



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105164758 B

(45)授权公告日 2017.07.21

(21)申请号 201480024581.0

(22)申请日 2014.03.06

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105164758 A

(43)申请公布日 2015.12.16

(30)优先权数据
1304047.2 2013.03.06 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.10.30

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2014/050661 2014.03.06

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/135880 EN 2014.09.12

(73)专利权人 牛津大学创新有限公司

地址 英国牛津

(72)发明人 亚尼斯·温迪克斯
尼古拉斯·霍克 马修·贝特尼

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 刘成春 王朋飞

(51)Int.Cl.
G21B 3/00(2006.01)

审查员 戴龙泽

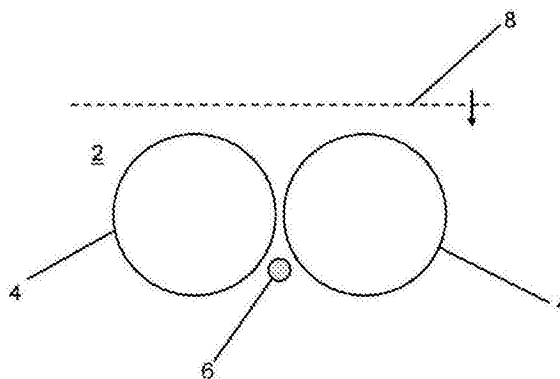
权利要求书4页 说明书14页 附图18页

(54)发明名称

局部能量集中

(57)摘要

一种产生局部能量集中的方法，其包括：产生至少一个冲击波(8)传播通过非气态介质(2)，以首先入射到介质(2)内的聚焦流体袋(4)上。聚焦流体袋(4)相对于介质(2)内的不同大小的目标气体袋(6)放置，并被设置成为目标气体袋(6)屏蔽最初的冲击波(8)，使得入射到聚焦流体袋(4)上的冲击波(8)集中随后入射到目标气体袋(6)上的冲击波的强度。还提供一种用于产生局部能量集中的设备。



1. 一种产生局部能量集中的方法,其包括:

产生至少一个冲击波传播通过非气态介质,以首先入射到所述介质内的聚焦流体袋上;

其中,所述聚焦流体袋相对于所述介质内的不同大小的目标气体袋放置,并被设置成为所述目标气体袋屏蔽最初的冲击波,使得入射到所述聚焦流体袋上的冲击波集中随后入射到所述目标气体袋上的冲击波的强度。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述目标袋从所述最初的冲击波的入射方向放置在所述聚焦袋的相对侧上。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述聚焦流体袋的尺寸大于所述目标气体袋的尺寸。

4. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述聚焦流体袋的直径为所述目标气体袋的直径的至少1.5倍。

5. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述非气态介质中具有多个聚焦流体袋。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述多个聚焦流体袋相对于彼此放置,使得一个聚焦流体袋的中心与其相邻的聚焦流体袋的中心隔开小于两个相邻的聚焦流体袋中的较大直径的2倍。

7. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,一个或多个进一步的流体袋在所述非气态介质中被设置为比所述目标气体袋更远离所述最初的冲击波的位置。

8. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述非气态介质中具有多个目标气体袋。

9. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述目标气体袋的屏蔽物包括固体障碍物,所述固体障碍物被设置为使所述入射冲击波偏转远离所述目标气体袋。

10. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,多个冲击波从多个不同方向作用到所述非气态介质。

11. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述冲击波是非平面冲击波。

12. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述目标气体袋附着于表面。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中,所述表面包括凹部,所述凹部被成形以部分地容纳所述目标气体袋。

14. 根据权利要求12所述的方法,其中,所述表面被成形以集中随后入射到所述目标气体袋上的冲击波的强度。

15. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述目标气体袋与表面隔开。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中,所述表面被成形以至少部分地反射所述冲击波,用这种方式以将所述冲击波直射到所述目标气体袋上。

17. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述目标气体袋与所述聚焦流体袋接触。

18. 根据权利要求17所述的方法,其中,所述目标气体袋或者附着于所述聚焦流体袋或者包含在所述聚焦流体袋内。

19. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述聚焦流体袋和所述目标气体袋具有不同的组分。

20. 一种产生局部能量集中的方法,其包括:

产生至少一个冲击波传播通过非气态介质,以首先入射到所述介质内的聚焦流体袋

上;

其中,所述聚焦流体袋和固体障碍物相对于所述介质内的目标气体袋放置在所述介质内,并且所述固体障碍物被设置成为所述目标气体袋屏蔽最初的冲击波,使得入射到所述聚焦流体袋上的冲击波集中随后入射到所述目标气体袋上的冲击波的强度。

21.一种产生局部能量集中的方法,其包括:

产生至少一个冲击波传播通过非气态介质,所述非气态介质包括聚焦流体袋和目标气体袋,使得所述冲击波首先入射到所述目标气体袋上;

其中,所述目标气体袋与所述聚焦流体袋的尺寸不同,且所述聚焦流体袋的中心与所述目标气体袋的中心隔开小于所述聚焦流体袋和所述目标气体袋中的较大直径的1.5倍的距离,使得入射到所述聚焦流体袋上的冲击波产生随后入射到所述目标气体袋上的合成的更剧烈的冲击波。

22.根据权利要求21所述的方法,其中,所述目标气体袋小于所述聚焦流体袋。

23.根据权利要求21或22所述的方法,其中,所述聚焦流体袋的直径为所述目标气体袋的直径的至少1.5倍。

24.根据权利要求21或22所述的方法,其中,所述聚焦流体袋的中心与所述目标气体袋的中心隔开小于所述聚焦流体袋和所述目标气体袋的较大半径的2.5倍。

25.根据权利要求21或22所述的方法,其中,所述聚焦袋至少在所述冲击波接近所述聚焦袋的元件方向是细长的。

26.一种产生局部能量集中的方法,其包括:

产生至少一个冲击波传播通过非气态介质,以首先入射到所述介质内的聚焦流体袋上;

其中,所述聚焦流体袋与所述介质内的目标气体袋的组分不同,且所述聚焦流体袋相对于所述目标气体袋放置,使得入射到所述聚焦流体袋上的冲击波集中随后入射到所述目标气体袋上的冲击波的强度。

27.一种产生局部能量集中的设备,其包括:

非气态介质,其中具有聚焦流体袋和不同大小的目标气体袋;

用于产生至少一个冲击波传播通过所述非气态介质的装置,以首先入射到所述聚焦流体袋上;

其中,所述聚焦流体袋相对于所述介质内的目标气体袋放置,并被设置成为所述目标气体袋屏蔽最初的冲击波,使得入射到所述聚焦流体袋上的冲击波集中随后入射到所述目标气体袋上的冲击波强度。

28.根据权利要求27所述的设备,其中,所述目标袋从所述最初的冲击波的入射方向放置在所述聚焦袋的相对侧上。

29.根据权利要求27或28所述的设备,其中,所述聚焦流体袋的尺寸大于所述目标气体袋的尺寸。

30.根据权利要求27或28所述的设备,其中,所述聚焦流体袋的直径为所述目标气体袋的直径的至少1.5倍。

31.根据权利要求27或28所述的设备,其中,所述非气态介质中具有多个聚焦流体袋。

32.根据权利要求31所述的设备,其中,所述多个聚焦流体袋相对于彼此放置,使得一

个聚焦流体袋的中心与其相邻的聚焦流体袋的中心隔开小于两个相邻的聚焦流体袋中的较大直径的2倍。

33. 根据权利要求27或28所述的设备, 其中一个或多个进一步的流体袋在所述非气态介质中被设置为比所述目标气体袋更远离所述最初的冲击波。

34. 根据权利要求27或28所述的设备, 其中, 所述非气态介质中具有多个目标气体袋。

35. 根据权利要求27或28所述的设备, 其中, 所述目标气体袋的屏蔽物包括固体障碍物, 其被设置为使所述入射冲击波偏转远离所述目标气体袋。

36. 根据权利要求27或28所述的设备, 其中, 其包括用于将来自多个不同方向的多个冲击波作用到所述非气态介质上的装置。

37. 根据权利要求27或28所述的设备, 其中, 用于将所述冲击波作用到所述非气态介质上的装置被设置为将非平面冲击波作用到所述非气态介质上。

38. 根据权利要求27或28所述的设备, 其中, 所述目标气体袋附着于表面。

39. 根据权利要求38所述的设备, 其中, 所述表面包括凹部, 其被成形以部分地容纳所述目标气体袋。

40. 根据权利要求38所述的设备, 其中, 所述表面被成形以集中随后入射到所述目标气体袋上的冲击波的强度。

41. 根据权利要求27或28所述的设备, 其中, 所述目标气体袋与表面隔开。

42. 根据权利要求41所述的设备, 其中, 所述表面被成形以至少部分地反射所述冲击波, 用这种方式以将所述冲击波直射到所述目标气体袋上。

43. 根据权利要求27或28所述的设备, 其中, 所述目标气体袋与所述聚焦流体袋接触。

44. 根据权利要求43所述的设备, 其中, 所述目标气体袋或者附着于所述聚焦流体袋或者包含在所述聚焦流体袋内。

45. 根据权利要求27或28所述的设备, 其中, 所述聚焦流体袋和所述目标气体袋具有不同的组分。

46. 一种产生局部能量集中的设备, 其包括:

非气态介质, 其中具有聚焦流体袋、目标气体袋和固体障碍物;

用于产生至少一个冲击波传播通过所述非气态介质的装置, 以首先入射到所述聚焦流体袋上;

其中, 所述聚焦流体袋和固体障碍物相对于所述介质内的目标气体袋放置, 并且所述固体障碍物被设置成为所述目标气体袋屏蔽最初的冲击波, 使得入射到所述聚焦流体袋上的冲击波集中随后入射到所述目标气体袋上的冲击波强度。

47. 一种产生局部能量集中的设备, 其包括:

非气态介质, 其中具有聚焦流体袋和目标气体袋;

用于产生至少一个冲击波传播通过所述非气态介质的装置, 以首先入射到所述目标气体袋上; 以及

其中, 所述目标气体袋与所述聚焦流体袋的尺寸不同, 且所述聚焦流体袋的中心与所述目标气体袋的中心隔开小于所述聚焦流体袋和所述目标气体袋的较大直径的1.5倍的距离, 使得入射到所述聚焦流体袋上的冲击波产生随后入射到所述目标气体袋上的合成的更剧烈的冲击波。

48. 根据权利要求47所述的设备,其中,所述目标气体袋小于所述聚焦流体袋的尺寸。

49. 根据权利要求47或48所述的设备,其中,所述聚焦流体袋的直径为所述目标气体袋的直径的至少1.5倍。

50. 根据权利要求47或48所述的设备,其中,所述聚焦流体袋的中心与所述目标气体袋的中心隔开小于所述聚焦流体袋和所述目标气体袋的较大半径的2.5倍的距离。

51. 根据权利要求47或48所述的设备,其中,所述聚焦袋至少在所述冲击波接近所述聚焦袋的元件方向是细长的。

52. 一种产生局部能量集中的设备,其包括:

非气态介质,其中具有聚焦流体袋和不同尺寸的目标气体袋;

用于产生至少一个冲击波传播通过所述非气态介质的装置,以首先入射到所述聚焦流体袋上;

其中,所述聚焦流体袋与所述目标气体袋的组分不同,且所述聚焦流体袋相对于所述介质内的目标气体袋放置,使得入射到所述聚焦流体袋上的冲击波集中随后入射到所述目标气体袋上的冲击波的强度。

53. 一种根据权利要求27、28、46、47、48或52所述的设备,其被用于产生核聚变反应。

局部能量集中

技术领域

[0001] 本发明涉及用于产生非常高的局部能量的方法及设备。具体地说,尽管并非唯一地涉及产生高得足够引起核聚变的局部能量。

背景技术

[0002] 多年来,核聚变发电的开发已成为投资大量时间和金钱的领域。此投资已以高成本大量集中在开发大规模核聚变反应堆上。然而,存在预见更简单和便宜得多的用于制造核聚变的机制的其它理论。本发明感兴趣的是伞式概念“惯性约束核聚变”,其使用机械力(例如冲击波)将能量集中并聚集到非常小的体积(volume)。

[0003] 对惯性约束聚变的各替代方法的潜在的大部分信心来自于对一种称为声致发光的现象的观察。在用特定频率的超声波激发包含合适大小的气泡的液体时发生此现象。压力波引起气泡扩张,并随即剧烈地坍塌;这个过程通常被称为惯性空化。气泡的迅速坍塌导致不均衡压缩,该不均衡压缩引起内容物升温至使其发光的程度[Gaitan,D.F.、Crum,L.A.、Church,C.C.以及Roy,R.A.,美国声学学会,91(6),3166-3183六月(1992)]。已进行了各种努力来加剧这个过程,并且有团体已经声称观察到核聚变[Taleyarkhan,R.P.、West,C.D.、Cho,J.S.、Lahey,R.T.、Nigmatulin,R.I.以及Block,R.C.,科学,295(5561),1868-1873三月(2002)]。然而,尽管已进行了大量的努力[Shapira,D.以及Saltmarsh,M.,物理评论快报,89(10),104302九月(2002)],但观察到的结果仍未被证实或得以重现。这不是唯一提出的已由坍塌的气泡引起发冷光的机制;但是,它是最具文件证明的。也已从由强大的冲击波造成的坍塌的气泡观察到了发冷光[Bourne,N.K.以及Field,J.E.,皇家学会哲学汇刊伦敦系列A-数学物理和工程科学,357(1751),295-311二月(1999)]。这是第二种机制,即:利用冲击波的气泡坍塌,本发明涉及该机制。

[0004] 在US 7445319中已经提出将以非常高的速度($\sim 1\text{km/s}$)移动的球状水滴射向坚硬的目标,以生成强烈的冲击波。这种冲击波能够用于使已在该水滴内成核并随后在其内扩张的气泡坍塌。上述专利期望核聚变在该坍塌的气泡内发生。之前已实验性地并以数据方式研究了通过高速液滴撞击在表面上而生成冲击波的机制,且已很好地记录了该机制(包括本专利发明人之成果[Haller,K.K.、Ventikos,K、Poulikakos,D.以及Monkewitz,P.应用物理杂志,92(5),2821-2828九月(2002)])。即使基本的物理机制类似,但由于其不使用高速液滴撞击,所以本发明与US7445319不同。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供上述技术的替换方案,且还可具有其它应用。当从本发明的第一方面来看时,其提供了一种产生局部能量集中的方法,包括:

[0006] 制造至少一个冲击波,其传播通过非气态介质,以首先入射到该介质内的聚焦流体袋(focusing pocket of fluid)上;

[0007] 其中,聚焦流体袋相对于介质内的不同大小的目标气体袋放置,并设置成为目标

气体袋屏蔽最初的冲击波,以便入射到聚焦流体袋上的冲击波集中随后入射到目标气体袋上的冲击波强度。

[0008] 本发明还扩展至一种产生局部能量集中的设备,包括:

