

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04R 3/00 (2006.01)
H04R 25/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480030920.2

[43] 公开日 2006年11月29日

[11] 公开号 CN 1871873A

[22] 申请日 2004.8.23

[21] 申请号 200480030920.2

[30] 优先权

[32] 2003.8.21 [33] US [31] 60/496,834

[32] 2004.8.20 [33] US [31] 10/923,295

[86] 国际申请 PCT/US2004/027619 2004.8.23

[87] 国际公布 WO2005/022947 英 2005.3.10

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.20

[71] 申请人 美国技术公司

地址 美国加利福尼亚

[72] 发明人 J·J·克罗夫特三世 M·诺里斯
N·达贝尔柯

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 杨晓光 李 峰

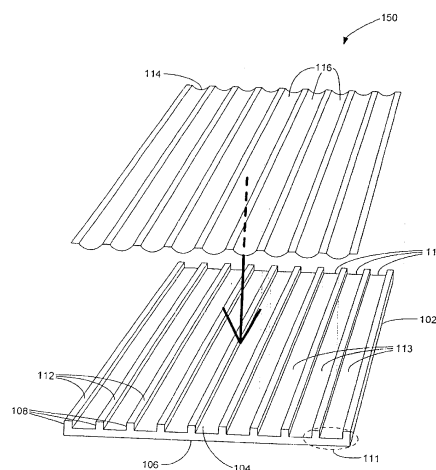
权利要求书 6 页 说明书 17 页 附图 16 页

[54] 发明名称

具有发射器膜的参量换能器

[57] 摘要

一种参量换能器，包括沿 x 轴和 y 轴延伸并具有相反的前和后表面的支撑构件。所述支撑构件 (102) 包括沿 x 轴延伸并以预定的分隔距离沿 y 轴被间隔的平行脊 (108) 的阵列。所述脊具有前向的膜接触面 (112)，用于以发射参量输出所希望的膜配置支撑发射器膜 (114)。电敏感和机械响应 (ESMR) 膜设置在所述支撑构件上方，其中所述 ESMR 膜 (114) 的一侧被所述膜接触面俘获，并且所述电敏感和机械响应膜具有对准并位于所述平行脊之间的弓形部分。所述膜接触面机械地隔离 ESMR 膜的各所述弓形部分 (116) 与邻近的弓形部分。



1. 一种参量换能器, 包括:

(a) 支撑构件, 沿 x 轴和 y 轴延伸, 并具有相反的前和后表面, 所述支撑构件包括沿 x 轴延伸并以预定的分隔距离沿 y 轴被间隔的平行脊单元的阵列; 所述脊单元具有前向的膜接触面, 用于以发射参量输出所希望的膜配置支撑发射器膜; 以及

(b) 电敏感和机械响应膜, 设置在所述支撑构件上方, 其中所述电敏感和机械响应膜的一侧被所述膜接触面俘获, 并且所述电敏感和机械响应膜具有对准并位于所述平行脊单元之间的弓形部分, 所述膜接触面机械地隔离电敏感和机械响应膜的各所述弓形部分与邻近的弓形部分。

2. 根据权利要求 1 的换能器, 其中所述电敏感和机械响应膜的所述弓形部分相对于所述前表面凹入。

3. 根据权利要求 1 的换能器, 其中所述电敏感和机械响应膜的所述弓形部分相对于所述前表面凸出。

4. 根据权利要求 1 的换能器, 还包括在所述支撑构件的所述后表面上的后板, 从而在所述前表面上产生平行沟道的阵列, 各沟道具有预定深度和结构的沟道截面和正面。

5. 根据权利要求 4 的换能器, 其中所述沟道截面包括大致与延伸至所述沟道截面的所述电敏感和机械响应膜的所述弓形部分对应的曲率。

6. 根据权利要求 5 的换能器, 其中设定所述膜接触面的高度, 以使所述电敏感和机械响应膜的各所述弓形部分与所述平行沟道的所述正面的分隔距离不大于将要从所述换能器传播的载波频率的约四分之一波长。

7. 根据权利要求 4 的换能器, 其中设定所述膜接触面的高度, 以使所述电敏感和机械响应膜的各所述弓形部分与所述平行沟道的所述正面的分隔距离小于将要从所述换能器传播的载波频率的约二分之一波长。

8. 根据权利要求 7 的换能器, 其中设定所述膜接触面的高度, 以使所述电敏感和机械响应膜的所述弓形部分与所述平行沟道的所述正面面板的

分隔距离不大于将要从所述换能器传播的载波频率的约四分之一波长。

9. 根据权利要求7的换能器, 其中设定所述膜接触面的高度, 以使至少所述电敏感和机械响应膜的所述弓形部分的中央峰深度与所述平行沟道的所述正面的分隔距离不大于将要从所述换能器传播的载波频率的约四分之一波长。

10. 根据权利要求1的换能器, 其中在不对所述电敏感和机械响应膜施加负压的情况下, 在所述膜接触面处所述电敏感和机械响应膜被偏置到所述弓形部分中。

11. 根据权利要求1的换能器, 其中所述平行脊单元包括凸起的脊, 并配置为具有保持暴露于气流的相反端。

12. 根据权利要求1的换能器, 其中所述平行脊单元包括凸起的脊, 并配置为具有对气流基本上封闭的相反端。

13. 根据权利要求1的换能器, 其中所述电敏感和机械响应膜的导电部分的至少一个表面侧的至少一个部分被蚀刻去除, 从而在所述膜的至少一个表面侧上形成所述膜的至少两个电隔离的导电部分。

14. 根据权利要求13的换能器, 还包括由多个延迟电路构成的无源延迟线, 其中各延迟电路被电耦合至所述电敏感和机械响应膜的所述电隔离导电部分中的一个, 其中所述无源延迟线产生多个驱动所述电敏感和机械响应膜的所述电隔离导电部分的参量信号, 其中至少一个所述参量信号被延迟, 以产生相位差异。

15. 根据权利要求14的换能器, 更具体地说, 其中所述电敏感和机械响应膜的所述导电部分的至少一个环形部分被蚀刻去除, 从而形成所述膜的至少一个中心圆形导电部分, 以及所述膜的至少一个外围环形导电部分, 其中所述膜的各所述导电部分被电隔离。

16. 根据权利要求1的换能器, 其中所述电敏感和机械响应膜在由接触部分交替分隔的凹入弓形部分和凸出弓形部分之间交替, 其中所述接触部分在所述支撑构件的所述膜接触面被俘获, 所述膜接触面机械地隔离电敏感和机械响应膜的各所述弓形部分与邻近的弓形部分。

17. 根据权利要求1的换能器,还包括用于将所述电敏感和机械响应膜俘获至所述膜接触面的粘合剂材料。

18. 根据权利要求17的换能器,其中所述粘合剂材料为导热粘合剂。

19. 根据权利要求17的换能器,其中所述粘合剂材料为导电粘合剂。

20. 根据权利要求17的换能器,其中在所述膜接触面上的所述粘合剂材料的厚度小于约千分之十英寸。

21. 根据权利要求1的换能器,其中所述膜接触面包括相对于所述前表面的凸出曲率。

22. 根据权利要求1的换能器,还包括C沟道导电机构,以使所述支撑构件耦合至所述电敏感和机械响应膜的边缘,在所述C沟道和所述电敏感和机械响应膜之间提供与点接触电耦合比较而言较大的电耦合面积。

23. 根据权利要求1的换能器,其中所述弓形部分的中央峰深度与另一峰深度的分隔距离不大于将要从所述换能器传播的载波频率的二分之一波长。

24. 根据权利要求1的换能器,其中所述平行脊单元的所述预定分隔距离包括至少两个不同的距离。

25. 根据权利要求1的换能器,其中所述电敏感和机械响应膜的所述弓形部分包括至少两个不同的半径。

26. 根据权利要求1的换能器,其中在将所述膜俘获至所述膜接触面之前,对所述弓形部分热塑形所述电敏感和机械响应膜。

27. 根据权利要求1的换能器,其中配置所述支撑构件,以允许从所述电敏感和机械响应膜发射的波双向传播,即沿前向和后向。

28. 根据权利要求1的换能器,其中所述电敏感和机械响应膜具有至少一个至少约为将要从所述换能器传播的主要或载波频率的十倍波长的尺寸。

29. 根据权利要求1的换能器,其中所述电敏感和机械响应膜具有至少一个至少约为将要从所述换能器传播的主要或载波频率的五倍波长的尺寸。

30. 根据权利要求 1 的换能器, 其中所述弓形部分的弧长由不大于约 100 度的圆心角限定。

31. 根据权利要求 1 的换能器, 其中所述支撑构件和脊单元将所述电敏感和机械响应膜配置为具有用于聚焦传播的波的凹入反射器曲率。

32. 根据权利要求 1 的换能器, 其中所述支撑构件和脊单元将所述电敏感和机械响应膜配置为具有用于发散传播的波的凸出反射器曲率。

33. 根据权利要求 1 的换能器, 其中所述脊单元是在为俘获所述电敏感和机械响应膜的接触面而设置的平板处的接触面。

34. 一种参量换能器, 包括:

(a) 支撑构件, 具有相反的前和后表面, 其中至少所述前表面是平滑连续结构; 以及

(b) 电敏感和机械响应膜, 设置在所述支撑构件的所述前表面上方, 所述电敏感和机械响应膜配置为用于发射参量输出, 并具有由平行接触面交替分隔的平行凸出弓形部分的阵列, 其中所述电敏感和机械响应膜的所述平行接触面在所述支撑构件的所述前表面被俘获, 从而机械地隔离电敏感和机械响应膜的各所述弓形部分与邻近的弓形部分。

35. 根据权利要求 34 的换能器, 其中设定所述凸出弓形部分的半径, 以使所述电敏感和机械响应膜的所述弓形部分的至少中央峰深度与所述平行沟道的正面的分隔距离不大于将要从所述换能器传播的载波频率的约四分之一波长。

36. 根据权利要求 34 的换能器, 其中设定所述凸出弓形部分的半径, 以使所述电敏感和机械响应膜的所述弓形部分的至少中央峰深度与所述平行沟道的正面的分隔距离不大于将要从所述换能器传播的载波频率的约二分之一波长。

37. 根据权利要求 34 的换能器, 其中配置所述支撑构件, 以使电敏感和机械响应膜的所述凸出弓形部分具有保持暴露于气流的相反端。

38. 根据权利要求 34 的换能器, 其中配置所述支撑构件, 以使电敏感和机械响应膜的所述凸出弓形部分具有保持对气流基本上封闭的至少一个

相反端。

39. 根据权利要求 34 的换能器, 其中所述电敏感和机械响应膜的所述导电部分的至少一个部分被蚀刻去除, 从而形成所述电敏感和机械响应膜的至少两个电隔离导电部分。

40. 根据权利要求 39 的换能器, 还包括由多个延迟电路构成的无源延迟线, 其中各延迟电路被电耦合至所述电敏感和机械响应膜的所述电隔离导电部分中的一个, 其中所述无源延迟线产生多个驱动所述电敏感和机械响应膜的所述电隔离导电部分的参量信号, 其中至少一个所述参量信号被延迟, 以产生相位差异。

41. 根据权利要求 40 的换能器, 更具体地说, 其中所述电敏感和机械响应膜的所述导电部分的至少一个环形部分被蚀刻去除, 从而形成所述膜的至少一个中心圆形导电部分, 以及所述膜的至少一个外围环形导电部分, 其中所述膜的各所述导电部分被电隔离。

42. 根据权利要求 34 的换能器, 还包括用于将所述电敏感和机械响应膜俘获至所述膜接触面的粘合剂材料。

43. 根据权利要求 42 的换能器, 其中所述粘合剂材料为导热粘合剂。

44. 根据权利要求 42 的换能器, 其中所述粘合剂材料为导电粘合剂。

45. 根据权利要求 42 的换能器, 其中在所述膜接触面上的所述粘合剂材料的厚度小于约千分之十英寸。

46. 根据权利要求 34 的换能器, 还包括 C 沟道导电机构, 以使所述支撑构件耦合至所述电敏感和机械响应膜的边缘, 在所述 C 沟道和所述电敏感和机械响应膜之间提供与点接触电耦合比较而言较大的电耦合面积。

47. 根据权利要求 34 的换能器, 其中所述弓形部分的中央峰深度与另一峰深度的分隔距离不大于将要从所述换能器传播的载波频率的二分之一波长。

48. 根据权利要求 34 的换能器, 其中所述电敏感和机械响应膜的所述弓形部分包括至少两个不同的半径。

49. 根据权利要求 34 的换能器, 其中在所述膜接触面俘获所述膜之前,

热塑形所述电敏感和机械响应膜的所述弓形部分。

50. 根据权利要求 34 的换能器, 其中所述电敏感和机械响应膜沿 y 轴的宽度至少约为将要从所述换能器传播的载波频率的五倍波长。

51. 根据权利要求 34 的换能器, 其中所述弓形部分的弧长由不大于约 100 度的圆心角限定。

52. 根据权利要求 34 的换能器, 其中所述支撑构件和所述电敏感和机械响应膜具有用于聚焦传播的波的凹入反射器曲率。

53. 根据权利要求 34 的换能器, 其中所述支撑构件和所述电敏感和机械响应膜具有用于发散传播的波的凸出反射器曲率。

54. 根据权利要求 13 的换能器, 其中所述换能器被多于一个相位的信号驱动, 其中至少两个相反的相位信号用于驱动所述膜的电隔离导电部分。

具有发射器膜的参量换能器

技术领域

本发明一般涉及参量扬声器领域。更具体地说，本发明涉及使用压电膜作为超声参量换能器的发射器。

背景技术

长久以来，音频再现被认为是发展完善的技术。最近几十年来，声音再现装置从圆筒或乙烯圆盘上的机械针，发展到通过激光和许多其它形式的电子媒介的模拟和数字再现。当今先进的计算机和软件允许对信号处理和合成声音控制的复杂设计，以创造听觉体验的新维度，这包括在电影和家庭影院系统中的应用。计算机产生的音频正在达到新的高度，创造着不再限于现实，而是延伸至想象的创造性领域的声音。

