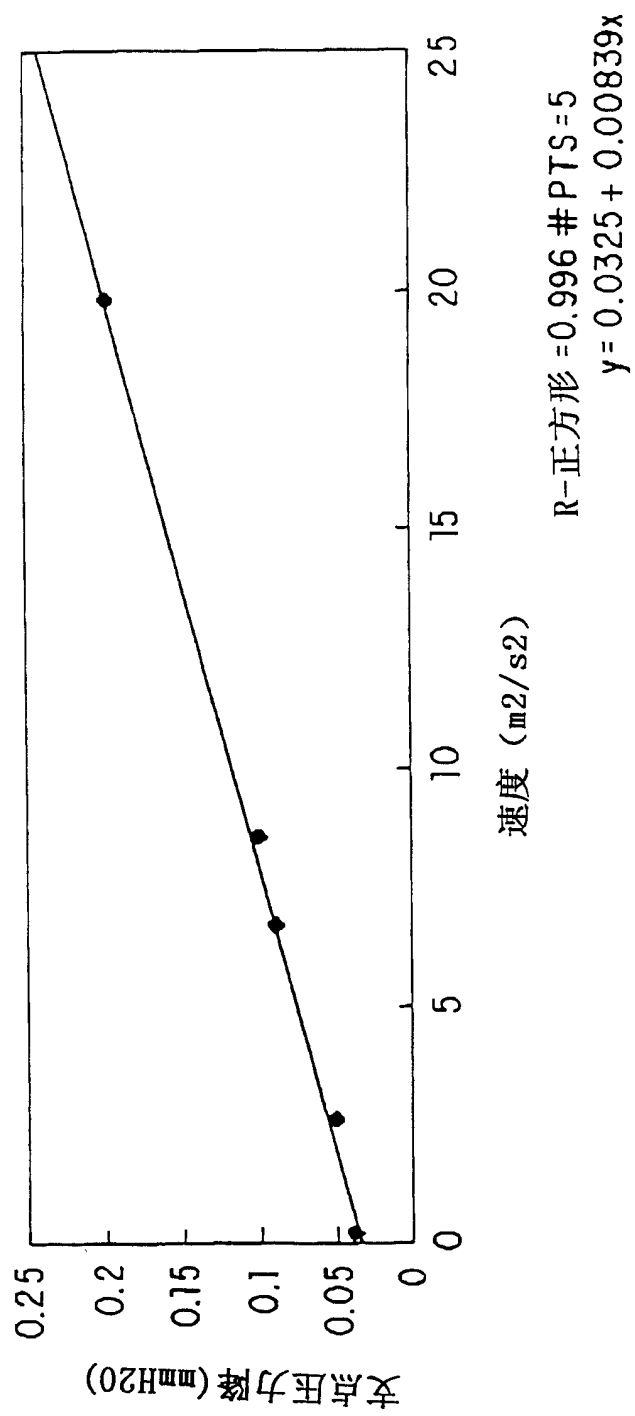


图 11