[0009] 非气态介质,其内具有聚焦流体袋和不同大小的目标气体袋;

[0010] 用于制造至少一个冲击波的装置,其通过上述非气态介质,以首先入射到上述聚焦流体袋上;

[0011] 其中,聚焦流体袋相对于介质内的目标气体袋放置,并设置成为目标气体袋屏蔽最初的冲击波,以便入射到聚焦流体袋上的冲击波集中随后入射到目标气体袋上的冲击波强度。

[0012] 本领域技术人员已知的是,通常,非气态介质中的冲击波与该介质中的不同成分的流体袋(“气泡”)之间的相互作用能够生成非气态介质的高速横向喷流,横向喷流移动穿过气泡,撞击下风方向的气泡壁。导致众所周知的这是当存在形成在表面上的微气泡而生成冲击波时该表面空化损伤问题的机制之一。然而,根据本发明,各发明人已意识到,能够适当地调整并利用此自然发生的现象来产生非常高的局部能量集中,该局部能量集中能够如将在随后解释的那样用于例如产生核聚变。

[0013] 在聚焦流体袋坍塌期间形成的喷流现象引起各种物理机制,这些物理机制导致在目标气体袋中聚集非常大的能量。这些机制之一是当喷流撞击聚焦流体袋的下风侧时,动能从喷流简单转移制造各种高速和/或高压现象,例如,制造可超过10倍的入射冲击波的压力的向外移动的冲击波。然后,更剧烈的冲击波与目标气体袋相互作用,压缩并加热目标气体袋。如将理解的,这比在不存在聚焦流体袋的情况下冲击波仅仅入射到目标气体袋上能够在目标气体袋中获得更大的压力和温度。

[0014] 根据本发明,聚焦袋和目标袋被设置为通过为目标气体袋屏蔽最初的冲击波,以便介质中的冲击波在入射到目标气体袋上之前入射到聚焦流体袋上。这使得聚焦流体袋能够从最初的冲击波产生更剧烈的冲击波,然后入射到目标气体袋上。在一组实施例中,屏蔽物可仅包括聚焦流体袋本身,即,聚焦袋被设置为至少部分地为目标气体袋屏蔽非气态介质中的冲击波。在一个典型的实施例中,目标袋从最初的冲击波的入射方向放置在聚焦袋的对侧。尽管聚焦袋和目标袋的相对大小并不重要,但将意识到,当聚焦流体袋的尺寸大于目标气体袋的尺寸时,该屏蔽是最有效的。

[0015] 通常,在本发明的一些实施例中,只要聚焦袋和目标袋是不同尺寸的,它们的相对大小就不重要,然而,在一组实施例中,聚焦流体袋的尺寸大于目标气体袋的尺寸,即,聚焦流体袋具有较大的体积。发明人已认识到这有利于为目标气体袋屏蔽最初的冲击波,然而总的来说这也是有利的,因为其允许较大的体积以及因此通常还允许较大的投影面积呈现给最初的冲击波。这比目标气体袋的尺寸等于或大于聚焦流体袋的尺寸的情况能够更多地利用来自最初的冲击波的能量,然后该能量被加强以入射到目标气体袋上。

[0016] 优选地,聚焦流体袋的直径至少为目标气体袋的直径的1.5倍,例如,2倍,例如,3倍,例如,5倍。聚焦流体袋和目标气体袋的直径的列举未必意味着气泡是球状的或横截面是真正的圆形的。如果聚焦流体袋和目标气体袋中的一个或两个不是球状的或横截面不是圆形的,则直径指的是袋形的等效尺寸,例如,包围该袋的最小的球体的直径。

[0017] 如上所述,本发明具有许多优势,这些优势可以仅用单一的聚焦袋和目标袋来实

现。然而,发明人已经设计了许多不同的实施例,在这些实施例中提供了许多的聚焦袋和/或目标袋。在一组实施例中,该设备和方法包括多个聚焦流体袋。提供多个聚焦流体袋增加体积和面积,最初的冲击波的能量入射到该体积和面积上,因此能够从冲击波获得更大的能量以用于增强到目标气体袋上的冲击波。此外,如下所述,这能够允许将许多最初的冲击波的能量利用并集中到一个或多个目标气体袋上。

[0018] 多个聚焦流体袋还可以放置为遮住目标气体袋。考虑目标气体袋放置在离入射冲击波的两个聚焦流体袋的相对侧上,并且将目标袋置于该两个聚焦袋中央。尽管在该两个聚焦袋之间有间隙,通过该间隙目标袋可以“看见”入射冲击波,但是目标袋不会被入射到该两个聚焦袋上的最初的冲击波撞击,因为在该两个聚焦袋之间反射的稀薄机制屏蔽了目标袋。或者说,该两个聚焦袋之间的通道的形状使入射的冲击波严重变弱;正是该两个聚焦袋之间的区域的设计产生了屏蔽作用,而未必是袋的自身形状或位置的直接结果。因此,目标袋不是由最初的冲击波而是由更强的二次冲击波产生坍塌的,所述更强的二次冲击波由两个聚焦袋的坍塌产生。这些二次冲击波的强度的增加显著提高了目标气体袋的坍塌,同时这些二次冲击波具有两组相互作用的冲击波,一组来自每个的聚焦袋,从而增加产生的压力和温度。将认识到,如果两个聚焦袋连接在一起,例如,以如下所述的哑铃的形状连接在一起,则目标气体袋的相似的屏蔽物也可以通过两个聚焦流体袋来实现。

[0019] 在一组实施例中,多个聚焦流体袋相对于彼此放置,以便一个聚焦流体袋的中心与其相邻的聚焦流体袋的中心隔开小于该两个相邻的聚焦流体袋中的较大直径的2倍。优选地,间距小于该两个相邻的聚焦流体袋中的较大直径的1.5倍,例如,小于直径的1.2倍。当存在多于两个的聚焦流体袋时,聚焦流体袋的间距相对于最相邻的聚焦流体袋来判断,即,所有的多个聚焦流体袋没必要同时这么接近。

[0020] 还想到了具有多于两个聚焦流体袋的实施例,例如具有聚焦流体袋阵列的实施例。如已经讨论的两个聚焦袋的情况,这些可以全部设置为屏蔽目标气体袋,和/或它们可以仅用于提供多个冲击波,该多个冲击波使来自冲击波的更大的能量能够用于增强作用到目标聚焦袋上的冲击波。多个聚焦流体袋(包括具有两个聚焦袋的情况)例如呈阵列可以相对于目标气体袋设置,以便合成的冲击波同时入射到目标气体袋上,该合成的冲击波来自最初的冲击波入射到聚焦流体袋上后的坍塌。这种设置使入射到目标气体袋上的全部汇聚冲击波的强度最大化,从而使压缩气体体积的压力和温度最大化。可选地,多个聚焦流体袋可相对于目标气体袋设置,以便合成的冲击波在不同时间入射到目标气体袋上。这可以用于延长合成的冲击波入射到气囊上,例如以帮助在气体体积内建立持续的反应。

[0021] 和被设置以调整合成冲击波入射到目标气体袋上的时间一样,多个聚焦流体袋还可以被设置以调整全部合成冲击波的形状。例如,多个聚焦流体袋可以相对于目标气体袋设置,以便当全部合成冲击波入射到目标气体袋上时在某种程度上符合目标袋的形状。这可以产生更强的更剧烈的目标袋的坍塌。

[0022] 在包括多个流体气囊的一组实施例中,这些袋可以全部相对于非气态介质中的最初的冲击波和目标气体袋放置,以便在合成冲击波入射到目标气体袋上之前冲击波入射到全部的聚焦流体袋上,但这不是必要的。

[0023] 在一组实施例中,一个或多个更多的流体袋设置在比目标气体袋更远离最初的冲击波的位置。在该设置中,最初的冲击波首先入射到一个或多个聚焦流体袋上,产生合成冲

击波,然后在合成冲击波入射到更多的流体袋上之前入射到目标气体袋上。这引起该目标气体袋/这些更多的流体袋的坍塌,导致进一步冲击波的产生,然后这些冲击波入射到其余的目标气体袋上,进一步压缩目标气体袋,这可能增加目标袋内的反应产量。

[0024] 在一组实施例中,设备包括多个目标气体袋。这种设置可用于增加待压缩的气体体积(和因此的燃料或反应物)以便增加获得的产量。多个目标气体袋可以设置在单个聚焦流体袋的周围,例如以使用于压缩目标袋的来自聚焦袋的坍塌的合成冲击波的量最大化,然而,当存在多个聚焦流体袋时,这组实施例尤其适合。因此,在一组实施例中,设备包括多个聚焦流体袋和多个目标气体袋。这多个袋可以多种方式设置,例如以上述实施例的结合的方式,并且通常将会设置为使得由最初的冲击波的入射产生的多个聚焦流体袋的坍塌产生多个合成冲击波,然后这些合成冲击波入射到多个目标气体袋上。

[0025] 在一组实施例中,目标气体袋的屏蔽物可以包括固体障碍物,例如,非气态介质内的不可移动的障碍物,或其可以包括压力波,例如超声驻波,该障碍物被设置为使入射冲击波偏转远离目标气体袋。这被认为是以其自身权利具有新颖性和创造性,因此,当从本发明的另一方面来看时,本发明提供了一种产生局部能量集中的方法,包括:

[0026] 产生至少一个冲击波传播通过非气态介质,以首先入射到介质内的聚焦流体袋上;

[0027] 其中,聚焦流体袋和固体障碍物相对于介质内的目标气体袋放置在介质内,并且固体障碍物设置成为目标气体袋屏蔽最初的冲击波,以便入射到聚焦流体袋上的冲击波集中随后入射到目标气体袋上的冲击波强度。

[0028] 本发明还扩展至一种产生局部能量集中的设备,包括:

[0029] 非气态介质,其内具有聚焦流体袋、目标气体袋和固体障碍物;

[0030] 装置,用于产生至少一个冲击波传播通过所述非气态介质,以首先入射到上述聚焦流体袋上;

[0031] 其中,聚焦流体袋和固体障碍物相对于介质内的目标气体袋放置,并且固体障碍物设置成为目标气体袋屏蔽最初的冲击波,以便入射到聚焦流体袋上的冲击波集中随后入射到目标气体袋上的冲击波强度。

[0032] 固体障碍物基本上不受入射到其上的冲击波的影响且可包括嵌入到非气态介质内的固体材料颗粒,例如与相邻袋的直径相似的钢制颗粒。存在其他为目标袋屏蔽最初的冲击波的方法,使得目标袋不受干扰直到由聚焦流体袋的坍塌产生的合成冲击波入射到目标袋上。包括多个聚焦流体袋的实施例中的这些设置的一个优势是它们能够允许聚焦流体袋比如果聚焦流体袋专门用于保护目标袋彼此间隔更远,这使得聚焦流体袋在非气态介质内更易于制造和放置。应该注意的是,可以提供包括固体障碍物的实施例来代替包括聚焦流体袋的屏蔽物的实施例或可以提供包括固体障碍物的实施例和包括聚焦流体袋的屏蔽物的实施例。

[0033] 屏蔽物可以包括不被最初的冲击波损坏的材料,例如固体障碍物,或其可以包括变形、移动或破裂的材料。此外,屏蔽物可以仅存在于聚焦袋和目标袋坍塌的时间尺度上的设备内,例如,屏蔽物可以在每个冲击波作用到非气态介质之前再生,例如伴随聚焦袋和目标袋的产生。存在设想的屏蔽物、聚焦袋和目标袋的许多不同的设置。例如,屏蔽物可以位于比聚焦流体袋更靠近最初的冲击波的位置,反之亦然。在前面的示例中,这可以允许目标

气体袋比聚焦流体袋更靠近最初的冲击波放置,且屏蔽物保护目标袋免受最初的冲击波,但是这样安排使得由聚焦袋的坍塌产生的合成冲击波随后入射到目标袋上。在包括固体障碍物的所有实施例中,目标气体袋可以与固体障碍物隔开或附着于固体障碍物。

[0034] 发明人已经想到:保护目标气囊免受最初的冲击波并不总是必要的,因此,从另一方面来看,本发明提供了一种产生局部能量集中的方法,包括:

[0035] 制造至少一个冲击波传播通过非气态介质,所述非气态介质包括聚焦流体袋和目标气体袋,使得冲击波首先入射到目标气体袋上;

[0036] 其中,目标气体袋与聚焦流体袋的尺寸不同,且聚焦流体袋的中心与目标气体袋的中心隔开小于聚焦流体袋和目标气体袋中的较大直径的1.5倍的距离,使得入射到聚焦流体袋上的冲击波产生合成的更剧烈的冲击波,该合成的更剧烈的冲击波随后入射到目标气体袋上。

[0037] 本发明还扩展至一种产生局部能量集中的设备,包括:

[0038] 非气态介质,其内具有聚焦流体袋和目标气体袋;

[0039] 用于产生至少一个冲击波传播通过所述非气态介质的装置,以首先入射到所述目标气体袋上;以及

[0040] 其中,目标气体袋与聚焦流体袋的尺寸不同,且聚焦流体袋的中心与目标气体袋的中心隔开小于聚焦流体袋和目标气体袋中的较大直径的1.5倍的距离,使得入射到聚焦流体袋上的冲击波产生合成的更剧烈的冲击波,该合成的更剧烈的冲击波随后入射到目标气体袋上。

[0041] 聚焦流体袋和目标气体袋中的较大直径的叫法(recital)未必意味着气泡是球状的或横截面是真正的圆形的。如果聚焦流体袋和目标气体袋中的一个或两个不是球状的或横截面不是圆形的,则直径指的是袋形的等效尺寸,例如,包围袋的最小的球体的直径。

[0042] 尽管本发明的这些方面的设置不允许如本发明的先前方面中由聚焦流体袋保护目标气体袋免受冲击波,但相对直觉地,发明人已经发现这种设置导致了有利的现象。当非气态介质中产生冲击波时,冲击波压缩目标袋,冲击波在入射到聚焦袋上之前首先入射到目标袋上。然后,由聚焦袋产生的合成的加强的冲击波向外移动并与其余的目标袋相互作用,再一次压缩气体,从而在目标袋内产生更高的压力和温度。

[0043] 在本发明的这些方面中,聚焦流体袋和目标气体袋可以是任何不同相对尺寸,但优选地,目标气体袋小于聚焦流体袋。优选地,聚焦流体袋的直径为目标气体袋的直径的至少1.5倍,例如2倍、例如3倍、例如5倍。

[0044] 目标气体袋的这种较小尺寸导致即使目标气体袋已经被最初的冲击波压缩,但当冲击波随后入射到聚焦流体袋上时也能被吸入产生的横向喷流中。如前所述,当横向喷流撞击聚焦袋的下风侧时,产生更剧烈的冲击波。然后,已经由喷流一起携带的其余的目标气体袋处于靠近该撞击的理想位置以进一步被更剧烈的冲击波压缩,这导致该气体中的非常高的压力和温度。优选地,聚焦流体袋的中心与目标气体袋的中心隔开小于聚焦流体袋和目标气体袋的较大半径的2.5倍的距离,例如小于2倍,例如小于1.5倍。