然而，近一百年来，在电机械扬声器与空气的界面处对声音的实际再现的原理基本上保持不变。很明显，动圈式扬声器支配着这种扬声器技术，其构成90%以上的当今使用的商业扬声器。实际上，被称为动圈式扬声器的一般种类的音频再现装置始于磁铁、音圈和锥盆（cone）的简单组合，由电信号进行驱动。磁铁和音圈将可变的信号电压转换为机械位移，代表在作为常规多级换能器的动圈式扬声器内的第一级。附设的锥盆提供第二级，即在电换能器和换能器周围的空气包络之间的阻抗匹配，使得音圈的小振动的传输呈现为可以充满礼堂的扩张压缩波。这种多级系统包括了当前再现声音的基本途径，特别是在高能量水平。

较小范畴的扬声器，通常称为膜或振动膜换能器，依靠膜的发射器表面区域的运动，该运动典型地由静电或平面磁驱动器构件产生。虽然几十年来静电扬声器已成为音频通信的整体部分，然而其普及受到很大的限制。

典型地，已知这种膜发射器为低功率输出装置，其仅仅适用于小房间或有限空间。一些例外是，已发现主要采用商业膜换能器作为高频扬声器和其它高频装置，其中膜发射器的宽度等于或小于声音的传播波长。应用较大膜装置的尝试导致发射器共振频率与声音输出匹配很差，以及许多机械控制问题，例如与定子或驱动器均匀间隔的保持、电动电场的均匀施加，相位匹配、频率均衡等。

与许多发展完善的技术一样，声音再现技术状态的进展通常局限于动圈式和静电系统的基本领域内较小的增强和改进。实际上，基本上所有这些改进都在相同的基本原理内起作用，这些基本原理形成公知的音频再现的基础。这些基本原理包括以下构思：(i) 声音在扬声器面部产生，(ii) 基于换能器的往复运动，(iii) 在直接将空气激励成为希望的音频振动的频率。由该基本构思产生解决大量问题的众多扬声器解决方案，其涉及优化将能量从高密度的扬声器质量 (mass) 转移至几乎无质量的必须传播声音的空气媒介的挑战。

第二个为现有技术动圈式和静电换能器所共有的基本原则是以下事实，即声音再现基于线性工作模式。换言之，常规声音产生的物理学依赖于遵照吸收的能量与在空气媒介中产生的波传播之间的线性关系的数学。这些特征使得能够对音频信号进行可预测处理，预期当作为声波从换能器传播时，对电路或信号施加的给定能量的输入将产生相应的、成比例的输出。

在这种常规系统中，以线性模式维持空气媒介极为重要。如果空气被过度驱动至非线性模式，将发生严重的失真，且该音频系统实质上是不可接受的。在邻近动圈式扬声器锥盆或发射器振动膜表面的空气分子被驱动至过高的能量水平，超出空气分子对扬声器运动以相应的方式进行响应的能力时，该非线性发生。简言之，当空气分子不能与扬声器的运动相匹配，以致扬声器给予空气多于空气可以线性模式耗散的能量的负载时，则发生非线性响应，导致严重的失真且使扬声器不能工作。因此，常规的音响系统被构造为避免该限制，确保扬声器换能器严格工作在线性范围内。

然而，参量音响系统代表着在音频声音产生中的异态。并非工作在常规的线性模式，参量声音只能在空气媒介被驱动至非线性状态时产生。在该独特的工作领域中，音频声音不是从扬声器或换能器单元传播。而是换能器被用于传播高能量的、超出人类听觉范围的超声带宽的载波。因此超声波用作载波，其可以用音频输入调制，当被驱动至非线性条件时该音频输入产生能够在空气中解耦合的边带特性。通过这种方式，是空气分子而非扬声器换能器将产生参量系统的音频成分。具体地说，是超声载波的边带成分利用音频信号给与空气分子能量，使得能够在音频频率下进行最终的波传播。

参量扬声器系统与常规音频系统的另一个基本区别是，以现有技术音频系统为特征的高能换能器看来不能提供有效参量扬声器工作所需的必要能量。例如，常规音频系统的主要动圈式扬声器种类以其高能量输出而众所周知。很明显，由实际上所有目前使用的高功率音频扬声器系统都依赖于动圈式扬声器装置这一事实，锥盆/磁换能器将高能量水平转移至周围的空气的能力是很显然的。比较而言，低输出装置，例如静电和其它振动膜换能器，对于高功率要求实际上是不可接受的。作为明显的实例，考虑用于体育场和其它室外场所的大型音乐会的室外音频系统。通常，为给这些听众提供直接的音频，必须使用笨重的动圈式扬声器。在此场合建议使用低功率膜振动膜将被认为是愚蠢和不切实际的。

然而在参量声音产生中，本发明人惊讶地发现，在产生高功率的参量音频输出时，膜发射器胜过动圈式扬声器。实际上，本发明人的一般经验是，对参量装置应用常规音频实践的努力通常将产生不令人满意的结果。这在使用常规音频技术获得高声压水平以及最小失真的尝试中已得到证明。也有这种可能，对参量音响系统的结构应用常规音频设计的现有技术趋势抑制和推迟了商业参量音响系统的成功实现。这由关于参量音响系统的现有技术专利已使用可与常规动圈式扬声器相比的高能量、类似多级的双压电晶片换能器这一事实得到证明。尽管在该领域进行了广泛、国际性的研究，这些参量扬声器中没有一个能够以可接受的方式工作。

总之，尽管常规音频系统依赖于广泛接受的声学原理，即 (i) 在扬声器换能器的面部产生声波，(ii) 基于高能量输出装置，例如动圈式扬声器，(iii) 同时工作在线性模式，本发明人发现，对于参量应用优选恰好相反的设计标准。具体地说，利用以下条件有效地产生有效的参量声音：(i) 较低能量膜的振动膜，(ii) 在非线性模式下，(iii) 传播具有在空气中解耦合的调制边带成分的超声载波 (iv) 在离开换能器面部较远的距离。考虑到这些区别，在几十年来对常规音频技术的研究发展出的大多数常规知识完全不适用于与产生参量声音相关联的问题，也就不令人感到奇怪了。

示出与常规音频换能器相比的参量发射器设计的独特之处的换能器设计的一个特定区域是，为在足够的能量水平产生超声输出以在所需的非线性条件下驱动空气而改变膜发射器。如上所述，已知膜发射器为低能量装置。然而，如在母专利申请中所公开的，现在已为参量换能器发展了膜发射器。通常，该发射器设计的特征是设置整个单片膜振动膜的小发射器部分的阵列。虽然在常规观点看来膜发射器局限于低功率应用，但以下公开提供了对能够产生高功率输出的有效膜发射器的发展的进一步提高。

发明内容

已确定，发展这样的参量扬声器系统是有利的，该扬声器使用压电膜作为发射器，其中该膜可不通过由真空或其它设备提供的正或负压强来维持而加以应用。

本发明提供一种参量换能器，包括沿 x 轴和 y 轴延伸并具有相反的前和后表面的支撑构件。所述支撑构件包括沿 x 轴延伸并以预定的分隔距离沿 y 轴被间隔的平行脊单元的阵列。所述脊单元具有前向的膜接触面，用于以发射参量输出所希望的膜配置支撑发射器膜。电敏感和机械响应 (ESMR) 膜设置在所述支撑构件上方，其中所述 ESMR 膜的一侧被所述膜接触面俘获，并且所述电敏感和机械响应膜具有设置在所述平行脊之间的弓形部分。所述膜接触面机械地隔离 ESMR 膜的各所述弓形部分与邻近的弓形部分。

通过以下结合附图给出的详细说明，本发明的其它特征和优点将显而易见，其中该详细说明和附图通过实例共同示出了本发明的特征。

附图说明

以下图示示出了用于实施本发明的示例性实施例。图示中相同的参考标号代表本发明的不同视图或实施例中的相同部件。

图 1a 是根据本发明的实施例的支撑构件的底部透视图；

图 1b 是根据本发明的实施例的超声参量换能器的透视图，该超声参量换能器包括支撑构件和将要对支撑构件施加的压电型膜；

图 2a 是图 1 中的换能器的透视图，其中膜被施加到支撑构件上；

图 2b 是根据本发明的实施例的换能器的透视图，其中支撑构件具有平滑连续结构的前表面；

图 2c 是换能器的透视图，其中支撑构件使膜配置为具有凹入反射器曲率以聚焦传播的波；

图 2d 是换能器的透视图，其中支撑构件使膜配置为具有凸出反射器曲率以发散传播的波；

图 3 是沟道截面的放大透视图，以示出换能器的一些关键尺寸；

图 4 是根据本发明的实施例的换能器的透视图，该换能器包括具有配置为凹入曲率的沟道截面的支撑构件；

图 5 是根据本发明的实施例的换能器的透视图，其中支撑构件的膜接触面包括相对于前表面的凸出曲率；

图 6a 是根据本发明的实施例的换能器的透视图，其中膜配置为交替的凹入和凸出弓形部分的形状；

图 6b 是换能器的透视图，其中膜配置为具有从支撑构件突出的弓形部分；

图 7a 表示由通过提供无源延迟线而产生的多个参量信号驱动的膜的多个电隔离导电部分；

图 7b 表示换能器，其在逐渐增大的环形结构中具有膜的多个电隔离导

电部分;

图 7c 表示用于将电接触连接至图 7b 中的换能器的一种方法;

图 7d 表示用于将电接触连接至图 7b 中的换能器的一种方法;

图 8 是参量扬声器的截面图, 其中利用 C 沟道导电机构将膜耦合到支撑构件; 以及

图 9 是支撑构件的一个实施例的图示。

具体实施方式

现在将参考在图示中所示的示例性实施例, 并且在此将使用特定语言对其进行说明。然而应理解, 并非由此旨在限制本发明的范围。对于获得本公开的相关领域的技术人员可以想到的, 对在此示出的本发明的特征的改变和进一步的修改, 以及对在此示出的本发明的原理的其它应用, 被认为是本发明的范围内。

本发明的母申请, 即于 1997 年 3 月授权给 Selfridge 的美国专利 6,011,855, 与随后的专利申请一起, 介绍了作为用于将参量信号发射到空气中的装置的压电膜。压电膜的使用使得能够在整个宽阔的超声发射器表面产生均匀波阵面。为使“基本信号”, 或者载波, 与“情报携带信号”之间的干涉最大化, 将膜形成为多个弓形, 其中每个弓形作为独立的发射器。通过以下方式形成弓形, 将膜设置在包括多个开口的发射器板的一侧, 同时在发射器板的相反侧设置真空以将膜从发射器板吸出, 从而形成弓形。

已发现, 在由真空引发的受压状态下对发射器板施加膜, 这可导致压电膜具有取决于在特定点处施加于膜上的压强的可变共振频率, 以及可导致发射的波包括不希望的失真。另外, 真空的密封要求增加了扬声器的质量、体积和制造的复杂性。最后, 维持气密的真空室十分困难。

图 1a 和 1b 示出了不需要永久真空密封的超声参量换能器。图 1a 为沿 x 轴和 y 轴延伸的支撑构件 101 的底视图。该支撑构件保持沿 x 轴延伸且以预定分隔距离沿 y 轴被间隔的平行脊 108 的阵列。这些脊具有前向的膜接触面 112, 用于以发射参量输出所希望的膜配置俘获发射器膜。在本实

施例中，脊 108 之间的部分 120 被暴露于气流中。

图 1b 中的换能器包括具有相反的前表面 104 和后表面 106 的支撑构件 102，该支撑构件沿 x 轴和 y 轴延伸。该支撑构件保持沿 x 轴延伸且以预定的分隔距离沿 y 轴被间隔的平行脊 108 的阵列。在后表面 106 上已形成后板，在前表面上产生平行沟道 110 的阵列，各沟道具有预定深度和配置的沟道截面 111 和正面 113。脊 108 各具有前向的、位于支撑构件 102 上方高度的膜接触面 112。配置膜接触面 112 以在支撑构件 102 上方的高度俘获用作发射器的膜 114。该膜的弓形部分 116 相对于平行沟道 110 的阵列的沟道截面对准。

通常，支撑构件可以包括任何保持基本上平行配置的脊 108 的结构。图 1a 示出了具有两个沿 y 轴延伸的保持横梁的支撑构件。可使用更精细的支撑构件，其包括多于或少于两个保持横梁。如图 1b 所示，整个后板可用于保持脊 108。只要不偏离本发明的范围，可以对图 1a 中所示的支撑构件进行多种改变。

平行脊可以包括为俘获膜并形成膜的中间弓形部分 116 而提供膜接触面 112 的任何结构。由平行脊产生的截面 111 和平行沟道 112 不必是如图 2a 所示的矩形。可以对平行脊进行多种修改，同时仍提供如本发明所公开的膜接触面。例如，注意到图 2b 示出了这样的平板，其包括作为部分前板表面的平行脊单元并提供膜接触面。

膜接触面可以包括能够在膜的弓形部分 116 之间俘获膜的任何结构。该膜接触面应当这样配置：当它们俘获膜时，膜 116 的各中间弓形部分基本上与所有其它弓形部分隔离。

各种膜可以用作发射器膜。重要的标准是，该膜能够：(i) 在空腔位置或偏离支撑构件的位置变形为弓形发射器部分，以及 (ii) 对施加的电信号响应，以对应于信号的内容再现声音输出的方式收缩和伸展。虽然压电材料是提供这些设计要素的基本材料，然而正在研制技术上不是压电性质的新的聚合物。然而，这些聚合物对电敏感且以类似于常规压电成分的方式对机械响应。因此，应当理解，在本申请中对压电膜的参考旨在拓展到

任何电敏感和机械响应 (ESMR) 的适合膜, 以便能够在目标换能器中实现声波。

如图 2a 所示, 对支撑构件 102 施加 ESMR 膜 114, 在膜接触面 112 处 ESMR 的一侧被俘获, 且弓形部分 116 相对于平行沟道 110 的阵列的沟道截面 111 对准。

图 2a 所示的实施例具有以相对于前表面 104 的凹入结构施加的弓形部分。与采用凸出弓形部分的换能器 (如图 6b 的实施例所示) 相比, 凹入结构产生非常坚固的换能器。因为弓形部分凹入, 在换能器的使用期间, 平行脊 108 充分保护膜不受意外接触。凹入结构的另一个优点是可以获得高方向性。例如, 如图 6b 所示, 凸出弓形部分结构比凹入结构易于使传播的波发散。

当对图 1b 中的支撑构件 102 施加发射器 114 时, 在后表面 106 上已形成后板的情况下, 该支撑构件和后板仅允许发射的波沿前向传播。然而, 当对图 1a 中的基本支撑构件 101 施加发射器 114 时, 该后表面具有开口 120, 其允许在前表面 104 和后表面 106 之间空气流动。因此, 该支撑构件可以允许发射波的双向传播, 即沿前向传播和后向传播。

可以使用粘合剂物质使 ESMR 膜在膜接触面被俘获。该粘合剂物质在图 3 中表示为 310。可优选该粘合剂为导电性的, 从而膜接触面 112 也可作为电极, 以将对支撑构件施加的电压转移至 ESMR 膜 114。当对 ESMR 膜施加高电平的电压时, 该膜可产生必须被耗散的热量。因此, 可优选粘合剂为导热性的, 从而支撑构件 102 也可以作为 ESMR 膜 114 的热沉。最后, 为使制造工艺简单并提高换能器的可靠性, 也可优选粘合剂具有快速固化时间, 当施加加速或活化液体时促进该固化时间。当对膜接触面施加该粘合剂材料时, 尽可能均匀地施加该粘合剂是重要的。粘合剂或膜接触的不一致将导致膜的弓形部分不一致, 这导致较低的 Q 值和不希望的失真。可以使用丝网印刷技术以均匀施加粘合剂。粘合剂的厚度可优选为小于千分之十英寸。

图 2b 示出了换能器 210, 其包括具有相反的前表面 204 和后表面 206

的支撑构件 202，其中至少前表面 204 是平滑连续的结构，这意味着支撑构件不具有如图 1a 所示的脊。而是，该支撑构件包括这样的脊单元，其中 ESMR 膜如在单元 (item) 222 所示被俘获。具体地说，将 ESMR 膜 214 设置在支撑构件 202 的前表面 204 上方，所述 ESMR 膜 214 配置为用于发射参量输出。该 ESMR 膜也配置为具有被平行接触面 222 交替分隔的平行凸出弓形部分 216 的阵列。该接触面在支撑构件 202 的前表面 204 处被俘获，从而机械地将 ESMR 膜的各弓形部分 216 与邻近的弓形部分隔离。图 2b 所示的换能器也可包括 ESMR 膜 214 上方的保护罩，以在工作或运输期间保护凸出弓形部分不发生意外接触。

图 2b 中的换能器结构提供这样的优点，其具有简单的支撑构件设计。支撑构件 202 的前表面 204 是平滑和连续的，没有如图 1b 的支撑构件 102 中提供的脊 108 和沟道 110 的阵列。这种简单的支撑构件设计便于换能器 210 的制造工艺，因为不再必须使中间隔离物 222 精确对准图 1b 和图 2a 中所示的膜接触面 112。

图 2c 示出了图 2a 所示的换能器的变型，其中支撑构件 202 使 ESMR 膜 214 配置为具有凹入反射器曲率。在此实施例中，从膜传播的波可以被会聚至较小的区域。图 2b 中的换能器也可配置为凹入反射器曲率。作为图 2c 的进一步的变化，整个膜可以形成为凹入碗，其允许传播的波会聚在空间中的指定点。

图 2d 示出了图 2a 所示的换能器的变型，其中支撑构件 252 使 ESMR 膜配置为具有凸出反射器曲率。在此实施例中，从膜传播的波可以被发散至较大的区域。图 2b 中的换能器也可配置为凸出反射器曲率。作为图 2d 的进一步的变化，整个膜可以形成为凸出碗，其允许传播的波发散至更大的区域。

一旦在图 2a 的支撑构件 102 或图 2b 的支撑构件 202 处俘获 ESMR 膜，可对膜施加电参量信号，使弓形部分 116 振动。因为弓形部分之间的 ESMR 膜的区域在图 2a 的膜接触面 112 或图 2b 的支撑构件 202 处被俘获，膜 116 的各弓形部分的运动基本上是机械隔离的。对弓形部分的这种机械隔离基

基本上消除了一个弓形部分的振动与另一弓形部分的振动发生干涉的可能性。可以策略地设置在图 3 中标记为“w”的膜接触面的宽度，使得膜接触面尽可能小，从而使自由振动的膜的面积最大化，也使传播的波的振幅最大化，然而膜足够宽，以机械地隔离膜的各弓形部分的运动。通过机械地隔离膜的弓形部分 116 的运动，与不对膜的各部分的运动进行机械隔离可实现的结果相比，可以更精确地设置和维持各弓形部分的恰当曲率和半径（图 3 中的“r”）。通过维持对膜的各弓形部分的精确控制，如由本发明的机械隔离技术所提供的，整个膜的形状将高度一致。该一致性使得膜具有至少大于 2 的 Q 值，产生高于换能器参考水平超过 6dB 的发射波。可优选维持膜的高度一致性，使 Q 值远大于 2。

在一个实施例中，在平行脊的阵列处不对 ESMR 膜施加负压的情况下，可以在膜接触面处 ESMR 膜被偏置到弓形部分中。

在一个实施例中，支撑构件 102 的平行沟道 110 配置为具有相反端 118 和 120，它们保持暴露于气流中，以避免变化的振幅的压强差异，并提供冷却。图 2a 示例了该结构，其中平行沟道 110 暴露于空气中。在另一个实施例中，平行沟道 110 配置为具有至少一个基本上对气流封闭的相反端 118 和 120。

在一个实施例中，配置图 2b 中的支撑构件 202，以使 ESMR 膜的凸出弓形部分具有保持暴露于气流中的相反端。图 2b 示例了该结构，其中凸出弓形部分具有保持暴露于气流中的相反端。在另一个实施例中，配置支撑板 202，以使 ESMR 膜的凸出弓形部分具有至少一个基本上保持对气流封闭的相反端。

利用在本发明中所公开的结构 ESMR 膜和支撑构件，获得许多优于现有技术的益处。首先，ESMR 膜的使用优于成百上千的双压电晶片换能器的阵列的使用。双压电晶片换能器的阵列需要隔离的布线以驱动各双压电晶片换能器。这增加了制造的复杂性和成本。与之相反，使用 ESMR 膜仅仅需要一个电耦合以驱动膜。此外，当使用双压电晶片换能器阵列时，各换能器可能位于略微不同的角度，这产生不希望的相位差异和不一致的

波阵面。因为 ESMR 膜是一致的、连续的表面，所以从该膜发射的波也是一致的，具有非常小的不希望相位差异。

处于基本上未受压状态的 ESMR 膜的使用也具有优于使用永久真空以塑形膜的现有技术方法。永久真空将施加连续的压强以使膜形成其所希望的结构。这种连续的受力可以延展 ESMR 膜并使膜具有依赖于在特定点的张力的可变共振频率，以及可以使发射波包括不希望的失真。然而，根据本发明在支撑构件处俘获处于基本上未受压状态的膜，避免了永久真空的使用，同时维持了其所希望的结构。因为膜处于基本上未受压状态，膜的频率响应更加一致，且从膜发射的波更加接近地类似预期的波形。

此外，永久真空的使用仅对膜的一侧施加压强。在这种条件下，膜的振动倾向于在一个方向比另一个方向扩展更远。该效应可在发射波中产生偶数阶或不对称的失真。偶数阶失真导致伪偶次谐波（2次、4次、6次等）加入通过设备的信号。因为本发明提供了不永久施加真空而维持膜的弓形部分的方法，膜可以自由地在两个方向上相等地振动，从而基本上消除了发射波中的偶数阶失真。

最后，永久真空的使用需要用以维持和密封真空的附加的结构。这种结构增加了扬声器的质量、体积和制造复杂性。本发明的支撑构件 102 远薄于在现有的专利申请中用来提供真空室的鼓室或其它支撑构件，并且也更加耐用。

膜的曲率半径和膜 114 的弓形部分 116 的峰之间的距离可影响换能器的性能。图 3 为图 2a 中的两个截面 111 的放大透视图。虽然通过实例的方式在此采用图 2a 中的换能器，但是下文中公开的测量方法同样适用于本发明的所有实施例。变量“r”表示膜的曲率半径，变量“L”表示膜的弓形部分 116 的相邻中央峰深度之间的距离。变量“ λ ”表示载波频率的波长。变量 x、y 和 z 表示波长的指定分量。膜的共振频率依赖于“r”。当“r”变小，膜的共振频率增大。为优化空气中的参量波的相互作用，从而发生波的最大解耦合，定位弓形部分 116 以使 $L \leq 1/2\lambda$ 是有益的。

在本发明的另一实施例中，距离“L”和/或半径“r”在整个换能器

的结构中变化。为了改变距离“L”，平行脊 108 分隔距离也必须也改变相同的量。通过改变距离“L”，弓形部分 116 的半径“r”也发生改变。如上所述，改变的“r”将影响膜的共振频率。因此，改变半径“r”和/或距离“L”将产生多个共振频率，这在需要宽频谱的情况下是希望的。

从膜 114 的弓形部分 116 到平行沟道的正面 113 的距离也可影响换能器的性能。在图 3 中，变量“d”表示从膜的弓形部分 116 的中央峰深度到平行沟道 110 的正面 113 的距离。在一个实施例中， $d \leq 1/2\lambda$ 。当 $d = 1/2\lambda$ ，从膜的背面 302 发射的传播波可从支撑构件 102 反射出去，并返回为与从膜的正面 304 发射的波反相。因此，额外的声压可驱动膜 114 的弓形部分 116 离开其所希望的极性（polarity），并可导致与从膜的正面 304 发射的波发生破坏性的干涉。在优选实施例中，其中 $d \leq 1/4\lambda$ ，可避免当 $d = 1/2\lambda$ 时可发生的干涉和相消。因此，优选不仅膜的弓形部分的中央峰与平行沟道的正面的距离小于 $1/2\lambda$ ，而且整个长度的膜与平行沟道 110 的正面的距离也小于 $1/2\lambda$ 。

在优选实施例中，弓形部分 116 的弧长由在图 3 中标记为“ θ ”的 100 度或更小的圆心角限定。这种限制弧长的方法提供了优于其弧长由约 180 度的圆心角（也被描述为整流正弦波形）限定的发射器膜的多个优点。与整流正弦波形相比，本发明提供更小的失真、更平滑的频率响应，以及更少的伪共振频率。此外，因为本发明的弓形部分通常小于整流正弦波形，所以本发明更为坚固和可靠。

也优选在图 2a 中标记为“宽度”的膜发射器的宽度至少约为将要从换能器传播的载波频率的五倍波长。也优选在图 3 中标记为“宽度”的 ESMR 膜发射器的宽度显著大于将要从换能器传播的载波频率的五倍波长。例如，本发明人还发现，这些措施令人惊讶地使得能够实现具有 10 倍波长或更大尺寸的较大发射器，包括在此所公开的单片膜发射器。这样的大尺寸可以在 x 或 y 方向，或 x 和 y 方向。对于非参量应用，对波长的选择应当基于扬声器的基本或主要工作频率。

为获得在膜和平行沟道的正面之间的更加恒定的距离，图 4 示出了本

发明的实施例 400，其中平行沟道 410 的截面 411 配置为具有大致与延伸至沟道截面 411 中的膜 114 的弓形部分 116 对应的曲率。与图 1 中的平行沟道 110 不同，图 4 中的平行沟道 410 不是平的，而是相对于支撑构件 402 的前表面 404 凹入。在这种结构中，在各平行沟道的整个宽度而不仅仅在膜的弓形部分的中央峰深度，膜 114 位于与平行沟道 410 的正面 413 距离约为 $1/4\lambda$ 处。