[0045] 聚焦流体袋和目标气体袋两者可以各自具有许多不同形状中的一个。聚焦袋和目标袋没有必要具有相同的形状。例如,袋可以具有球体的、圆柱体的(具有各种可能的横截面形状,例如圆形、椭圆形或矩形)、环形的、椭圆体的、球状体的或哑铃式的形状。球体的优

势是其可以容纳最大量的燃料,例如对于原子核反应、对于其表面面积,但在一组实施例中,聚焦流体袋是细长的,例如椭圆体或具有椭圆横截面的圆柱体。优选地,聚焦袋至少在冲击波接近聚焦袋的元件方向是细长的。例如,具有垂直于冲击波接近聚焦袋的方向运转的轴线的圆柱形袋允许袋被冲孔或从非气态介质钻出,例如,如果非气态介质包括明胶,则上述过程很容易完成。

[0046] 由于当最初的冲击波入射到聚焦袋上时形成的横向喷流的结构,提供细长的聚焦袋是特别有利的。当非气态介质中的冲击波入射到聚焦流体袋上时产生的横向喷流从聚焦袋的入射表面加速到当其撞击聚焦袋的下风侧时的高速。当喷流穿过聚焦袋时,其随着冲击波的聚集继续加速。因此,通过提供增加聚焦袋的入射侧和下风侧之间的距离的细长的聚焦袋,喷流有进一步加速的空间,使得其到达撞击聚焦袋的下风侧时的最大速度。这允许将来自冲击波的最大量的能量用于喷流,随后撞击聚焦袋的下风侧,因而使由聚焦袋的坍塌产生的合成冲击波的强度最大化,随后压缩并加热目标气体袋。流体聚焦袋的最大半径或长度由在该处横向喷流开始变得不稳定并因此分解为液滴喷雾的点决定。

[0047] 在一组实施例中,将多个冲击波从多个不同方向施加到非气态介质。通常,对于多个冲击波中的每个可以存在至少一个流体聚焦袋。这使每个气泡的坍塌能够产生入射到目标气体袋上的合成冲击波,尽管多个冲击波可以作用到非气态介质以入射到单聚焦流体袋上。当然,还可以如上所述存在多个目标气体袋。施加多个冲击波中的一个或多个的装置可以包括由一个或多个聚焦流体袋的坍塌产生的合成冲击波,所以,将会想到在这些实施例和包括多个聚焦流体袋的实施例组之间存在一定程度的重叠。所有这些设置考虑到目标气体袋的更剧烈的坍塌,并且与包括多个聚焦流体袋的实施例组一样,多个冲击波和聚焦流体袋可以被设置为使合成冲击波符合目标气体袋的形状。

[0048] 在上述的所有实施例中,已经假定作用到非气态介质的冲击波是平面波。然而,在一组实施例中,冲击波是非平面冲击波,即,用于将冲击波施加到非气态介质的装置被设置为将非平面冲击波施加到非气态介质。这可以使用多个聚焦流体袋的设置之外的设置或不使用多个聚焦流体袋的设置来形成入射到目标气体袋上的合成冲击波。用这种方法,为了使入射到目标气体袋上的合成冲击波的强度最大化,最初的冲击波可以被配置为聚焦流体袋的设置,例如以符合其形状。将会想到在这个实施例尤其是包括多个入射冲击波和/或多个聚焦流体袋的实施例组的范围内存在许多可能的设置。

[0049] 尽管至此仅参照了非气态介质的聚焦袋和目标袋,但在一组实施例中,目标气体袋附着于表面。然后,来自聚焦流体袋的坍塌的合成冲击波可以封闭和压缩目标气体袋抵靠表面,允许在压缩气体袋中实现非常高的温度和压力。表面可以是平坦的,但在一组实施例中,表面包括成形的凹陷以部分地容纳目标气体袋。同样地提供定位目标气体袋的某处,凹部可被设计以接收合成冲击波同时封闭撞击冲击波和其自身之间的最初的目标气体袋的体积。这引起非常巨大的能量聚集在封闭的气体体积中。例如,通过优化表面凹部的形状以接收来自聚焦流体袋的冲击波,与附着于平面表面上的气体袋相比,可将峰值温度提高一个数量级。

[0050] 在另一组目标气体袋附着于表面的实施例中,表面被成形以集中入射到目标气体袋上的合成冲击波的强度。表面的几何结构可用于在入射冲击波到达目标气体袋之前控制入射冲击波的反射,使得气体袋的坍塌加强,例如,使得从聚焦流体袋入射的冲击波更符合

目标气体袋的表面。

[0051] 如以前,表面可采用许多形状和结构以提供合适的区域用于将目标气体袋附着于表面,表面的结构将确定冲击波如何与表面相互作用,且与气体袋的位置和形状相关的表面的形状将确定冲击波如何与气体袋相互作用,可以在其与表面相互作用之前、同时或之后这样做。这反过来影响了坍塌的动力学,且因此能够提高通过由冲击波对气体的压缩所获得的温度和密度。在一些实施例中,当与和单独的气泡相互作用的类似的冲击相比时,能够将峰值温度提高一个数量级。

[0052] 发明人还实现了即使目标气体袋未附着于表面也可以使用表面。在一组实施例中,第二气体袋与表面隔开。优选地,表面被成形以至少部分地反射合成冲击波,即来自聚焦流体袋的坍塌的合成冲击波,以这种方式以将合成冲击波直射到目标气体袋上。因此,将看出在该组实施例中表面可用于通过将冲击波反射到目标气体袋上和/或将冲击波聚集在目标气体袋上来增加目标气体袋中的能量集中。这样布置使得冲击波在冲击气体袋之前冲击表面,但优选地,入射的冲击波与气体袋相互作用,引起气体袋的坍塌,随后入射的冲击波和/或由腔坍塌产生的任何众多冲击波(本领域技术人员将已知由腔坍塌产生的众多冲击波的存在)与表面以这种方式相互作用使得它们被反射向剩余的气体袋,引起剩余的气体袋的坍塌一秒或更长时间并因此增加所获得的加热。

[0053] 表面可采用许多形状和结构。表面的结构将确定冲击波如何与表面相互作用,且与气体袋的位置和形状相关的表面的形状将确定冲击波如何与气体袋相互作用,可以在其与该表面相互作用之前、同时或之后这样做。这反过来影响了坍塌的动力学,且因此能够提高通过由冲击波对气体的压缩所获得的温度和密度。在一些实施例中,当与和单独的气泡相互作用的类似的冲击相比时,能够将峰值温度提高一个数量级。

[0054] 在大部分实施例中,聚焦流体袋与目标气体袋隔开,使得最初的冲击波入射到聚焦袋上,引起聚焦袋的坍塌以及引起合成冲击波随后入射到目标袋上。然而,在一组实施例中,目标气体袋与聚焦流体袋接触。目标气体袋可以附着于聚焦流体袋或包含在聚焦流体袋之内。在后者的情况下,为了气体袋保持其容量,或者聚焦流体袋包括包含(不同于聚焦袋本身所处的非气态介质的)非气态介质或者气体袋包括膜表面。聚焦袋和目标袋之间具有直接接触允许容易地控制它们的相对位置,且聚集袋中的流体的性质可用于将最初的冲击波聚集到目标气体袋上,因此使气体袋的压缩强度最大。

[0055] 在所有包括附着有目标气体袋或与目标气体袋隔开的表面的实施例中,表面可包括容纳非气态介质的容器的内表面。可选地,表面可包括放置在非气态介质内的任何合适位置处的对象,且甚至可包括屏蔽物例如固体障碍物的表面。

[0056] 在此描述的本发明的各方面提供US 7445319中所描述的技术的备选方案,这些方案具有其自身的优点。本发明的发明人已意识到,如US 7445319中所提出的,使以高速射入目标内的液滴中的气泡成核具有相当大的挑战。当冲击波冲击时,对于气泡来说,时机必须非常精确,以使其处于扩张-坍塌的周期内的有利时刻。如US 7445319所要求并在US 7380918中详述的产生高速液滴的方法也是复杂和昂贵的。通过对比,根据本发明的至少优选的实施例能够避免这种复杂性和相关费用。因此,由于仅需要在非气态介质中产生冲击波,本发明的各方面提供了用于通过来自非气态介质的喷射压缩一定体积的气体的更简单的技术。此外,发明人所实施的两种技术的理论和计算机建模提出:根据本发明的方法能

够产生比US 7445319中详述的方法高一个数量级的压力和温度强度。

[0057] 可通过多个不同的装置根据所要求的压力以多种不同的方式产生最初的冲击波。例如,可使用冲击波碎石装置生成较低强度的冲击波,或可使用爆炸平面波发生器提供高强度的冲击波。可选地,可使用气枪将射弹撞击成与非气态介质接触的膜片或活塞以产生冲击波。在优选的实施例中,这样的引爆装置能够产生0.1GPa和50GPa之间的冲击波压力,并且在另一个优选的实施例中,可使用碎石装置生成100Mpa至1GPa的冲击波压力。如果将冲击波反复作用到非气态介质上,则重复率可以大于0.1Hz,例如大于1Hz,例如大于10Hz,例如大于100Hz,例如大于1kHz,例如20kHz。

[0058] 在此使用的术语“气体”应理解为一般的气体,且因此不限于纯原子或分子气体,但还包括蒸汽、气体中的液体或固体的悬浮物或微悬浮物或这些的任意混合。“非气态介质”应理解为一般的非气态介质,且因此可包括液体、非牛顿学液体、半固体凝胶、在冲击波的通过改变其性质之前表面上是固体、悬浮物或微悬浮物以及胶质的材料。示例包括但不限于水、油、诸如丙酮、水凝胶以及有机凝胶的溶剂。术语“流体”应理解为一般的流体,且因此可以包括任何非固体形式,例如,包括以上所讨论的关于“气体”和“非气态”的所有组成成分,且还包括液体和非牛顿学液体。应理解,非气态介质将具有比气体且通常也比流体更大的密度。然而,用这种方式,尤其在流体包括气体的这些实施例中,聚焦袋中的流体和目标袋中的气体的相对密度并不是预先决定的,例如,聚焦袋中的流体可以比目标袋中的气体具有更小的密度。

[0059] 非气态介质可为用于在其中产生冲击波的任意合适的物质,例如液体或半固体凝胶。然后,能够通过需要在需要位置悬浮在液体或凝胶介质内的气泡或液滴提供气体袋和液体袋。与较低粘度液体相比,使用凝胶或粘性液体具有这样的优点:与较低粘度相比,更易于控制介质中气体袋和液体袋的位置,在较低粘度液体中气泡的浮力可克服液体的粘度。如将理解的,能够控制袋的位置在某组实施例中是特别重要的,在该组实施例中,气体袋位于邻近表面处而不是附着于该表面。在气体袋附着于表面的各组实施例中,目标表面的性质例如材料或其任意压痕或凹陷可有助于将气体袋粘附于表面。使用凝胶或粘性液体还具有这样的优点:更易于控制气体袋和液体袋的具体形状。

[0060] 如上所述,与US 7445319相比,由于装置设置的更静态的性质,可执行对气泡形状的更多控制。在气泡附着于表面的各组实施例中,气泡的远离由其附着于目标表面而被截断的地方的形状可为球形,例如,其可为半球形。在一些实施例中,气泡以法向或反之以需要的其它不同角度与目标表面接触。在这些实施例的一个超集(superset)中,气泡本身性质不为球形,而是采用包括但不限于椭圆、心形、球形的变形、表面具有可以例如由傅里叶级数描述的扰动的心形或椭圆形的不同形状,以及其它具有诸如锥形或梯形的明显形状的气泡。显而易见的是,例如,在真实的液体介质中将难以获得圆锥形气泡,但是在凝胶介质的情况下,这组实施例成为可能或具有优势。如上所述,在气泡不附着于表面的本发明的实施例中,其不受表面的约束,因此能够采用所需要的任意形状。在一组这样的实施例中,气泡的形状以及目标表面的形状能够适当地匹配,例如,如果凹部是半球形的,则气泡将为球形。

[0061] 气体袋和液体袋本身必须以一些方式形成。在一组特别的实施例中,使用类似于US 7445319中描述的系统将其成核,在该系统中使用激光结合液体中的纳米微粒使气体袋

或液体袋成核。在一组不同的实施例中,可使用不同液体的不稳定的乳状液使气体袋或液体袋成核。在另一组实施例中,使用被设计为引起液体中的气蚀的、适当定向的压力波来使袋成核。不需要使所有袋同时成核,其可以在不同的相对时间产生。在一组实施例中,目标袋可以在聚焦袋坍塌后例如在非气态介质区域中成核,冲击波已经穿过非气态介质区域。在气体袋附着于壁的各实施例,为了膨胀表面上的气泡,通过目标表面中的通道将特定受控体积的气体泵入目标表面。这组实施例具有对生成的气体袋的内容物和尺寸的较大控制的优点。在液体介质为凝胶的各实施例中,可通过对待使用的凝胶块冲孔或者通过从待使用的凝胶块切割出或将其塑模为恰当形状而预制气体袋。

[0062] 在另一组实施例中,使用预制膜形成气体袋和/或液体袋,预制膜限定气体袋或液体袋和非气态介质之间的边界,并因此也限定袋的形状。以这种方式使用薄膜允许将非气态和液体或气体材料分离,允许任意选择待制成的成分的组合。还允许以对于其它方法不可行的精确控制袋的形状。可由任意合适的材料形成膜,例如玻璃、塑料、橡胶。预制膜的存在使得反向表面随着捕集气体的体积,其不能流走或受到干扰,从而如非气态介质一样更容易地使用液体介质。在一组特别的实施例中,膜是易碎的且被设置成在受到冲击波的撞击时破裂。在一组实施例中,预制膜包括薄弱线或薄弱区域,使得当受到冲击波撞击时,其沿薄弱线或在薄弱区域破裂。薄弱线或薄弱区域可被设置为使得缺口的位置对随后的流动模式有影响,例如,这可有助于控制横向喷流的形成和动力学。在另一组实施例中,膜被设计为因空穴的坍塌而变形。在气囊不附着于表面的各实施例中,将气体袋或液体袋包含在膜中的构想也是有用的。在一组特别的实施例中,气体袋或液体袋采用充满合适的气体或液体的小的玻璃珠的形式。这具有与对气体袋形状的给定控制一样的优点。