在本发明的另一实施例中，如图 5 所示，膜接触面 512 配置为包括相对于支撑构件 502 的前表面 504 的凸出曲率。因此，在支撑构件 502 上形成 ESMR 膜 514 而没有任何突变边缘。膜的平滑性提供了一致的表面，参量信号从此处传播出去。

可以结合图 4 和图 5 中的构思，以使支撑构件包括具有相对于支撑构件前表面的凹入曲率的平行沟道 410，以及具有相对于支撑构件的前表面的凸出曲率的膜接触面 512。从而，换能器将具有与支撑构件的平行沟道以近似恒定的距离维持膜，以及提供一致性表面的优点。

如图 6a 所示，ESMR 膜 614 可配置为在凹入弓形部分 616 和凸出弓形部分 618 之间交替。凹入和凸出弓形部分被与支撑构件 102 的膜接触面 112 对应的接触部分 612 分隔。当接触部分 612 被膜接触面俘获时，膜的各弓形部分与邻近的弓形部分隔离。本发明的该实施例有助于避免发射波中的偶数阶失真。与没有接触部分 612 使凹入 616 弓形部分和凸出弓形部分 618 隔离的连续正弦波形相比，该实施例具有独特性。连续正弦波形的膜可以产生多个旁瓣波（在不同于主声柱的方向传播的波）。从而，基本上失去通常由参量扬声器提供的高方向性。当接触部分 612 在膜接触面 112 被俘获时，各弓形部分 616 和 618 的运动被隔离。这种隔离基本上消除了传播的波中产生旁瓣的倾向。

如图 6b 所示，可如此配置膜，以使膜 652 的弓形部分 654 从平行沟道 110 的阵列的沟道截面延伸出去，其中弓形部分将相对于支撑构件 102 的前表面 104 凸出。与图 2b 所示的其中弓形部分延伸至沟道截面中的实施例相比，该实施例将导致从膜 652 传播的波更发散。因为弓形部分从支撑构

件 102 延伸出去，膜 652 在使用中易于受到意外碰撞，导致膜易于凹陷，从而削弱了膜产生纯输出的能力。在图 2a 所示的实施例中，其中弓形部分相对于前表面凹入，因此该膜在使用中得到更多的保护而不受意外碰撞。

在本发明的另一实施例中，如图 7a 所示，配置换能器，以使可以对发射表面的传播波进行相位控制。通过蚀刻去除分隔条 716，膜 714 被分为多个电隔离的导电部分 718。优选地，仅仅分隔条 716 的导电部分被蚀刻去除，以使发射器膜 714 仍然是连续的、一致的膜片。膜的各电隔离部分可由独立的参量信号驱动。该独立的参量信号可由延迟线 704 产生，该延迟线 704 电耦合至信号源 702。该延迟线由多个延迟电路构成，其中各延迟电路电耦合至膜的分隔片之一。该延迟电路可以是有源或无源延迟。通过使对膜的一片施加的参量信号的相位延迟多于对膜的其它片施加的参量信号的相位延迟，在膜的片之间产生相位差异，并且通过优化膜的不同电隔离部分之间的相位关系，使在空间中的预定方向或点的振幅总和最大化，在空间中该预定方向或点中实现与膜区域最小的相位差异，从而可以使声束被导向不同方向。虽然图 7a 仅仅示出了电隔离导电部分的一乘四的阵列，但可以形成允许在发射表面对传播的波进行精确相位控制，从而允许波阵面的精确定向的更复杂阵列。该延迟电路也可以是可开关的，以使延迟可以被关掉，产生在发射表面不对传播的波进行相位控制的发射器表面。作为代替延迟电路的另一种选择，可将膜的电隔离导电部分的尺寸以及布线设定为同相或反相关系，这可使在优选方向的相位差异最小化且使参量输出最大化。

在发射表面对传播的波进行相位控制的另一实施例中，图 7b 示出了换能器 750，其中在至少前侧表面或后侧表面上，或者在两侧上蚀刻去除 ESMR 膜的导电部分的至少一个环形部分 754。该蚀刻形成至少膜的中心圆形导电部分 756，以及导电膜的至少一个外围环形部分 758、760 和 762。膜的各导电部分 756、758、760 和 762 被电隔离。尽可能窄地形成膜的蚀刻环形部分 754，同时避免膜的导电部分 756、758、760 和 762 之间的电弧放电。蚀刻部分 754 的宽度可以是十六分之一英寸。隔离导电部分 756

和 760 的相位可以设置为零度，以及驱动隔离导电部分 758 和 762 的参量信号可被相移 180 度。从而，可以控制从膜传播的声束会聚到空间中的特定点。

在图 7b 的另一实施例中，可以设定导电部分 758、760、762 的尺寸和相位，以优选在 ± 90 度的相位改变的范围内使其传播的波到达空间中的指定点，以及为达到更加有效的结果，可采用在空间的指定点处 ± 45 度或更小的相位差异。可确定中心导电部分 756 的尺寸，以在 ± 90 度的相位改变的范围内使其传播的波到达空间中的同一指定点。膜的各导电环形部分的直径依赖于载波频率以及所希望的聚焦点与换能器的前表面的距离。

虽然图 7b 仅示出了膜的四个导电部分，该膜可以被划分为任何数目的导电部分。用于产生相位差异的延迟电路可以是可开关的，从而延迟可以被关掉，产生在发射表面不改变传播的波的相位的发射器表面。

ESMR 膜 752 可以置于任何支撑构件 764 上，支撑构件 764 包括但并不局限于本发明中公开的支撑构件。因为本发明中公开的支撑构件的形状可以是正方形或是矩形，支撑构件 764a 的拐角可以不保形为膜的导电部分的环形结构。因此，拐角 764a 可以如图 7b 所示保持裸露（无膜）。可选地，膜的导电环形部分可以延伸遍及拐角，但在支撑构件的边部分不连续。将导电环形部分延伸遍及支撑构件的拐角提供了更大的膜表面积，从而产生具有增大的振幅的传播的波。

可以采用各种产生与膜的导电部分电接触的技术。如图 7c 所示，一种技术是将整片膜分为两半，将膜分隔为两片 752a 和 752b。通过分隔膜，可以将电接触 768 置于膜的导电部分的内缘上。通过沿 ESMR 膜的整个直径延伸的薄电路板 766，可在适当位置实现电接触 768。电路板 766 也可包括上述延迟线，并向电接触 768 提供电信号，或者仅仅作为通路途径，以连接所希望的放大器输出极性或各环形的相位。

如图 7d 所示，产生与膜的导电部分的电接触的另一技术是切除膜的一部分。然后可将电接触 768 置于膜的导电部分的内缘。通过穿过已被切除

的部分 ESMR 膜延伸的薄电路板 766，可在适当位置实现电接触。电路板 766 也可包括上述延迟线，并向电接触 768 提供电信号，或者仅仅作为通路途径，以连接所希望的放大器输出极性或各环形的相位。

现在将提供如图 7b、7c 和 7d 所述的聚焦参量换能器的实例。将该实例换能器设计为在距离换能器的前表面 36 英寸处产生焦点，使用的载波频率为 46kHz。ESMR 膜安装在 14”见方的支撑构件上。各导电环形部分的半径分别为 2.3”（内圈）、4”、5.16”、6.1”、6.9”和 7.68”（延伸至支撑构件的拐角中，并在边缘上被切断）。为实现最大输出并聚焦在 36 英寸处，设定环形的相位，以使作为部分一的中心部分及各奇数部分/环形都处于零相位参考，并且各偶数部分/环形工作在与零相位参考反相的 180 度。可以使其可开关，以使所有部分/环形可以工作在形成常态参量柱的相位。

根据图 8，换能器也可包括一个或多个 C 沟道机构 802，以将 ESMR 膜 114 耦合至支撑构件 102 的边缘。该 C 沟道可由导电材料构成，并且与点接触电耦合相比，其提供在 C 沟道与膜之间较大的电耦合面积。

除了使用 C 沟道将膜的边缘电耦合至信号源之外，还可在膜的整个中心的不同位置将膜电耦合至信号源。当使用大片的 ESMR 膜时，以及当将信号源耦合至膜的边缘时，膜金属化的阻抗损失可以使膜中心附近的信号衰减。通过在膜的整个中心的多个位置将膜电耦合至信号源，在整个膜中信号强度基本上保持一致。将膜的中心电耦合至信号源的一个方法是通过将信号源应用于一个或多个导电膜接触面，其中该膜接触面电耦合至膜的对应的被俘获部分。

在以上情况下，膜振动膜的分隔的导电区域可以在膜的前表面和后表面侧都被隔离，或者可仅仅在一个表面侧互相隔离，而膜的另一侧在其整个表面侧是导电连续的。在后一种情况下，连续侧可以由放大器系统的公共地电势驱动，而在相反表面侧上交变极性、相位或延迟驱动隔离的区域。

图 9 示出了支撑构件的一个实施例。该支撑构件沿 y 轴的宽度为 131 毫米，即 5.15 英寸。该支撑构件沿 x 轴的长度为 133 毫米，即 5.23 英寸。该支撑构件的高度为 6 毫米，即 .24 英寸。各膜接触面的宽度，在图 9 中标

记为“狭条宽度”，以及在图3中标记为“w”，为.91毫米，即.036英寸。如以上实施例所示，本发明在非常简单、紧凑的装置中实现了有效的参量超声扬声器。

应理解，上述设置说明了对本发明的原理的应用。只要不偏离本发明的精神和范围，可以进行多种修改和替换设置，同时本发明已在附图示出，并与本发明的示例性实施例结合在前文中进行了描述。对于本领域的普通技术人员很明显，只要不脱离如在实例中说明的本发明的原理和构思，可以进行多种修改。

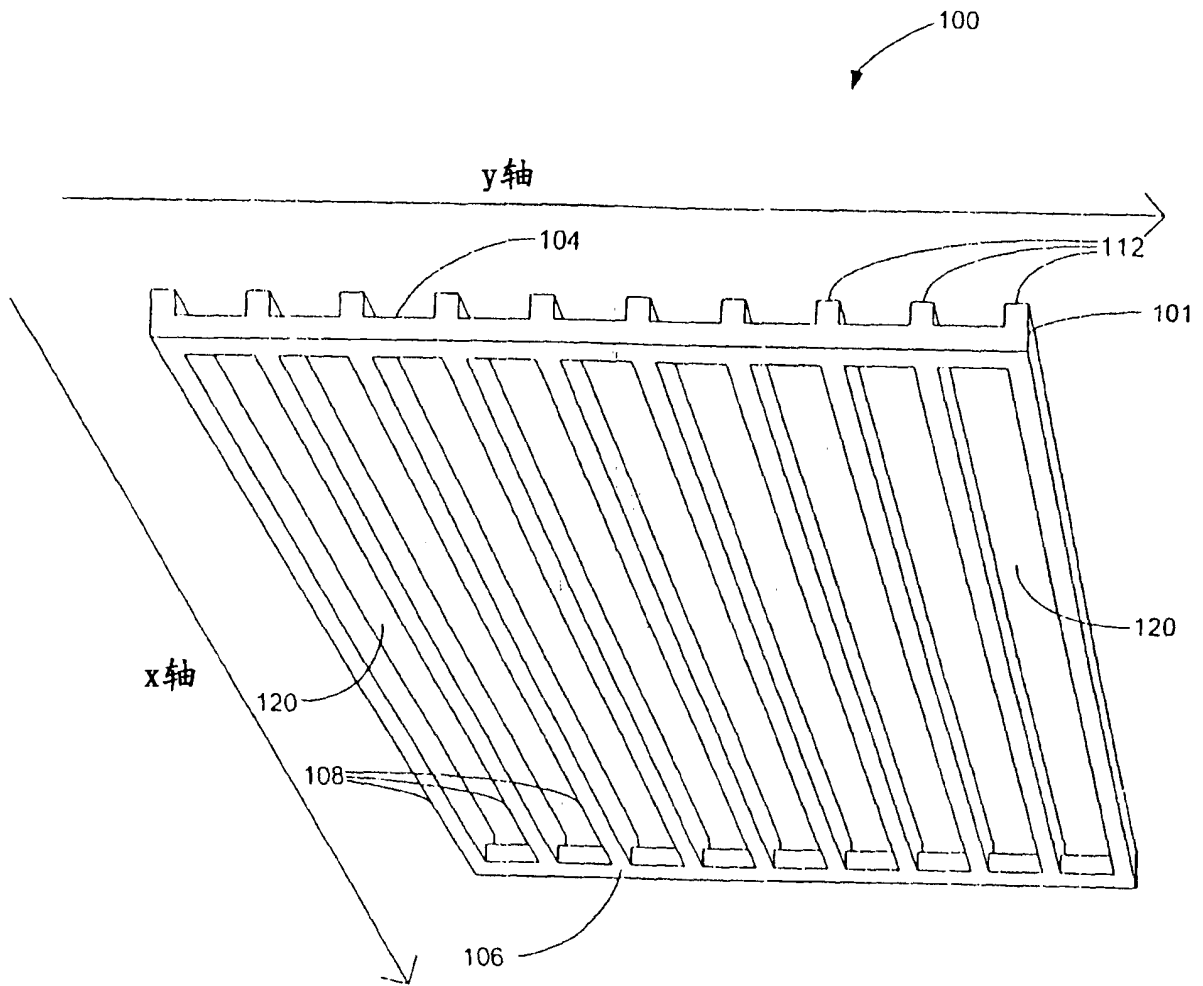


图1a

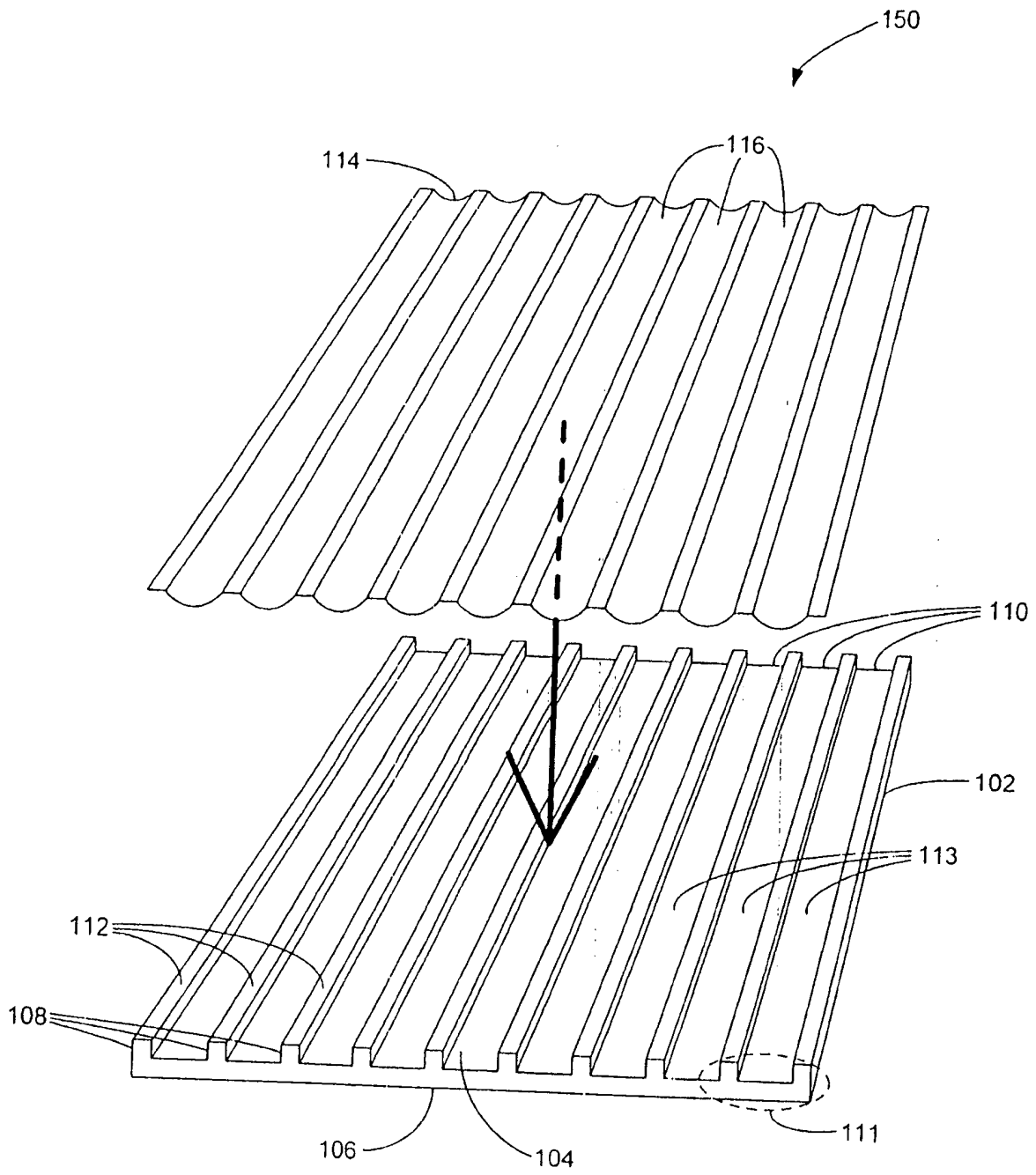


图1b

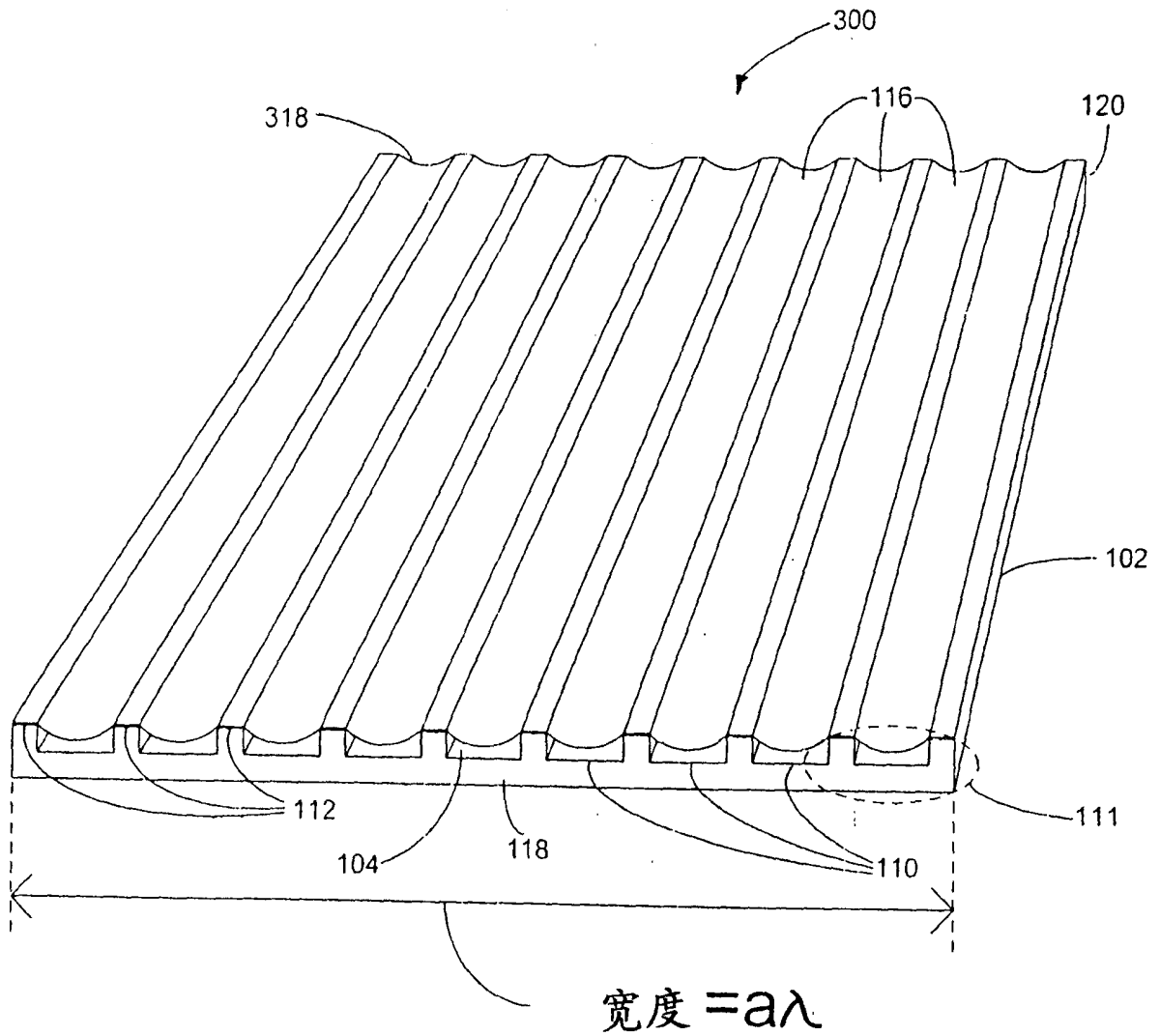


图2a

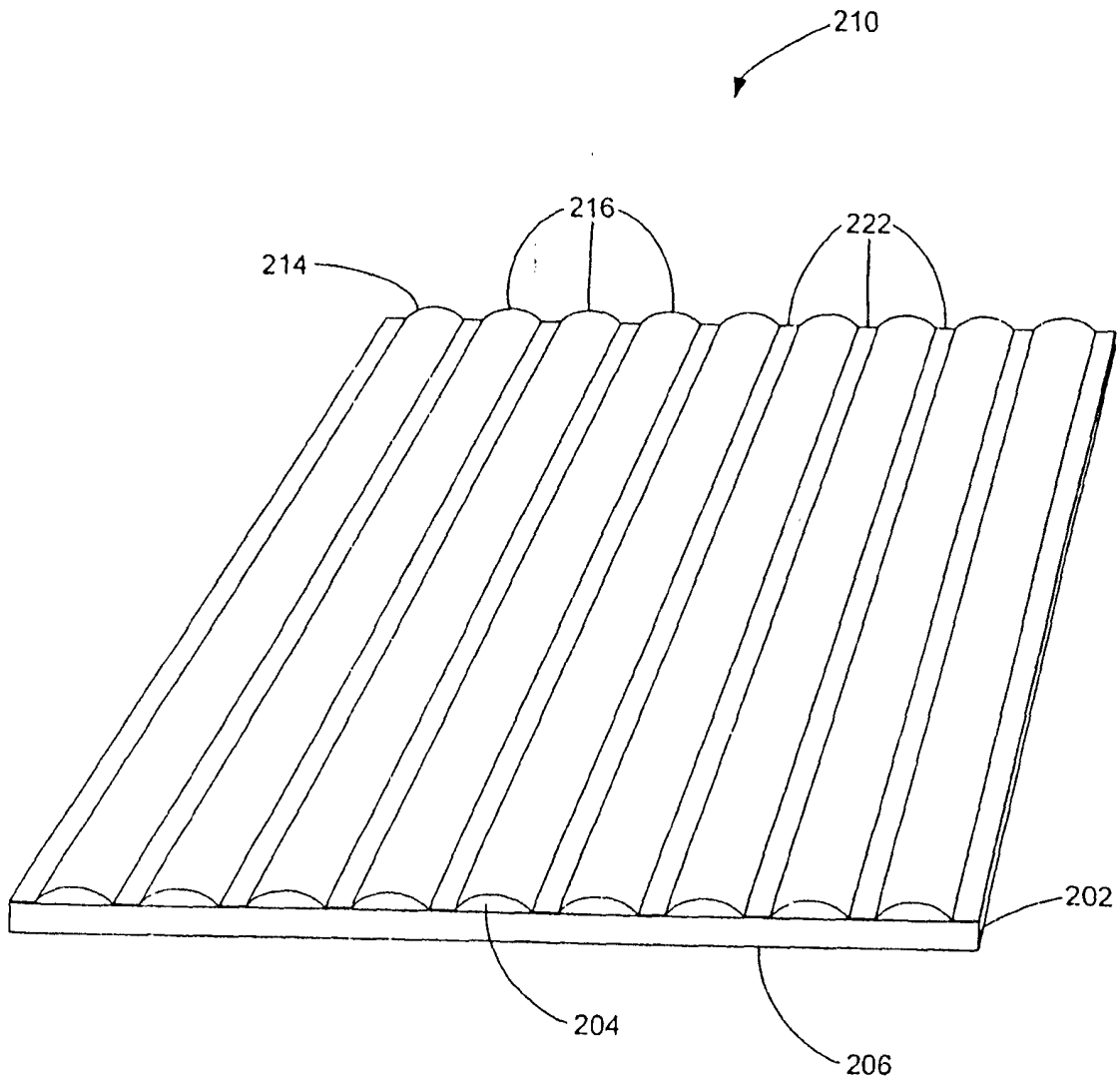


图2b