[0063] 在一组优选的实施例中,使用在此描述的方法生成核聚变反应。可由非气态介质、聚焦袋中的流体、目标袋中的气体中的任意一种或多种提供反应的燃料,或由表面自身提供燃料,即,并非所有的聚焦袋和/或目标袋都可包含燃料。US 7445319中提到的任意燃料适用于本发明。在包含多个聚焦袋和/或目标袋的各实施例中,在所有袋中的燃料可以相同。可选地,不同的聚焦袋和/或目标袋可以包含不同的燃料组分(或当不包含燃料时仅包含不同的气体或流体组分),例如,以影响坍塌次数、强度和/或合成冲击波的方向。在包含附着于表面的目标气体袋的各实施例中,优选地,表面包含燃料。这是有利的,因为这是发生各个目标气体袋压缩的地方,所以当其压缩时产生的压力和温度在相邻表面中还将非常高。

[0064] 在一组实施例中,聚焦流体袋和目标气体袋具有不同组分,例如,目标气体袋可包含燃料且聚焦流体袋可包含惰性流体。这被认为自身权力的新颖性和创造性,因此当从另一方面看时,本发明提供了一种产生局部能量集中的方法,包括:

[0065] 产生至少一个冲击波传播通过非气态介质,以便首先入射到介质内的聚焦流体袋上;

[0066] 其中,聚焦流体袋与目标气体袋的组分不同,且聚焦流体袋相对于介质内的目标气体袋放置,以便入射到聚焦流体袋上的冲击波集中随后入射到目标气体袋上的冲击波强度。

[0067] 本发明还扩展至一种产生局部能量集中的设备,包括:

[0068] 非气态介质,其内具有聚焦流体袋和不同尺寸的目标气体袋;

[0069] 用于产生至少一个冲击波传播通过所述非气态介质的装置,以首先入射到所述聚焦流体袋上;

[0070] 其中,聚焦流体袋与目标气体袋的组分不同,且聚焦流体袋相对于介质内的目标气体袋放置,使得入射到聚焦流体袋上的冲击波集中随后入射到目标气体袋上的冲击波强度。

[0071] 如上所述,优选地,目标袋包括燃料,例如用于核聚变反应。此外,讨论的与本发明的前述方面相关的所有特征同样使用于本发明的该方面和其他方面。例如,在一组实施例中,聚焦流体袋被设置为为目标气体袋屏蔽最初的冲击波。

[0072] 本发明中的装置的尺寸不像US 7445319中的那样受限,在US 7445319中液滴的大小限制了捕获的气泡的最大尺寸。具有用于压缩和加热较大体积的气体的较大的设备是有优势的。可根据环境选择每个聚焦袋和目标袋中的气体或流体的体积,但是在一组优选的实施例中,体积在 5×10^{-11} 和 5×10^{-3} 公升之间。

[0073] 能够根据本发明的特定的实施例获得的核聚变反应可用于净能源生产(本领域的长期研究目标),但是,发明人已理解到,即使核聚变的效用低于净能源生产所需要的效用,根据本发明的各实施例获得的可靠的核聚变也是有优势的,例如,其在可用作其它核聚变工程的燃料的氘的生产中有优势,使用现有技术例如使用核裂变反应堆生产氘是非常昂贵的。核聚变还非常有益于生成快速且安全的中子源,该中子源比常规的可选方案更便宜且更紧凑。本领域技术人员将想到这具有许多可能的应用,例如,举例来说船运集装箱(shipping container)。

[0074] 此外,不是必须根据本发明产生核聚变。例如,在一些实施例中,将本发明的各技术和设备用作声化学或奇异化学反应器可能是有优势的,该声化学或奇异化学反应器可用于使用极端且不寻常的条件,或仅用于产生大量加热,尤其是局限在其集中处的加热。

附图说明

[0075] 现将参照附图仅通过示例方式描述本发明的特定实施例,其中:

[0076] 图1示出根据本发明的实施例;

[0077] 图2a-2e示出冲击波与图1所示的流体袋和气体袋的相互作用的五个连续阶段;

[0078] 图3a-3d示出图1所示的实施例的不同的可能的对称配置;

[0079] 图4示出包含细长的气体袋的图1的实施例的变形;

[0080] 图5示出包含哑铃状的流体袋的图1的实施例的变形;

[0081] 图6示出包含固定障碍物的图1的实施例的变形;

[0082] 图7示出图2的实施例的变形;

[0083] 图8示出具有单一流体袋的图1的实施例的变形;

[0084] 图9示出具有组流体袋的图1的实施例的变形;

[0085] 图10示出具有较小气体袋的图9的实施例的变形;

[0086] 图11和12示出具有多个最初的冲击波的图9的实施例的变形;

[0087] 图13示出具有两个气体袋和两层流体袋的图1的实施例的变形;

[0088] 图14a-14d示出冲击波与图13所示的流体袋和气体袋的相互作用的四个连续阶段;

- [0089] 图15示出流体袋上方具有气体袋的图8的实施例的变形；
- [0090] 图16a-16d示出冲击波与图15所示的流体袋和气体袋的相互作用的四个连续阶段；
- [0091] 图17示出气体袋附着于表面的图1的实施例的变形；
- [0092] 图18示出气体袋和流体袋位于表面内且与表面内的凹部隔开的图1的实施例的变形；
- [0093] 图19示出气体袋在流体袋内的图8和图15的实施例的变形。

具体实施方式

[0094] 图1示意性示出根据本发明的设置。呈例如水和胶质的混合物的水凝胶形式的非气态介质2被设置在其内限定并固定两个聚焦流体袋4和目标气体袋6。例如，目标气体袋6可以是适合于参与核聚变反应的雾状燃料。设备的尺寸是灵活的，但此图示的典型尺寸可在0.1和 1×10^{-5} m之间。

[0095] 现将尤其参照图2a-2e所示的冲击波8与聚焦流体袋4和目标气体袋6相互作用的五个连续阶段描述该实施例的操作。首先，通过例如具有5GPa压力的爆炸，在非气态介质2内产生冲击波8。这在图1和2a中表示为在箭头方向上朝向聚焦流体袋4传播的线。

[0096] 如图2b所示，冲击波8首先入射到聚焦流体袋4的上部区域，导致部分冲击波8由于从非气态介质2到聚焦袋4中的流体的大的密度变化而被反射。这种反射的部分形成稀薄区(fan)5，其远离聚焦流体袋4传播并因此在反射的部分的冲击波和聚焦流体袋4之间产生低压区域。稀薄区与两个聚焦流体袋4结合在非气态介质中产生合成的屏蔽区10，屏蔽区10防止冲击波传播通过聚焦流体袋4之间的间隔，且防止冲击波在该阶段入射到目标气体袋6上。

[0097] 如图2c所示，非气态介质2作为两个横向喷流12流入反射部分的冲击波和流体袋4之间的低压区域，然后两个横向喷流12穿过聚焦流体袋4。喷流12加速穿过一定体积的聚焦流体袋4直到喷流12撞击在聚焦流体袋4的下风表面上。如在图2d中可看到的，这些撞击产生合成冲击波14，合成冲击波14从坍塌的聚焦流体袋4向外传播且比作用到非气态介质2上的最初的冲击波8更强烈。如图2e所示，这些合成的冲击波和来自随后的剩余部分的聚焦流体袋4的坍塌的冲击波入射到目标气体袋6上。这种压缩目标气体袋6内的气态燃料引起可足够发生核聚变反应的强烈的局部加热。

[0098] 图3a-3d示出图1所示的实施例的许多不同的对称配置。在图1所示的实施例中以及在下面所述的每个实施例中，所示的简图是通过三维体积的聚焦流体袋4和目标气体袋6的垂直横截面，且因此描述了旋转对称的实施例，如图3a所示，即聚焦流体袋4形成圆环面。然而，这对本发明并不是必需的。例如，如图3b所示，聚焦流体袋4和目标气体袋6可包含具有圆形横截面的圆柱体。这种设计在以下方面是有利的：其允许袋被非气态介质2冲孔，避免对任何成核的需要。

[0099] 图3c所示的设置包括在二维平面中设置在目标气体袋6的两侧的两个球形聚焦流体袋4，以及图3d示出围绕目标气体袋6设置的六个球形聚焦流体袋4的完全三维配置。可提供仍具有一些旋转对称的任意设置。这些设置的操作类似于上文参照图2a-2e所描述的图1所示的实施例的操作。

[0100] 图4示出图1所示的实施例的变形,在该变形中,非气态介质102内的聚焦流体袋104是细长的,例如具有椭圆横截面。仍然对目标气体袋106提供屏蔽作用的这种结构给予如上文参照图2a-2e所述的在冲击波108撞击到聚焦流体袋104上时制造的横向喷流更多时间以加速穿过流体袋104的体积。因此,当横向喷流撞击聚焦流体袋104的下风表面时达到更高的速度,产生随后入射到目标气体袋106上的更强烈的合成冲击波,导致在压缩的目标气体袋106内获得更高的压力和温度。

[0101] 图5示出图1所示的实施例的另一个变形,在该变形中,流体袋204互相结合以在非气态介质202内形成单一哑铃状的聚焦流体袋204。这可以为目标气体袋206提供更好的屏蔽最初的冲击波208的屏蔽作用。

[0102] 图6示出图1所示的实施例的进一步的变形,在该变形中,固定的固体障碍物316放置非气态介质302内、聚焦流体袋304上方和。固定的固体障碍物316为目标气体袋306提供屏蔽最初的冲击波308的屏蔽,使得聚焦流体袋304比前述实施例进一步远离彼此放置。这可更容易地将聚焦流体袋304形成和放置非气态介质302内。

[0103] 图7示出图6所示的实施例的变形,在该变形中,目标气体袋406附着于固定的固体障碍物416的下侧,即与最初的冲击波408的方向相对的一侧,以覆盖和填充V形锥形凹部418。如在图6中,固定的固体障碍物416为目标气体袋406提供屏蔽最初的冲击波408的屏蔽,且在该实施例中,固定的固体障碍物416还提供来自两个聚焦流体袋404的坍塌的合成冲击波限制和压缩目标气体袋406的表面。

[0104] 甚至入射到目标气体袋406上的合成冲击波可在一些实施例中导致进一步形成非气态介质402的横向喷流,该横向喷流横穿目标气体袋406,使得部分目标气体袋406在喷流的尖端和固定的固体障碍物416的表面中的锥形凹陷418之间捕获。横向喷流对固定的固体障碍物416的表面的这种撞击可引起强烈加热和压缩目标气体袋406和固定的固体障碍物416中的冲击波。因此,如果固定的固体障碍物416包括燃料或反应物,则这可引发固定的固体障碍物416的材料的所需的反应。

[0105] 图8示出图1所示的实施例的另一个变形,在该变形中,在非气态介质502内仅设置单个聚焦流体袋504。操作与上述实施例的操作非常相似,当冲击波508入射到聚焦流体袋504上时产生横向喷流,当喷流撞击聚焦流体袋504的下风壁时产生合成冲击波。然后,这种合成冲击波如上所述压缩目标气体袋506,目标气体袋506最初由聚焦流体袋504保护免受最初的冲击波508。

[0106] 图9示出图1所示的实施例的变形,在该变形中,一组聚焦流体袋604在非气态介质602内围绕目标气体袋606设置在目标气体袋606的上方。这些聚焦流体袋604被设置和/或包含不同流体组分,使得其坍塌导致同时入射到目标气体袋606且符合目标气体袋606的形状的冲击波,因此产生非常强烈地压缩目标气体袋606。可选地,聚焦流体袋604的位置和组分可以为使得其坍塌导致在稍微不同时期入射的冲击波,导致重复压缩目标气体袋606。

[0107] 图10示出图9所示的实施例的变形,在该变形中,设置了更小的目标气体袋706。这种更小的目标气体袋706允许获得更大强度的压力和温度,因为来自冲击波的能量被集中在更小的体积上。

[0108] 图11示出图9所示的实施例的另一个变形,在该变形中,两组聚焦流体袋804在非气态介质内放置在目标气体袋806的上面和下面。设备被设置为使得在非气态介质802内产

生两个冲击波808且该两个冲击波808以相对的方向从上面和下面接近聚焦流体袋804。这导致该组聚焦流体袋804的坍塌,产生随后入射到目标气体袋806的合成冲击波。来自相对方向的合成冲击波以上述方式增加目标气体袋806的压缩。在该实施例的变形中,可在非气态介质802中产生冲击波808使得冲击波808在入射到另一组流体袋804之前入射到一组流体袋804上。这导致合成冲击波一个接一个地入射到目标气体袋806上。

[0109] 图12示出图11所示的实施例的变形,在该变形中,四个聚焦流体袋904围绕气体袋906放置。设备被设置为使得在非气态介质902内产生四个冲击波908且该四个冲击波908从与面向目标气体袋906相对的侧接近聚焦流体袋904。这些冲击波908中的每个引起冲击波908入射其上的各个聚焦流体袋904的坍塌,合成冲击波聚集在目标气体袋906上,如上所述,引起目标气体袋906被压缩和加热。

[0110] 图13示出图1所示的实施例的变形,在该变形中,在非气态介质1002内设置有两个气体袋1006和两层聚焦流体袋1004、1005。单个冲击波1008在非气态介质内产生,使得冲击波1008朝向上层的聚焦流体袋1004传播,还如图14a所示。如参照上述实施例所述和图14b所示,入射到上面的聚焦流体袋1004上的冲击波1008引起聚焦流体袋1004的坍塌并产生合成冲击波1014。这种合成冲击波随后入射到两个目标气体袋1006上,导致产生横向喷流1012,横向喷流1012撞击目标气体袋1006的下风壁。如图14c所示,这些撞击进一步产生合成冲击波1015,合成冲击波1015产生于目标气体袋1006并入射到下层聚焦流体袋1005上。如图14d所示,以同样的方式,这些聚焦流体袋1005坍塌,导致进一步的合成冲击波1017,合成冲击波1017随后入射到剩余的目标气体袋1006。这进一步压缩目标气体袋1006,增加目标气体袋1006内获得的压力和温度。

[0111] 正如图9-12所示的设置,任意数量的流体袋和气体袋可以任意结构设置。此外,可以在非气态介质内产生来自任意选择方向的任意数量的冲击波以入射到流体袋上。

[0112] 图15示出图8所示的实施例的变形,在该变形中,结构相对于最初的冲击波1108颠倒,且目标气体袋1106在聚焦流体袋1104的上面。如图16a所示,在非气态介质1102内,在朝向气体袋1106的方向上产生最初的冲击波1108,最初的冲击波1108首先入射到气体袋1106上。然而,由于目标气体袋1106与聚焦流体袋1104相比较小,所以最初的冲击波1108并未被入射到目标气体袋1106上的冲击波1108干扰太多。因此,如图16b所示,当冲击波1108随后入射到聚焦流体袋1104上时,其以与已经描述的同样的方式引起聚焦流体袋1104的坍塌,即形成非气态介质1102的横向喷流1112,该横向喷流1112横穿聚焦流体袋1104。然而,如图16c所示,在该实施例中,目标气体袋1106足够靠近聚焦流体袋1104设置,使得坍塌的剩余的目标气体袋1106被吸入横向喷流1112。如图16d所示,用与先前所描述的相同的机制,横向喷流1112撞击聚焦流体袋1104的下风壁,引起合成冲击波1114从撞击点向外移动。由于在横向喷流1112中坍塌的剩余的目标气体袋1106已被吸入穿过聚焦流体袋1104,所以理想地设置目标气体袋1106以使合成冲击波1114在其最大强度时即在其消散前入射到目标气体袋1106上。

[0113] 图17示出图1所示的实施例的变形,在该变形中,气体袋1206附着于表面1219。以一些方式,该实施例还可被看做图7所示的实施例的变形,其中气体袋还附着于表面。在图17中,气体袋1206覆盖和填充V形锥形凹部1218,两个聚焦流体袋1204在非气态介质1202内放置在目标气体袋1206的上面。以与上面已经描述的同样的方式,最初的冲击波1208引起

聚焦流体袋1204的坍塌,该坍塌产生随后入射到目标气体袋1206上的合成冲击波。更强烈的合成冲击波将气体袋1206限制和压缩在凹部1218的表面上,引起气体的强烈的加热。

[0114] 甚至入射到目标气体袋1206上的合成冲击波在一些实施例中可导致进一步形成非气态介质1202的横向喷流,该横向喷流横穿目标气体袋1206,使得部分目标气体袋1206限制在喷流的尖端和表面1219中的锥形凹部1218之间。横向喷流对凹陷1218的表面的这种撞击可引起强烈加热和压缩目标气体袋1206和表面1219中的冲击波。因此,如果表面1219包括燃料或反应物,则这可引发表面1219的材料的所需的反应。

[0115] 图18示出图1所示的实施例的变形,在该变形中,气体袋1306和两个聚焦流体袋1304设置在非气态介质1302内且与表面1319中的圆形凹部1318隔开。当非气态介质1302内产生冲击波1308时,其首先入射到聚焦流体袋1304上且以与前述实施例相似的方式压缩聚焦流体袋1304。同时,冲击波1308从表面1319中的凹部1318的上侧反射。

[0116] 一旦冲击波1308已经穿过聚焦流体袋1304,就会产生随后入射到目标气体袋1306上的合成冲击波,冲击波1308从表面1319反射并传播回到目标气体袋1306。反射的冲击波具有与凹部1318的形状类似的形状且向目标气体袋1306聚集,与来自聚焦流体袋1304的坍塌的合成冲击波同时或在来自聚焦流体袋1304的坍塌的合成冲击波不久以后入射到目标气体袋1306上,因此,进一步压缩聚焦气体袋1306且进一步增加聚焦气体袋1306内的温度和压力。

[0117] 图19示出图8和15所示的实施例的变形,在该变形中,气体袋1406在聚焦流体袋1404内。在该实施例中,聚焦流体袋1404是密度小于非气态介质1402的液体袋,使得目标气体袋1406可以在聚焦流体袋1404内固定。当冲击波1408入射到聚焦流体袋1404上时,冲击波1408使聚焦流体袋1404以与前述实施例同样的方式坍塌。这引起冲击波聚集在目标气体袋1406上,因此,增加随后入射到目标气体袋1406上的冲击波的强度。

[0118] 尽管已经给出了具体的示例,但是将意识到,有大量的参数影响所获得的实际结果,例如液体或凝胶介质密度、环境压力和温度、非气态介质的成分和流体袋和气体袋的组分、冲击波的撞击角度和形状以及表面形状。

[0119] 在所描述的全部实施例中,可使用设备在介质中产生入射到流体袋上且随后入射到包括氘化水蒸气或氘气的气体袋上的冲击波,该流体可以是空气、水蒸气、氦气、氖气或油。在数值模拟实验中,在此所描述的技术产生了~20GPa的峰值压力,该峰值压力足以引起坍塌的气体体积内的温度超过 1×10^6 开尔文, 1×10^6 开尔文足够用于氘原子的核聚变反应。在一些非限制性示例中,产生的中子可用在其它处理中,或可由中子吸收剂吸收,以用于将中子的动能转换为热能,并因此用于常规热力发电。

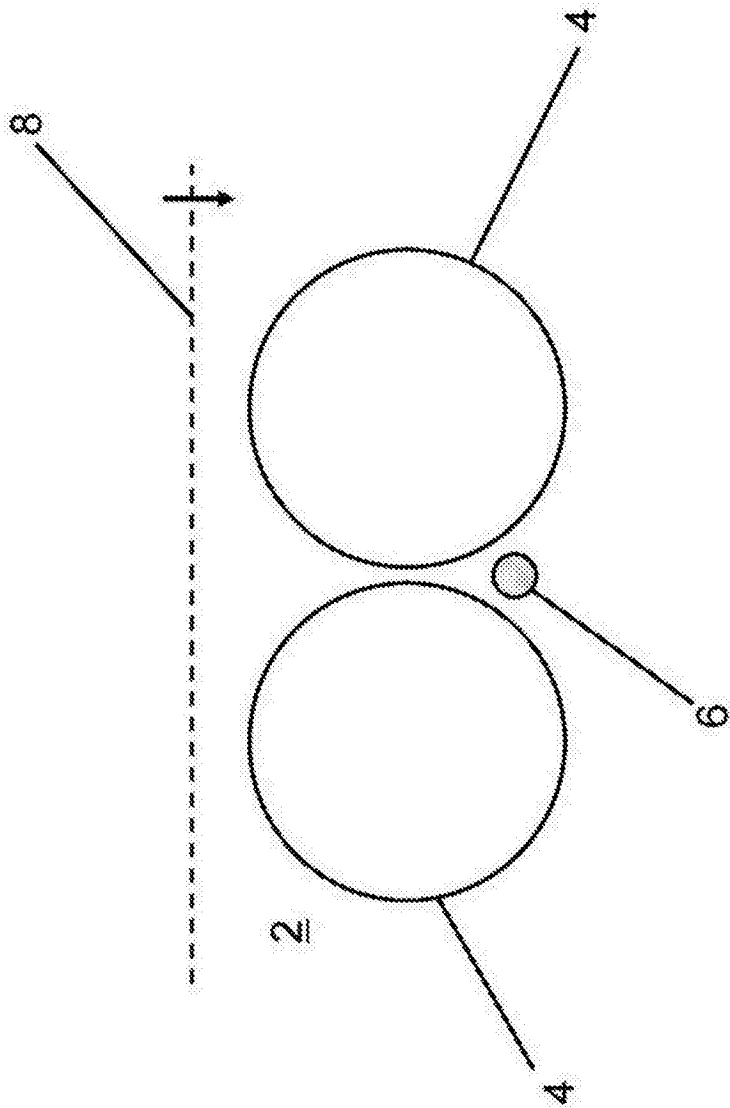


图1

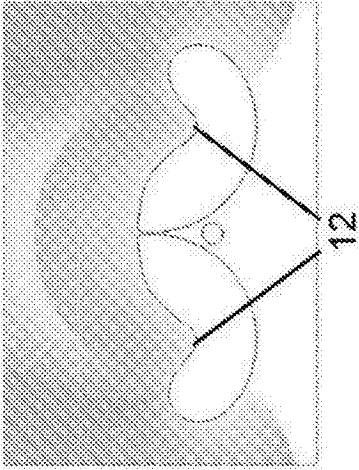
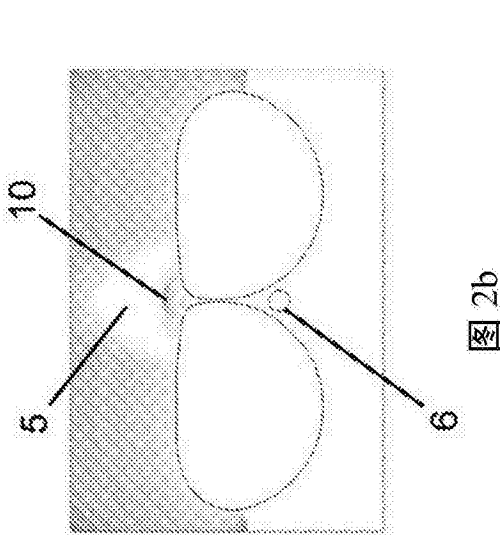
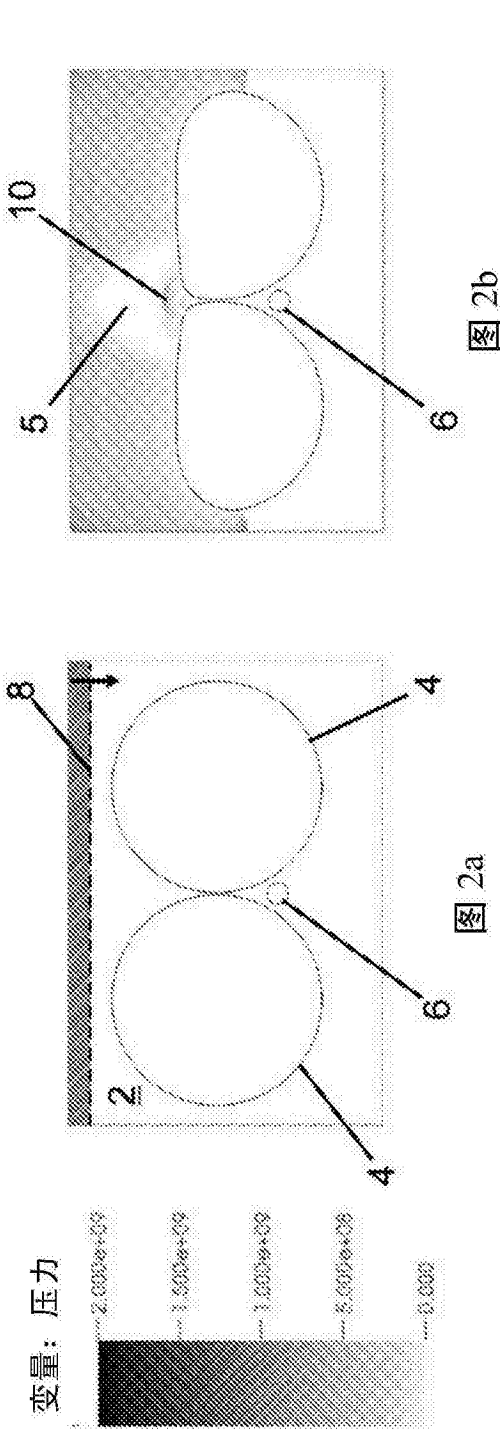