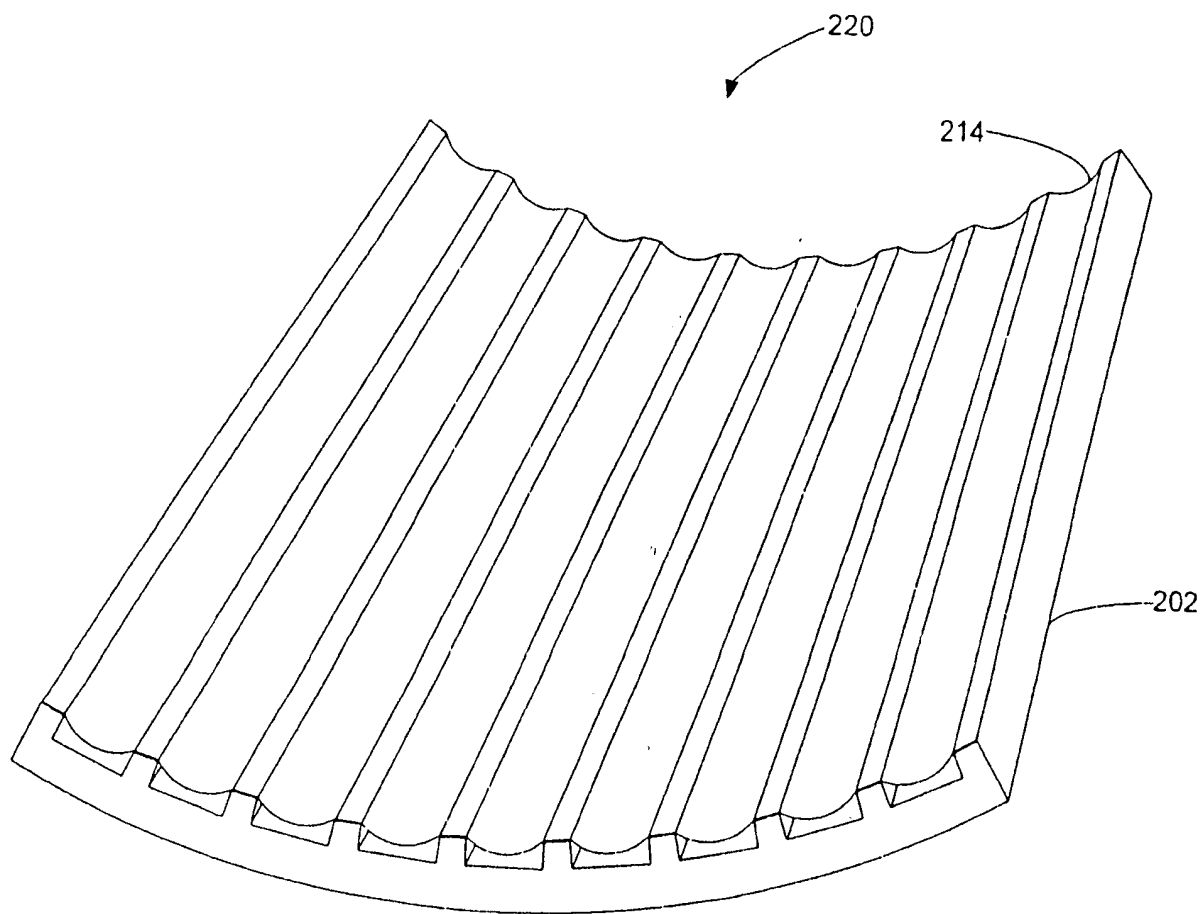


图2c

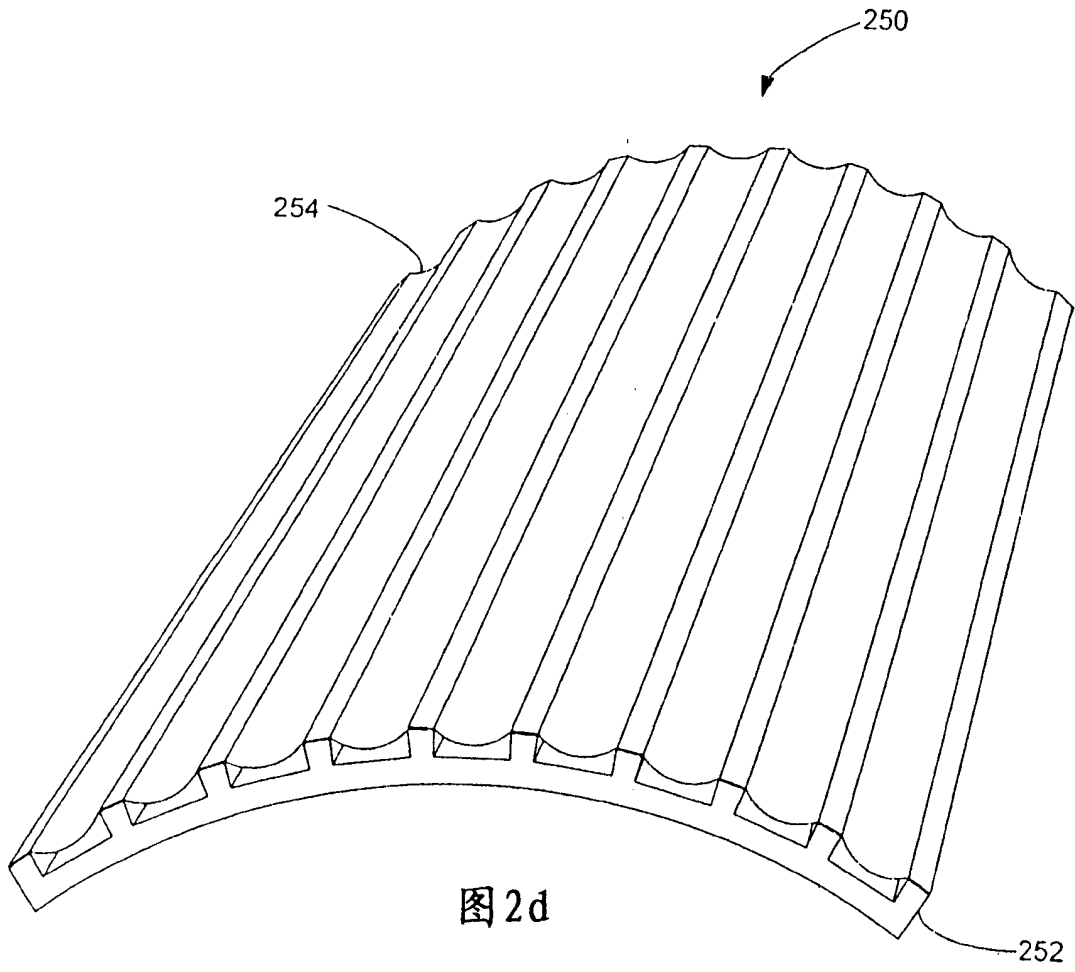


图 2d

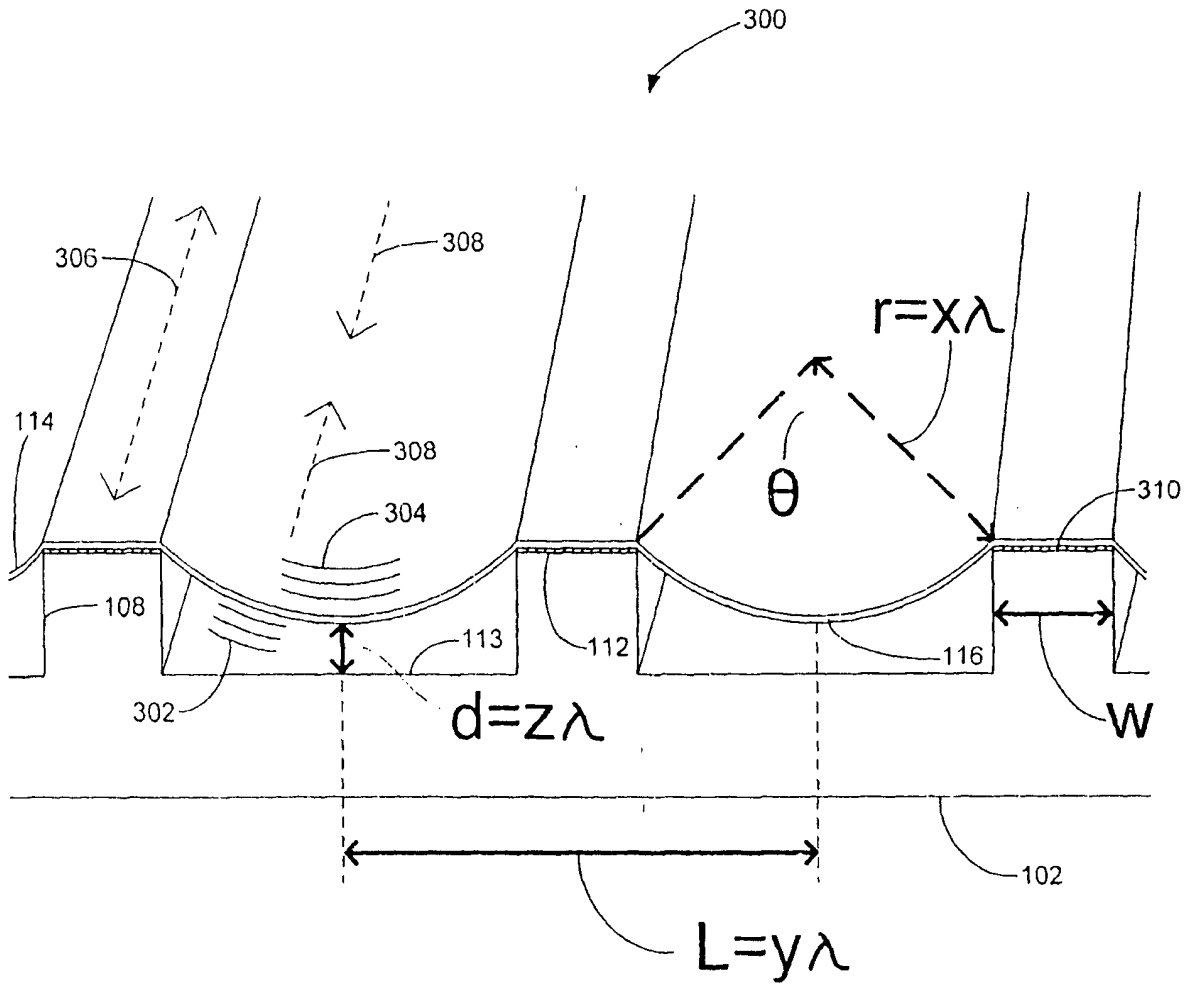


图3

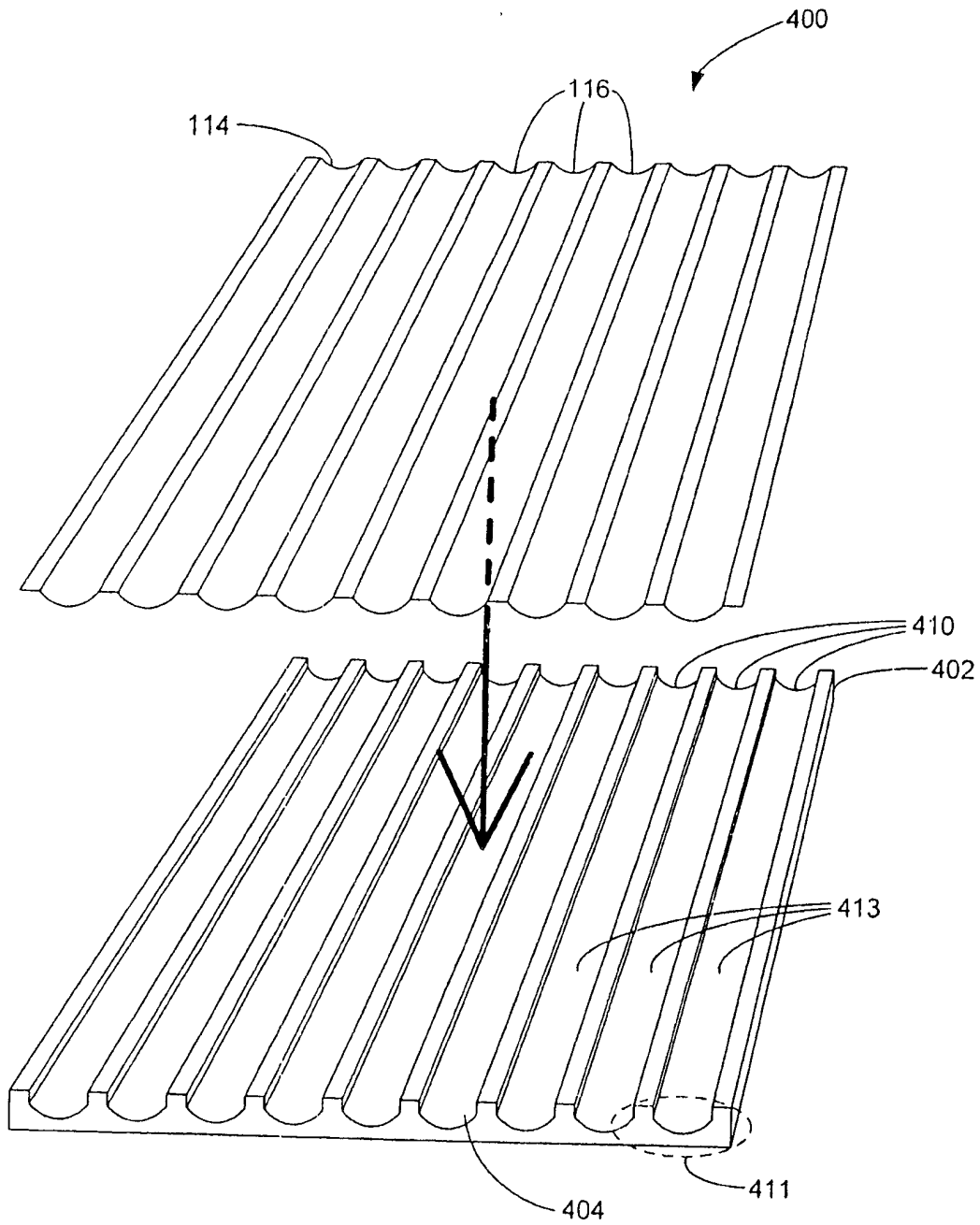


图4