图 2c

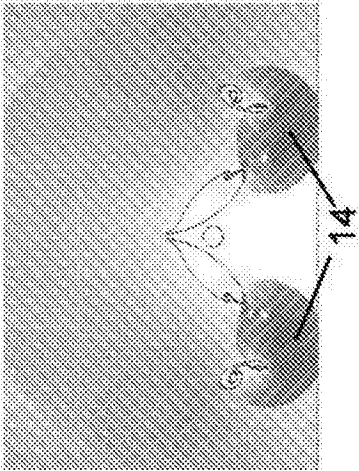


图 2d

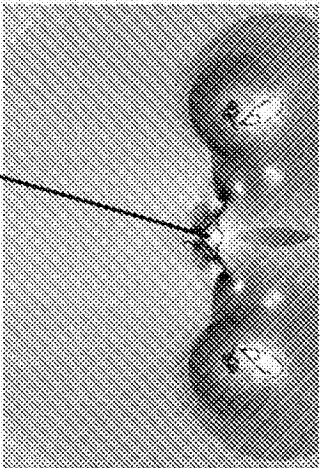


图 2e

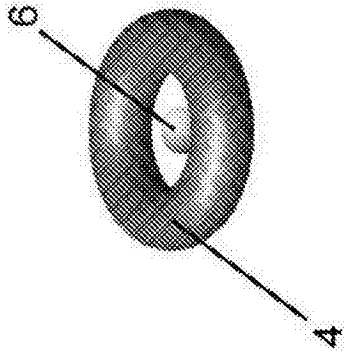


图3a

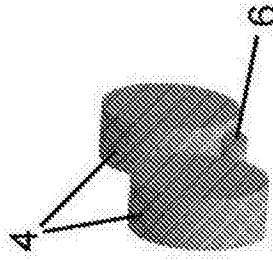


图3b

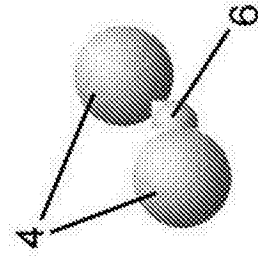


图3c

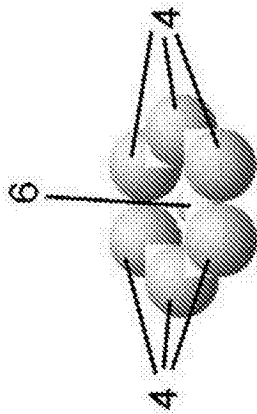


图3d

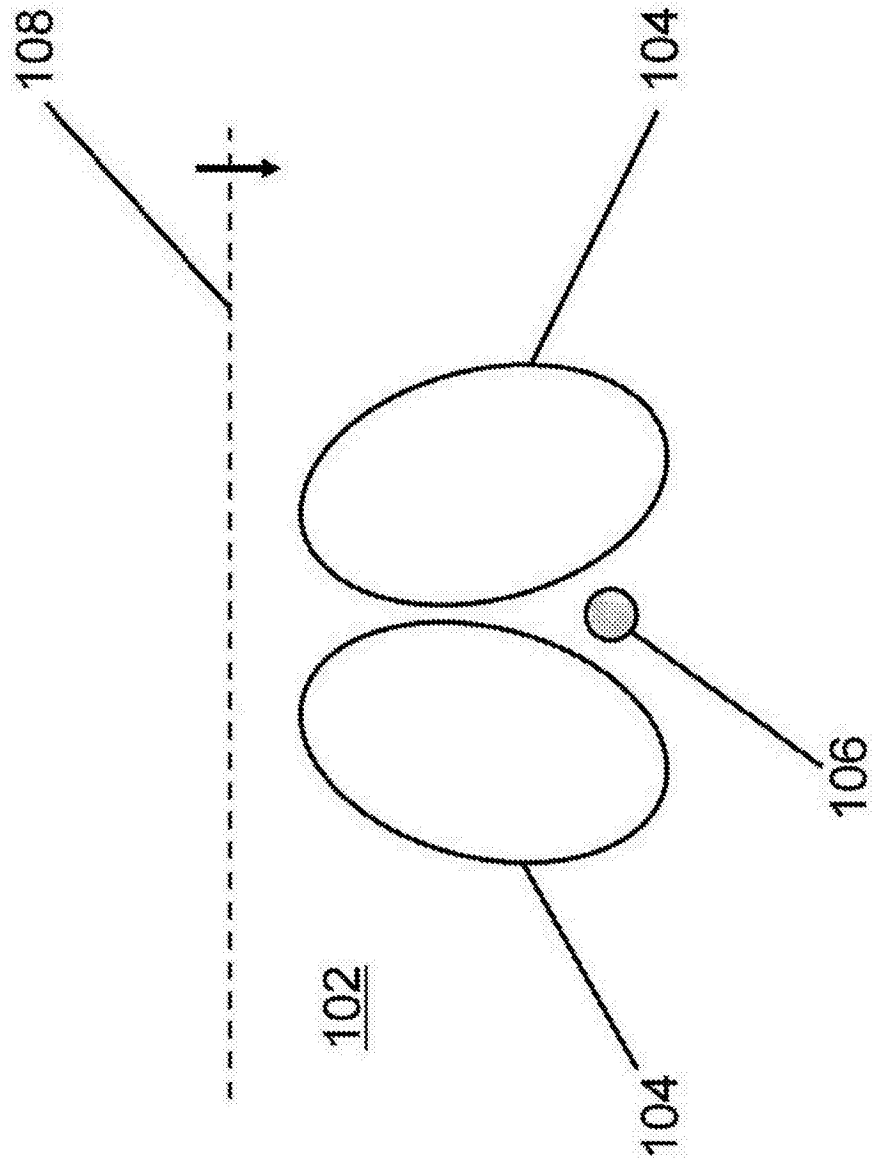


图4

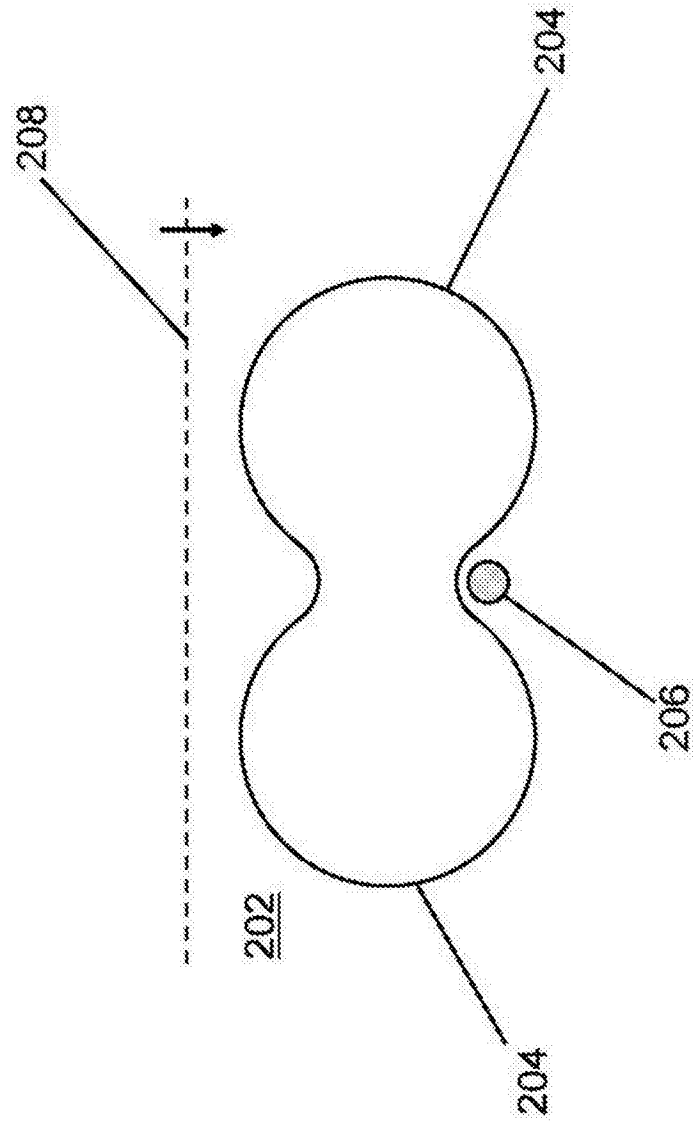


图5

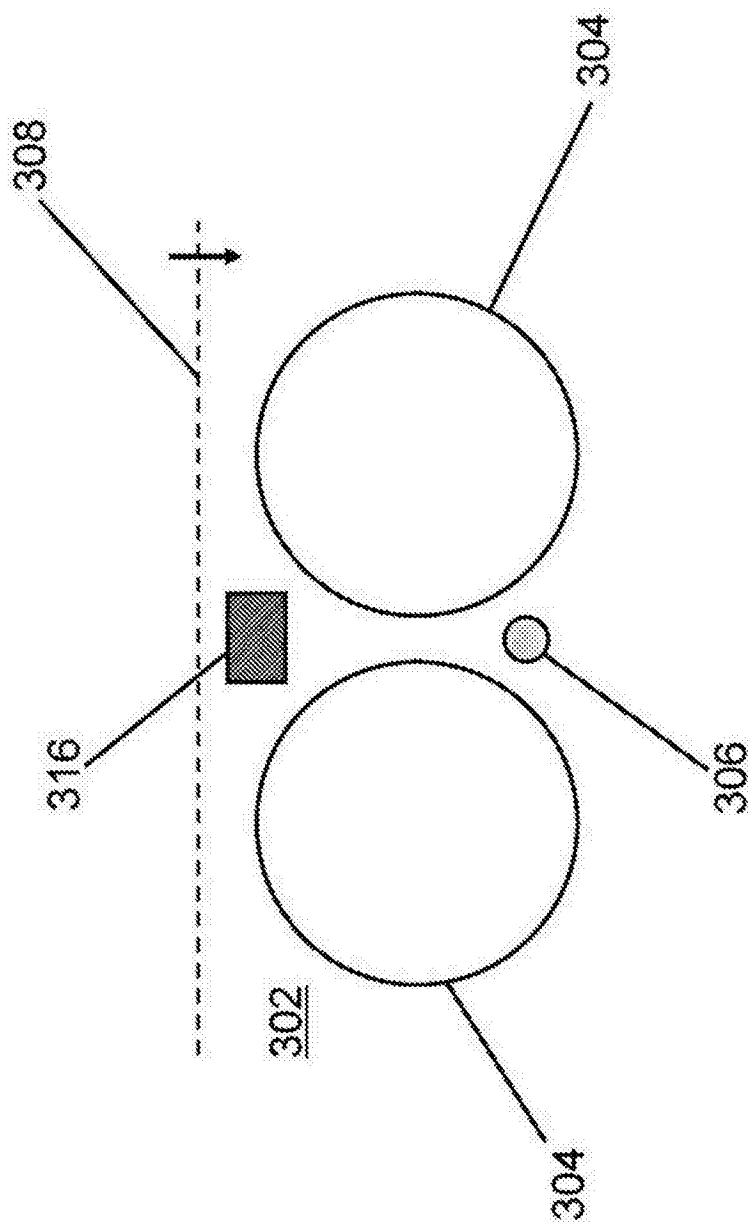