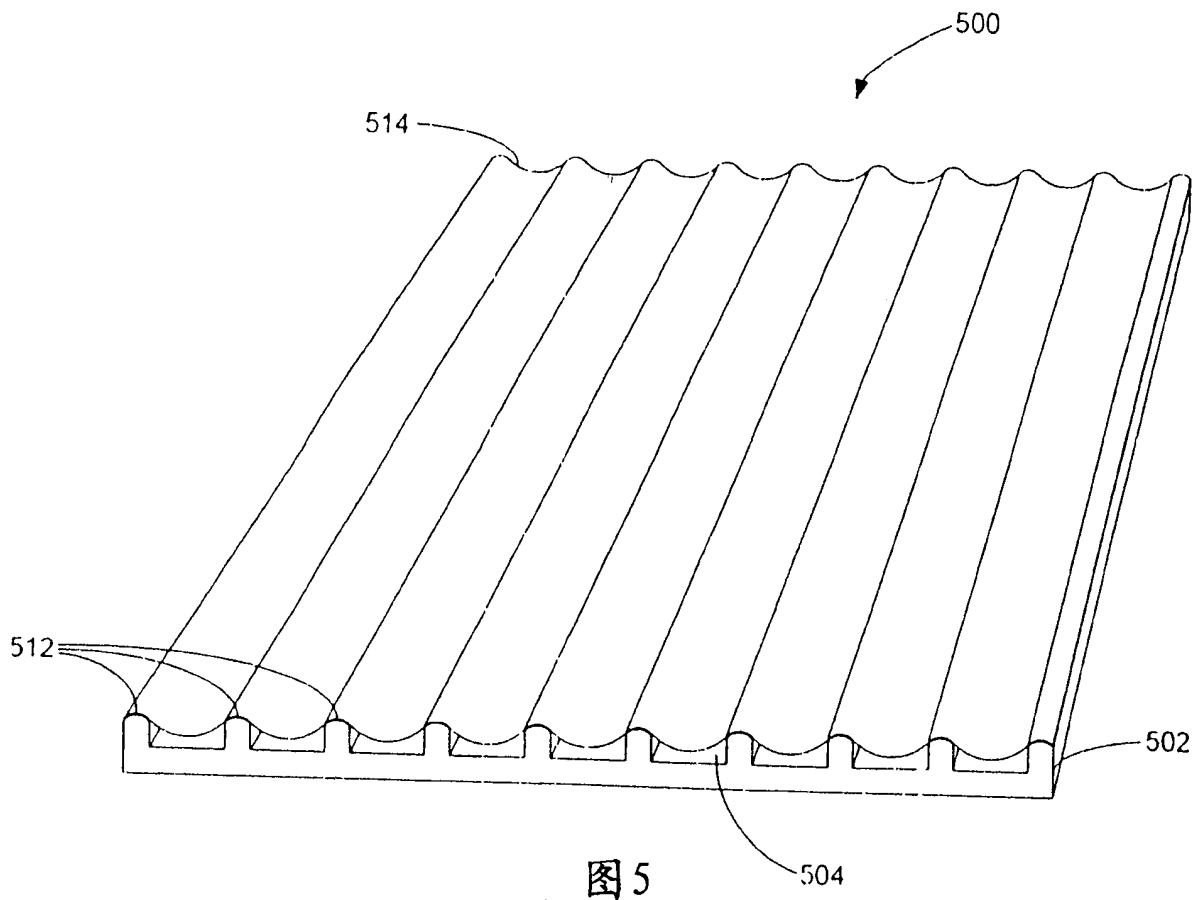


图5

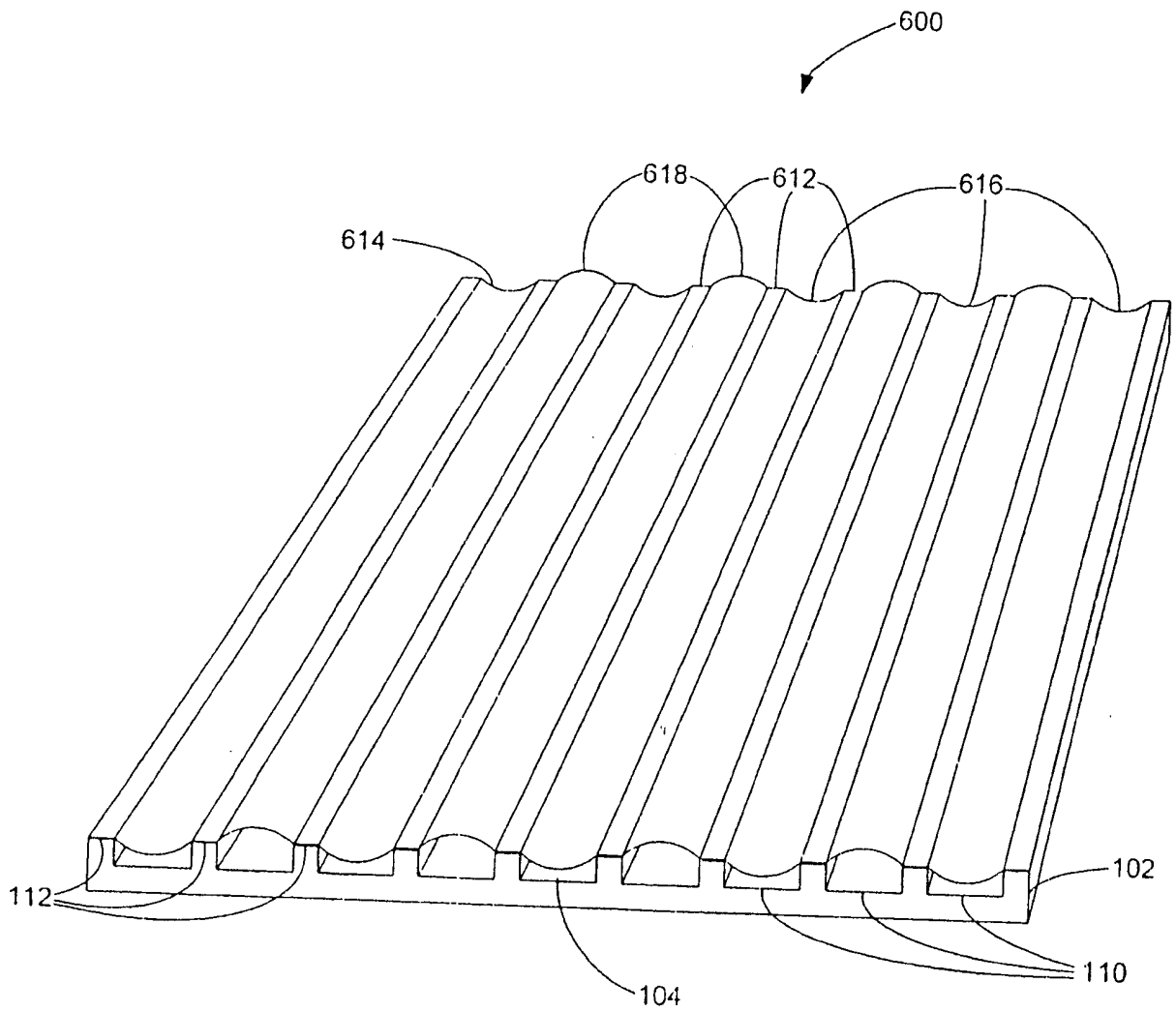


图6a

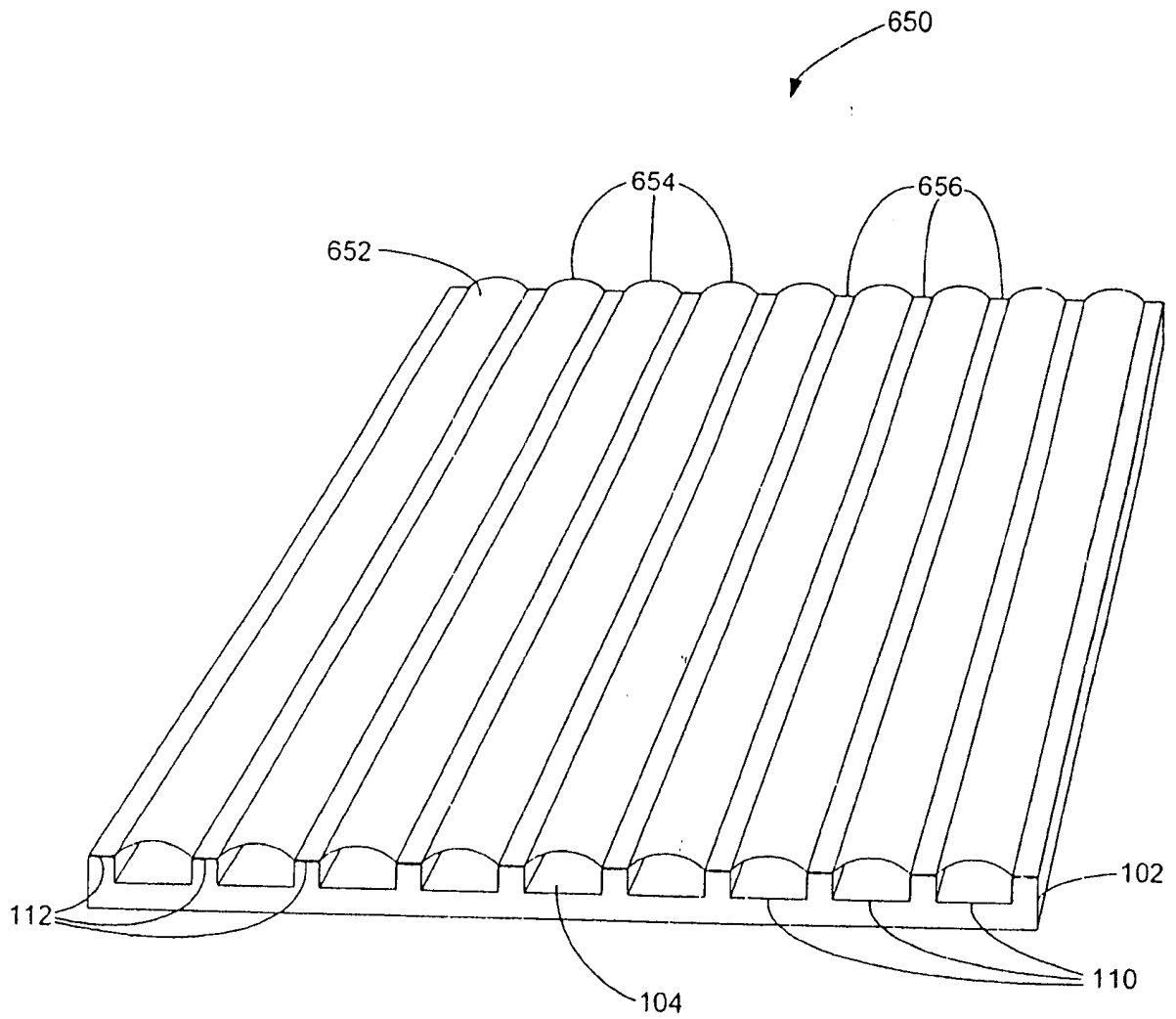


图6b

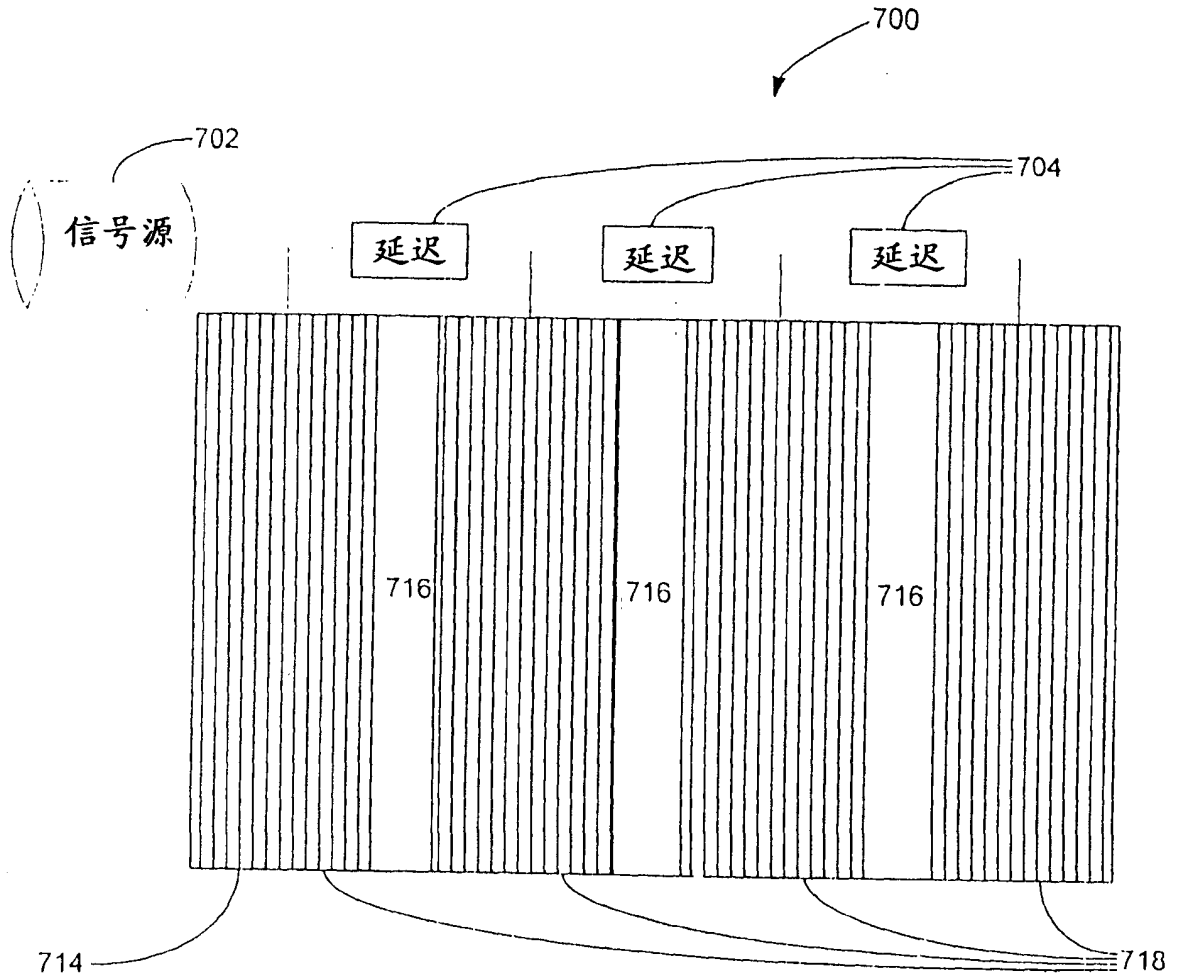


图7a