图6

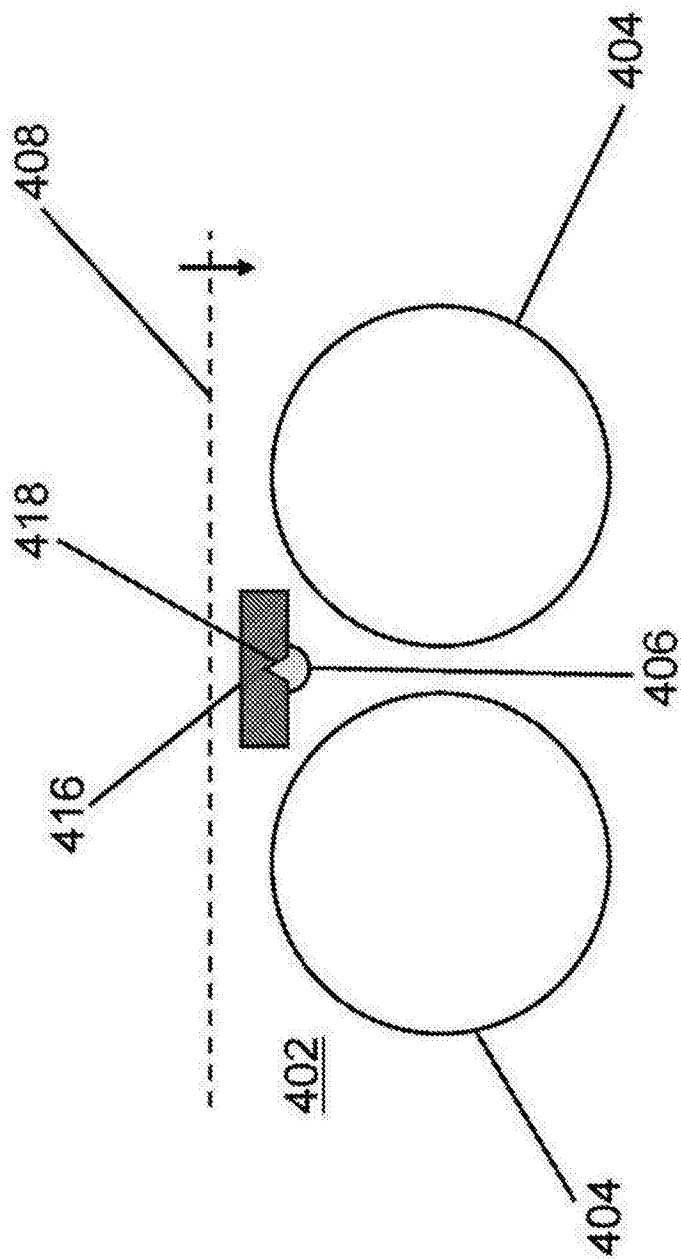


图7

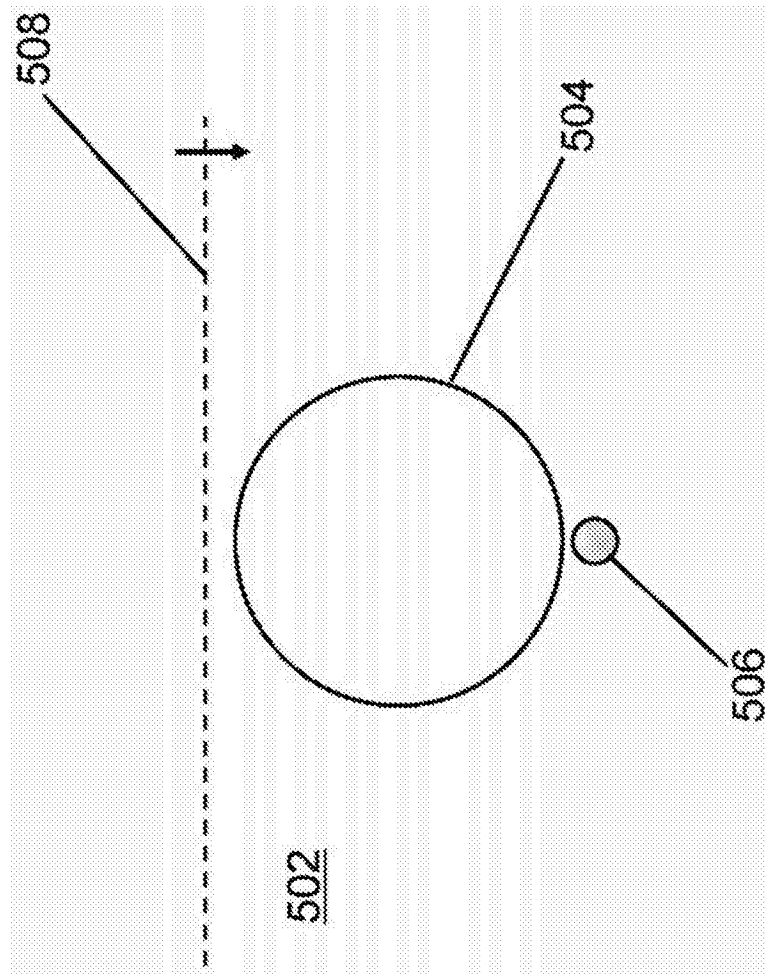


图8

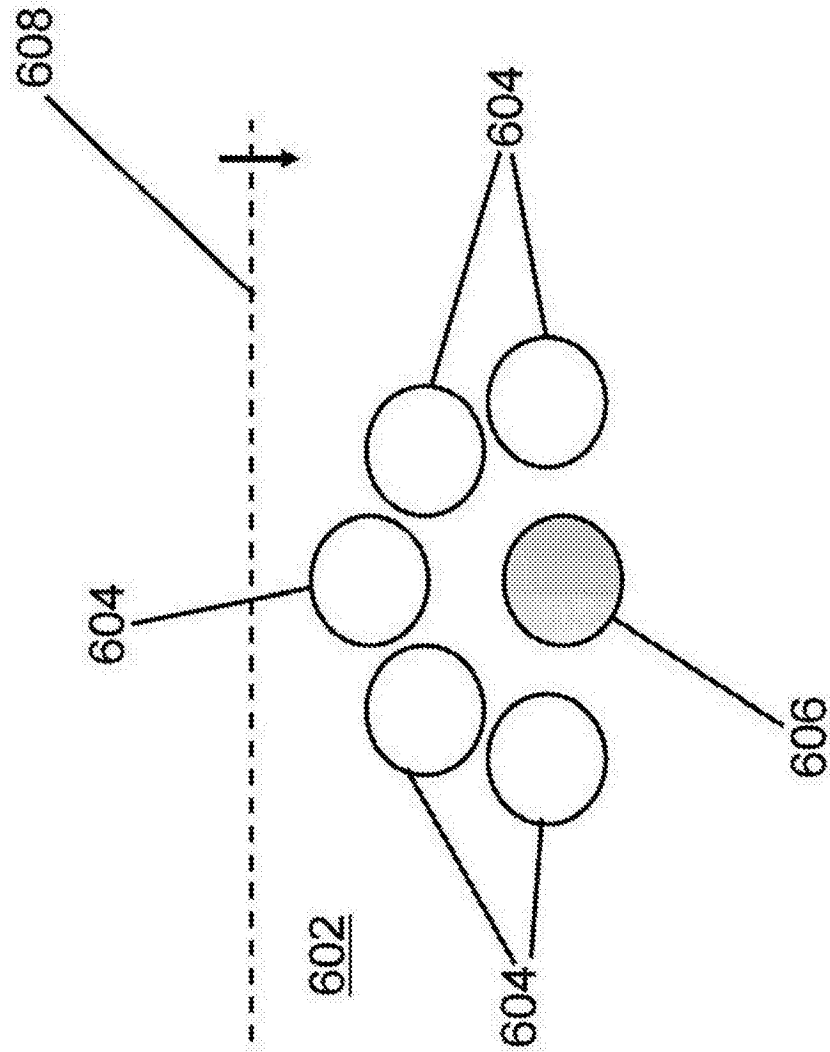


图9

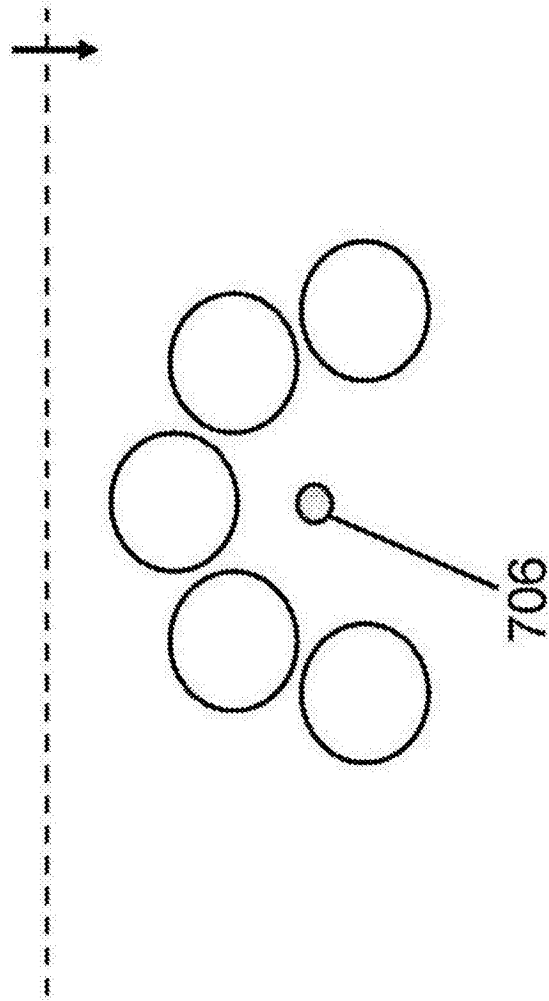


图10

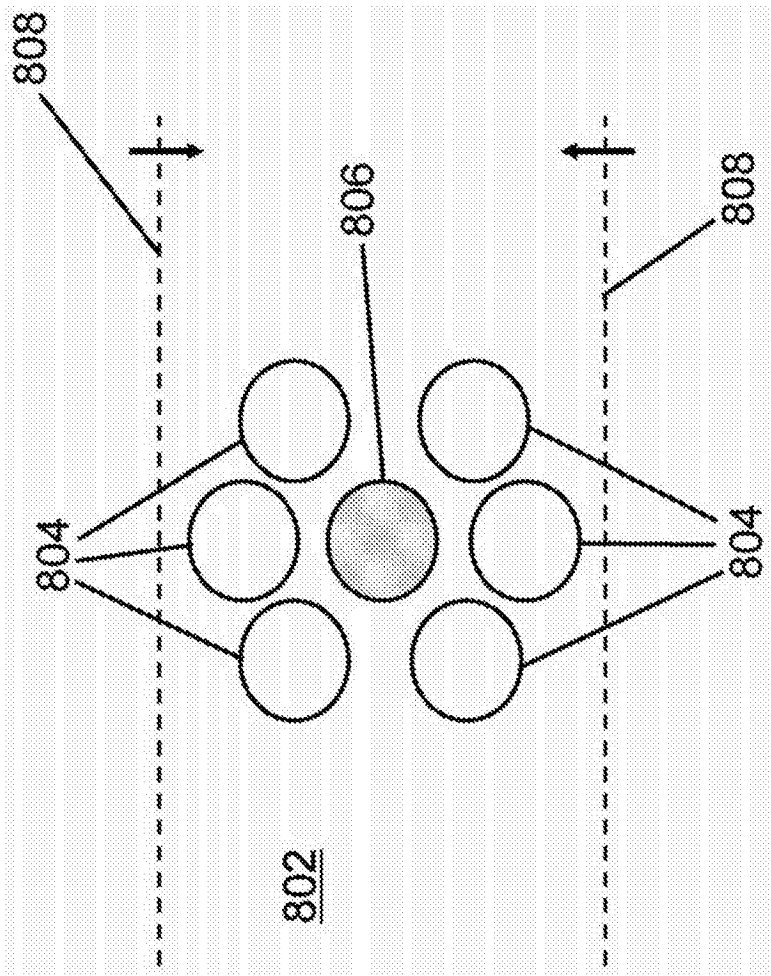


图11

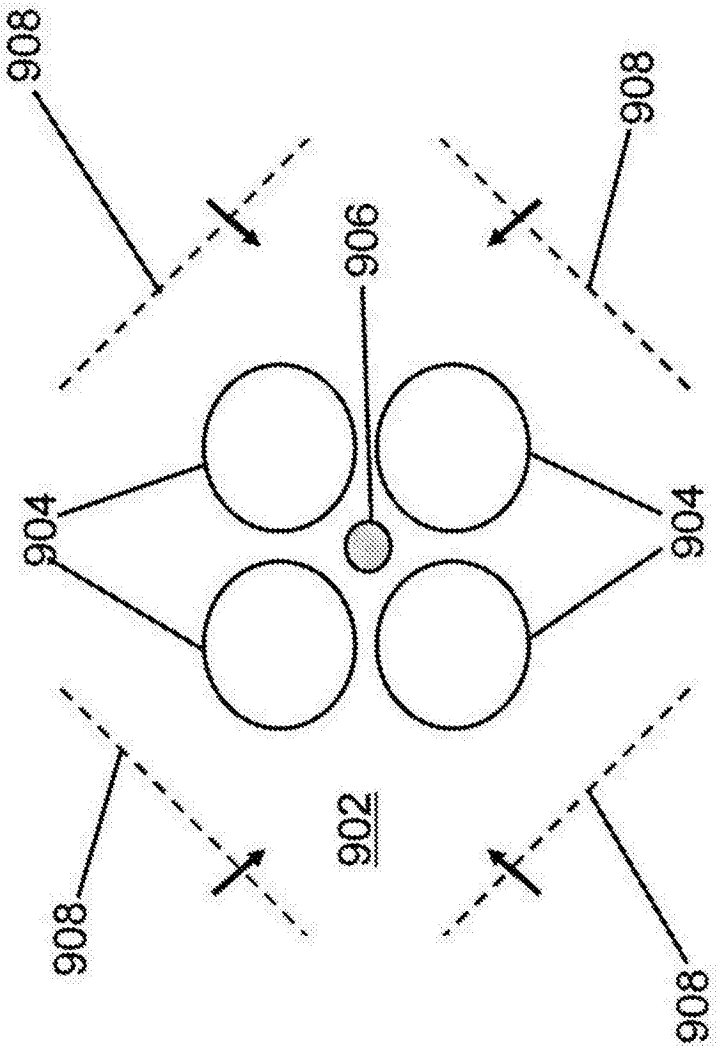


图12

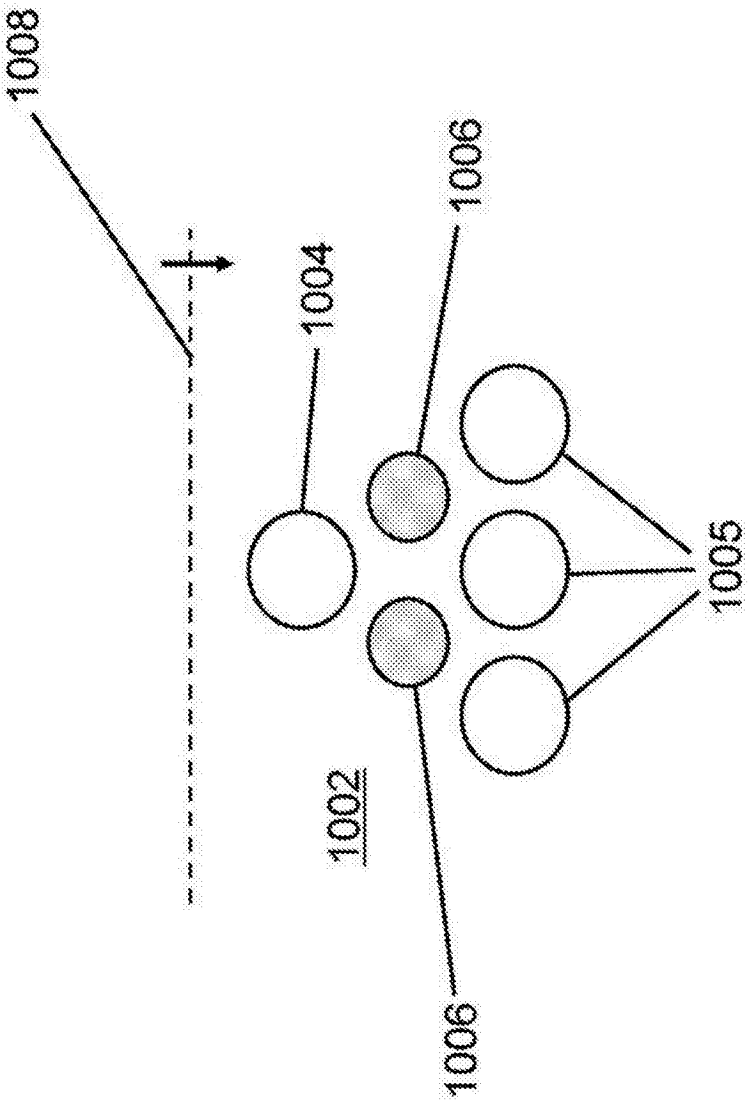


图13

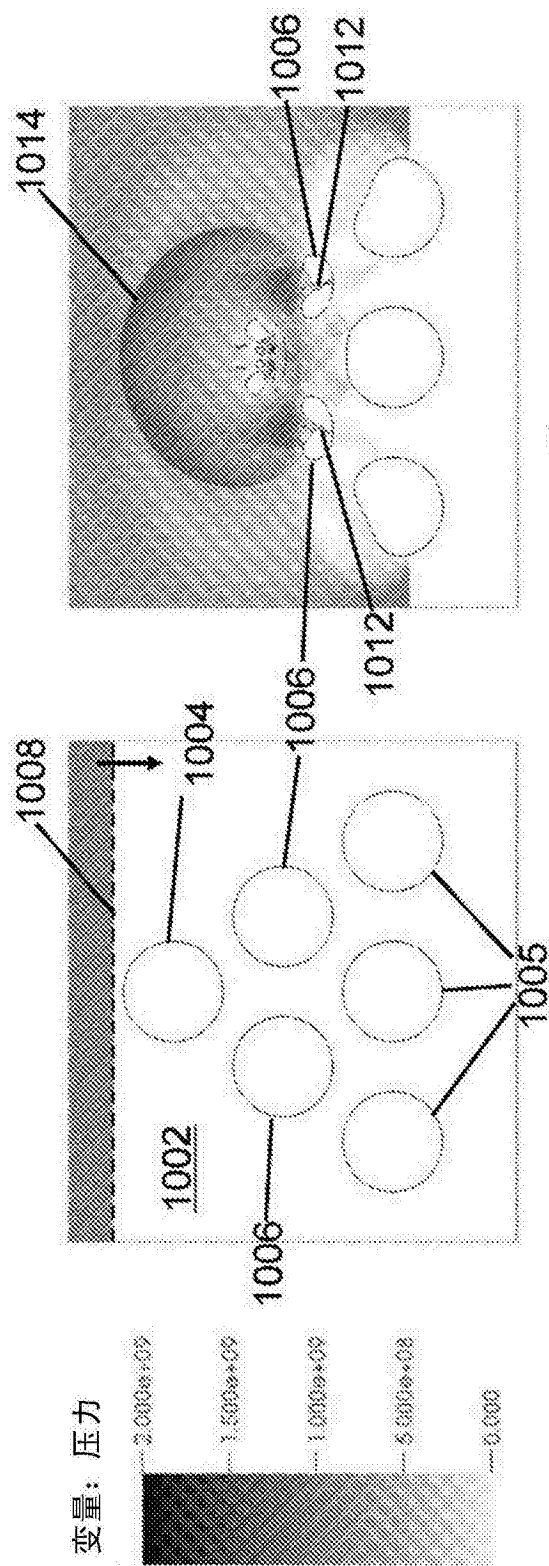


图 14b

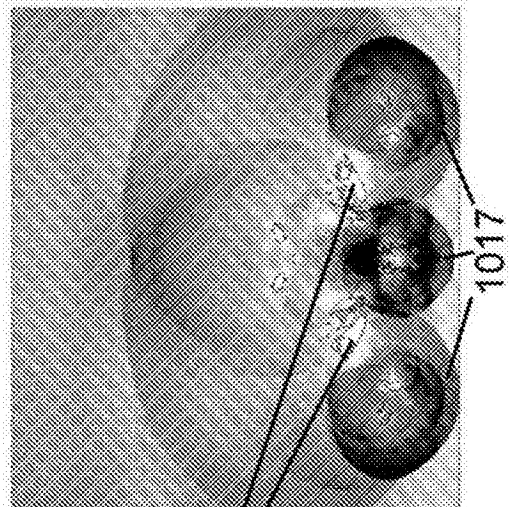


图 14d

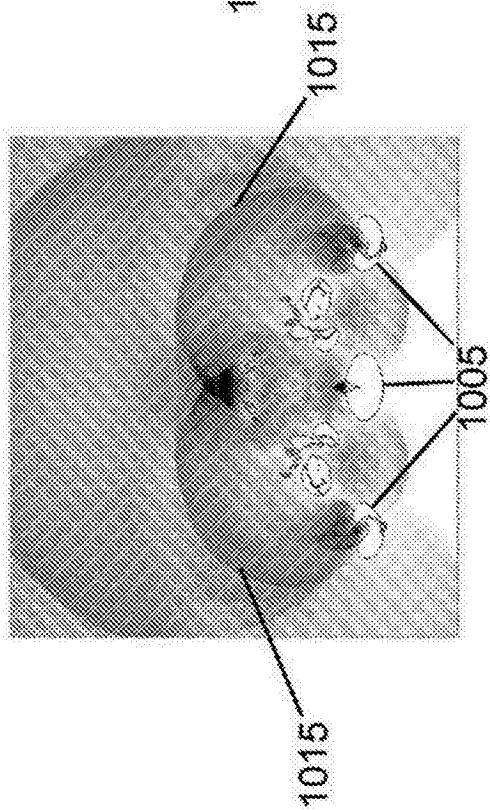


图 14c

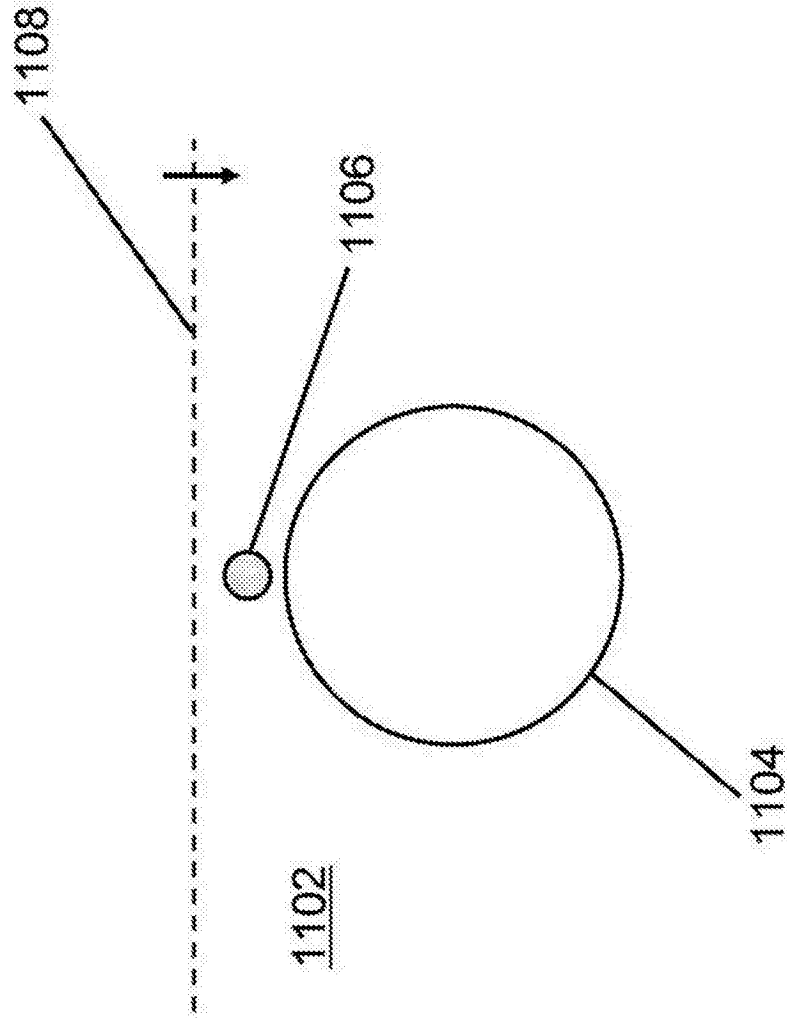


图15

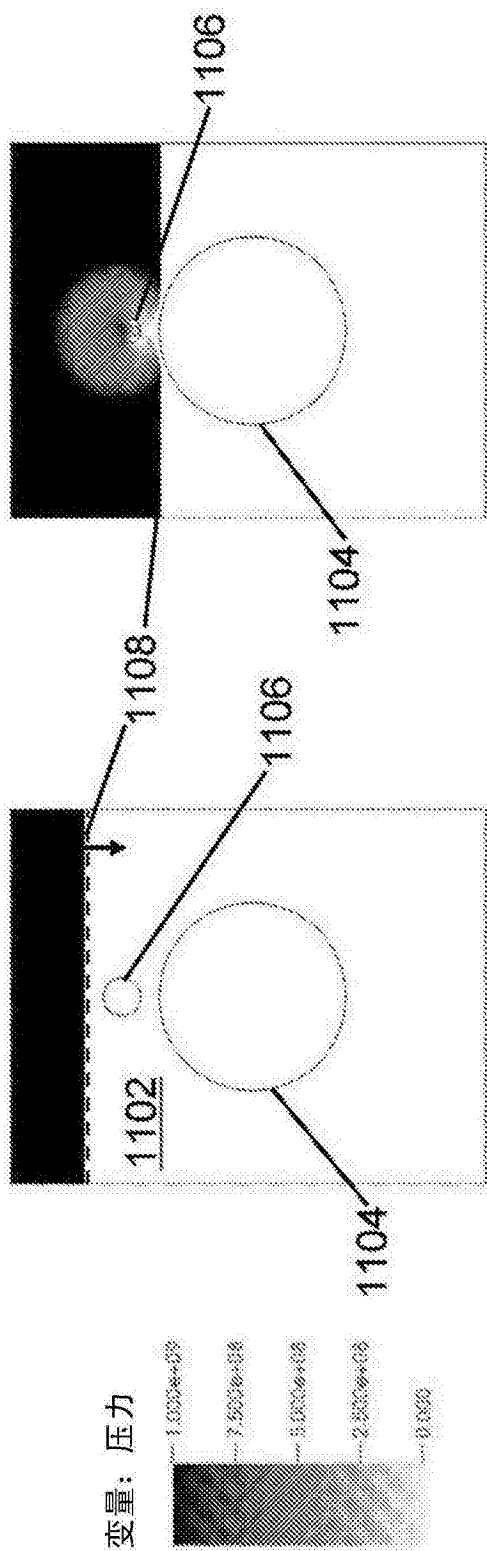


图 16a

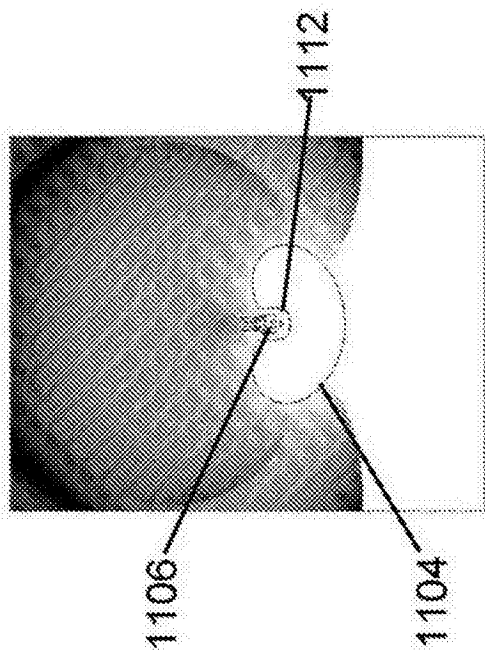


图 16c

图 16b

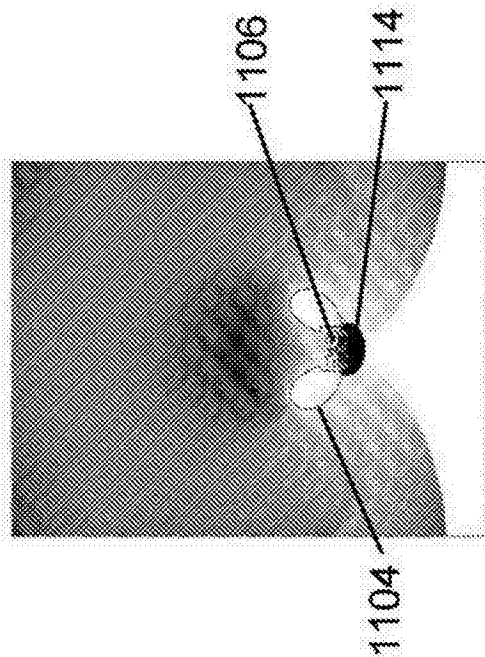


图 16d

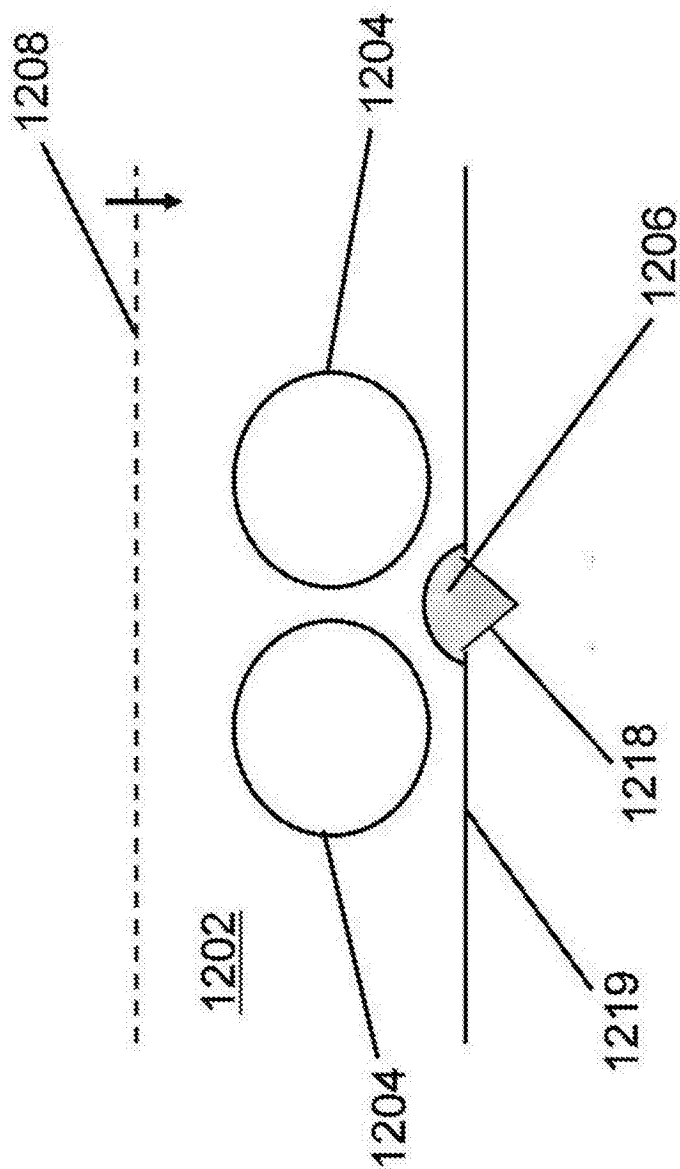


图17

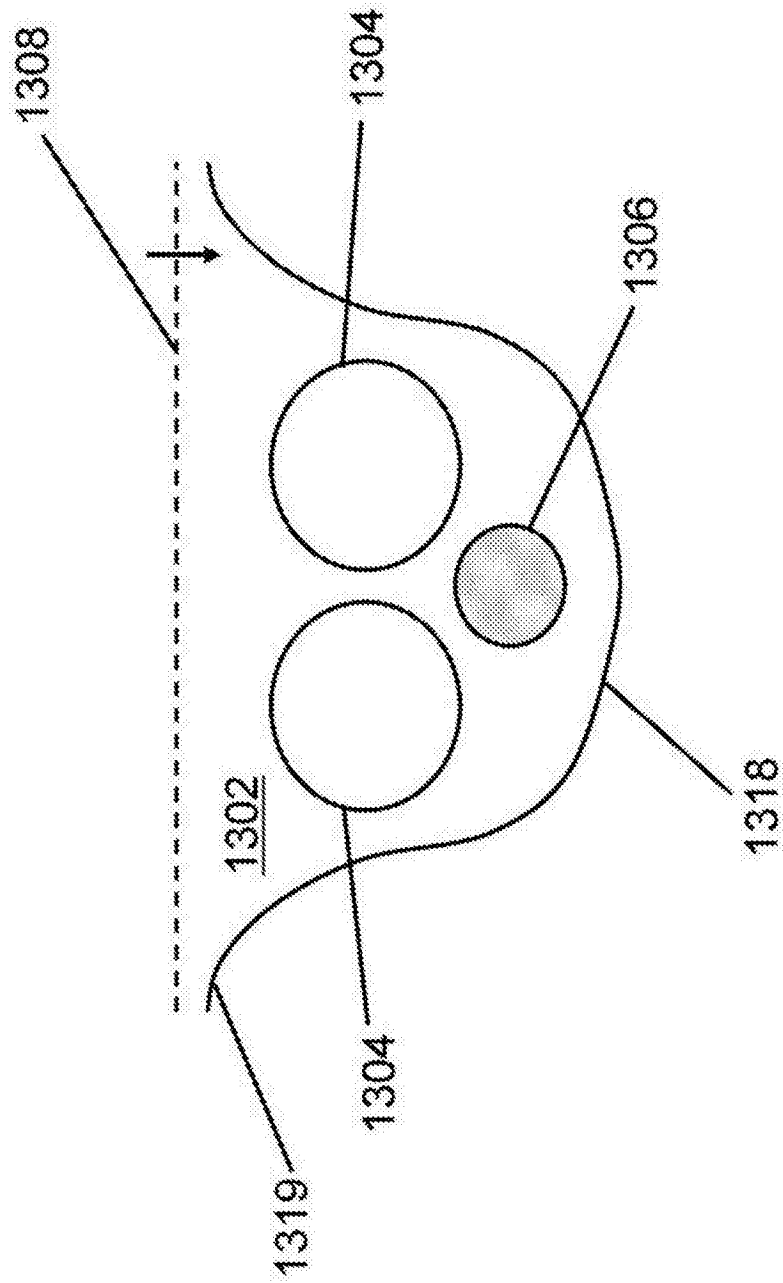


图18

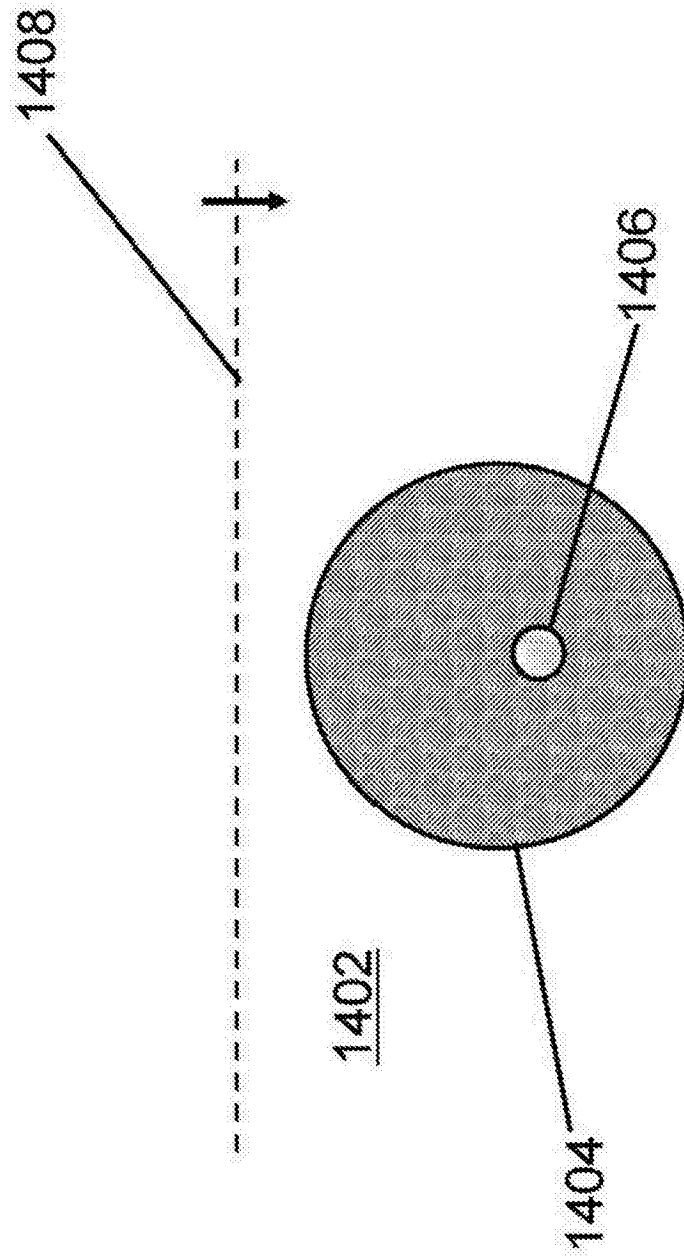


图19