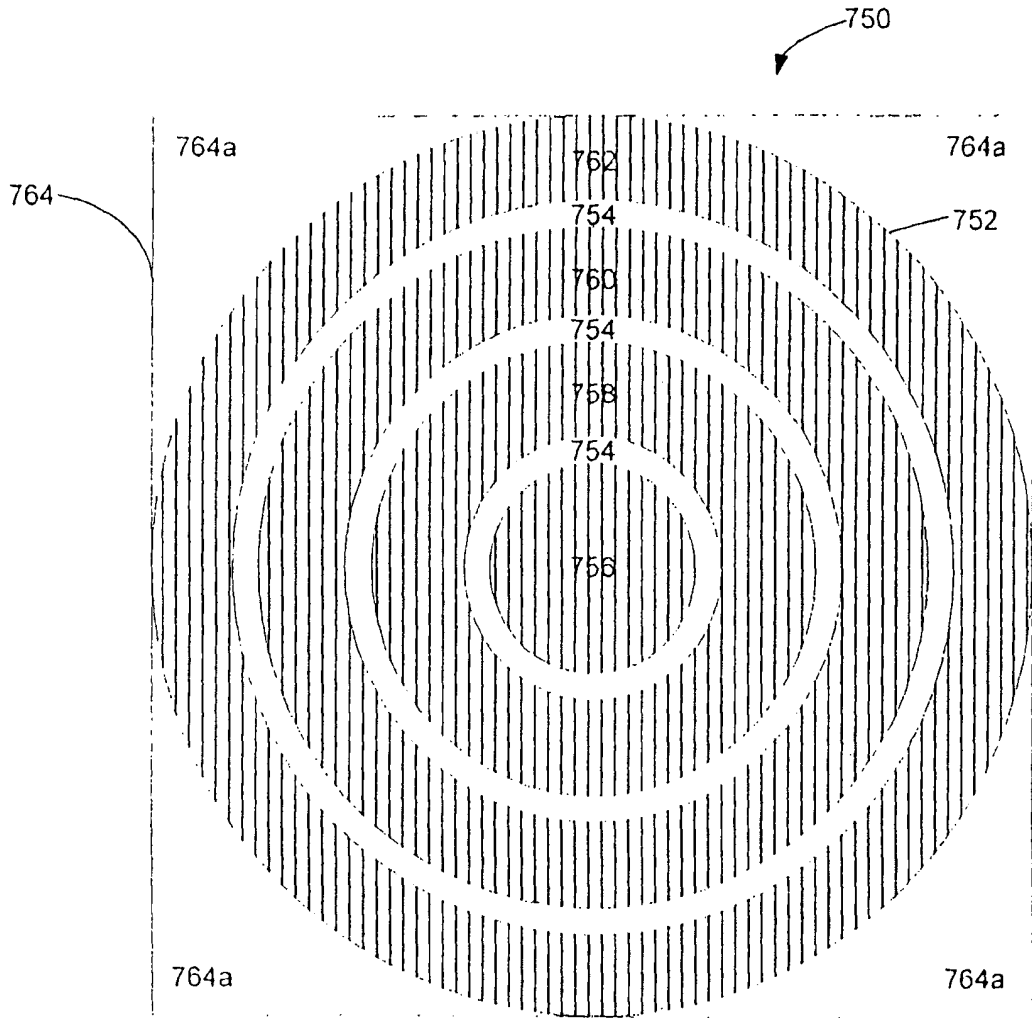


图7b

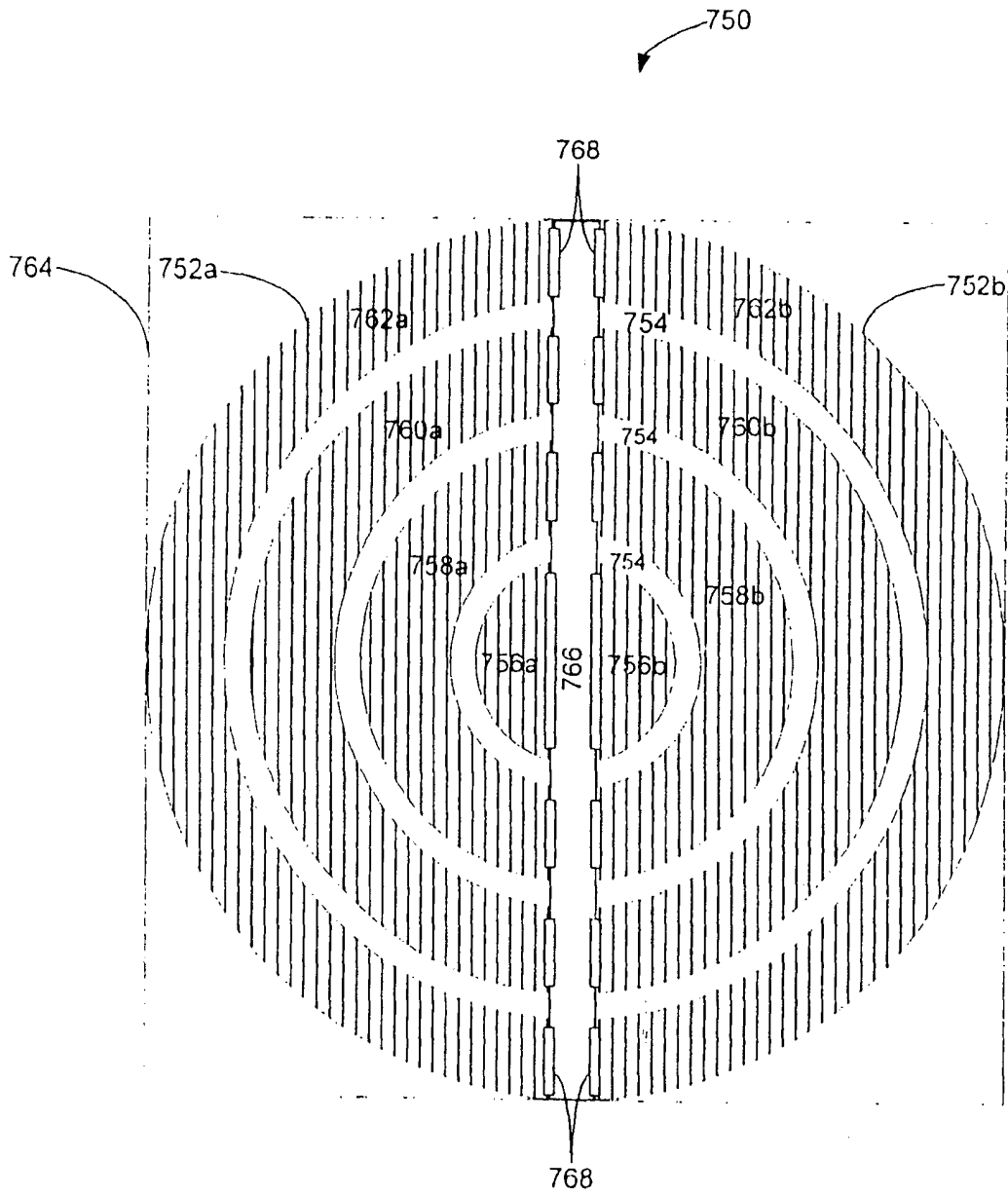


图7c

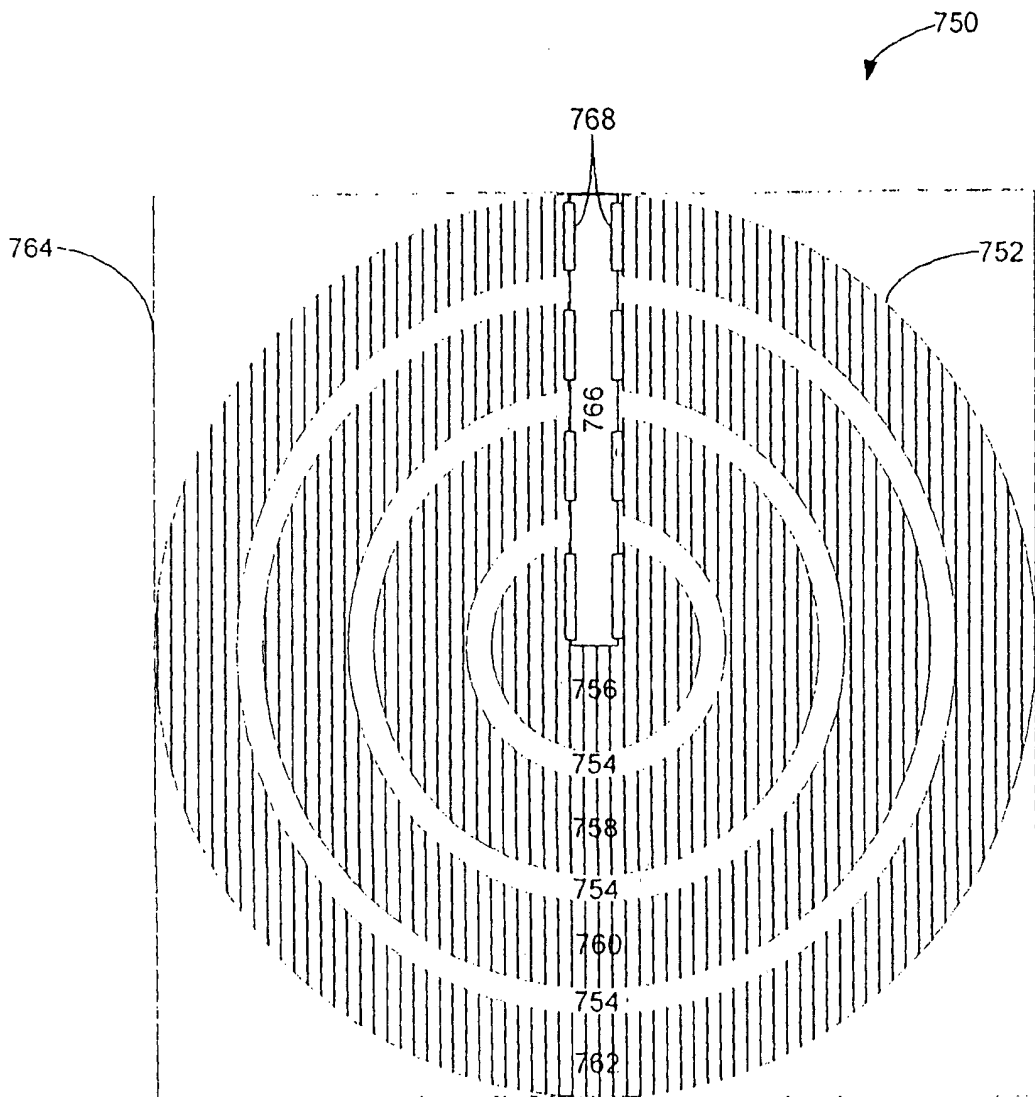


图7d

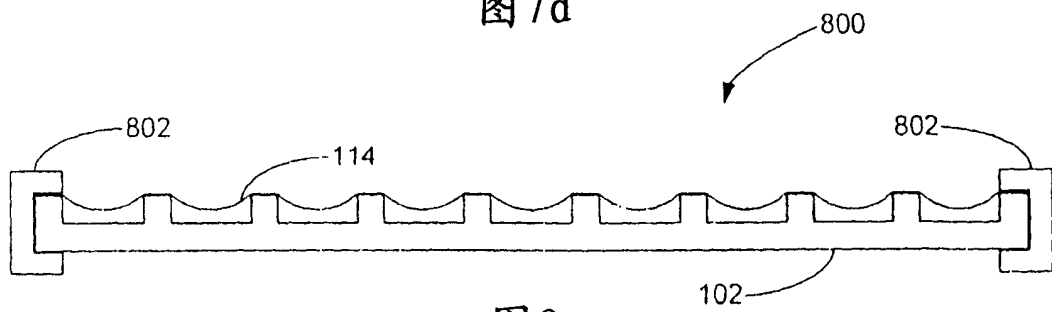


图8

