



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 94108716.6

[51]Int.Cl⁶

G09G 3/00

[43]公开日 1996年1月17日

[22]申请日 94.7.27

[30]优先权

[32]93.7.27 [33]US[31]097,824

[71]申请人 德克萨斯仪器股份有限公司

地址 美国德克萨斯州

[72]发明人 布拉德利·M·凯耐克

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

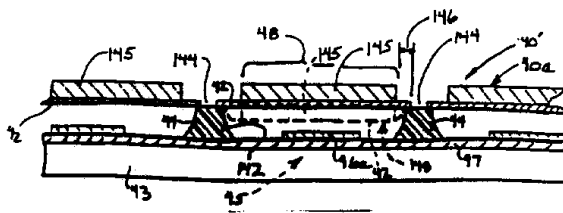
代理人 张政权

权利要求书 15 页 说明书 33 页 附图页数 12 页

[54]发明名称 微型单片可变电气器件以及含有这类器件的装置

[57]摘要

一微型、可变电气器件，诸如一电容器(40a)，包含一基本的 DMD SLM (40')，DMD SLM 包括一衬底(43)和一构件(145)，构件与衬底相隔开，为可以移动，衬底安装在适当的设施(42, 44)上。一控制信号(102)加至可动构件(145)以在它和衬底(43)或一相关的控制电极(46a)之间产生一电场。此电场使构件(145)向着或背着衬底(43)或一相关的输出电极(46b)移动，以有选择地调节它们之间的间隔。电场由衬底(43)相关联的寻址电路(45)产生。



权 利 要 求 书

1. 用于影响一输入信号的一微型、单片、可变电容器,其特征不在于包括:

(i) 一衬底,

(ii) 用单片技术制成的一导电构件,它藉衬底做出并与衬底隔开,电容器的各自的极板为该构件和衬底,

(iii) 安装构件的装置,安装构件,使它的一部分向衬底或离开衬底偏转,并用来在构件的一部分偏转出其正常位置时存储能量,该存储的能量有使构件的偏转部分回至其正常位置的倾向,

(iv) 用单片技术制成的一控制电极,它对于衬底和构件来做,沿着构件的一部分离开正常位置的偏转方向使电极与构件隔开,对于控制电极和构件可以在它们之间加一控制信号,该信号足以在它们之间产生一电场来使构件的一部分偏转出其正常位置从而改变电容器的电容,以及

(v) 把输入信号加至电容器的装置。

2. 如权利要求 1 的电容器,其特征不在于:

安装装置包括一悬臂式地支承构件的柔性设施。

3. 如权利要求 2 的电容器,其特征不在于:柔性设施是一膜。

4. 如权利要求 3 的电容器,其特征不在于:膜是一弹性体。

5. 如权利要求 3 的电容器,其特征不在于:膜是一导电金属。

6. 如权利要求 1 的电容器,其特征不在于:安装装置包括一与构件以及输入信号施加装置整体形成的一柔性设施。

7. 如权利要求 6 的电容器,其特征不在于:

构件的一部分的偏转包括构件绕一轴的旋转,该轴相对于构件是不对称的。

8. 如权利要求 6 的电容器，其特征在于：

构件的一部分的偏转包括构件绕一轴的旋转，该轴相对于构件是对称的。

9. 如权利要求 6 的电容器，其特征在于：

构件的一部分的偏转包括构件绕一轴的旋转，以及电场由控制电极以及构件的部分所约束，该部分与轴是隔开的。

10. 如权利要求 9 的电容器，其特征在于：

轴相对于构件是对称的。

11. 如权利要求 9 的电容器，其特征在于：

轴相对于构件是不对称的。

12. 如权利要求 6 的电容器，其特征在于：

柔性设施包括一扭力弹簧。

13. 如权利要求 6 的电容器，其特征在于：

柔性设施是一悬臂弹簧。

14. 如权利要求 6 的电容器，其特征在于：

柔性设施包括一膜。

15. 如权利要求 14 的电容器，其特征在于：

膜的一部分组成构件的一部分。

16. 如权利要求 15 的电容器，其特征在于：

当构件的部分作向衬底和离开衬底的偏转时，构件以活塞似的方式移动。

17. 如权利要求 16 的电容器，其特征在于：

构件与膜为一整体，膜具有高柔性而构件具有低柔性。

18. 如权利要求 17 的电容器，其特征在于：

构件比膜小，并且通常相对于膜位于膜的中央。

19. 如权利要求 6 的电容器，其特征在于：

柔性设施包括一变形系统，该系统由许多悬臂扭力弹簧做成。

20. 如权利要求 19 的电容器，其特征在于：

当构件部分作向衬底和离开衬底的偏转时，构件以活塞似的方式移动。

21. 如权利要求 6 的电容器，其特征在于：

柔性设施包括

当构件的部分作向衬底和离开衬底的偏转时，容许构件以活塞似的方式移动的装置。

22. 如权利要求 6 的电容器，其特征在于：

安装装置进一步包括：

在衬底上的一绝缘隔离物，它是以单片的方式对于衬底，构件以及控制电极来做的，隔离物支承着柔性设施。

23. 如权利要求 22 的电容器，其特征在于：

绝缘隔离物确定了凹槽的边界的一部分，当构件作向衬底和离开衬底的偏转时，构件的部分进出该凹槽。

24. 如权利要求 23 的电容器，其特征在于：

隔离物是一光致抗蚀剂。

25. 如权利要求 6 的电容器，其特征在于：

安装装置进一步包括

在衬底上的一导电杆，它是以单片的方式对于衬底、构件以及控制电极来做的，杆支承着柔性设施。

26. 如权利要求 25 的电容器，其特征在于：

杆确定了凹槽的边界的一部分，当构件作向衬底和离开衬底的偏转时，构件的部分进出该凹槽。

27. 如权利要求 26 的电容器，其特征在于：

构件和柔性设施是导电的，杆通过柔性设施与构件在电气上相连，以及

杆在电气上与衬底绝缘。

28. 如权利要求 1 的电容器，其特征在于：

控制电极包括衬底的一个区域。

29. 如权利要求 28 的电容器，其特征在于进一步包括：

把控制信号加在衬底区域和构件之间，以及

施加输入信号装置，包括

一输入导电通路和一输出导电通路，在电气上它们都与构件相连，从而输入信号穿过构件的部分。

30. 如权利要求 29 的电容器，其特征在于：

控制信号施加装置包括

衬底区域，以及

在电气上与构件相连的导电路径中的一条。

31. 如权利要求 30 的电容器，其特征在于：

衬底区域是接地的。

32. 如权利要求 31 的电容器，其特征在于：

输入信号是时变的，以及

控制信号的频率比输入信号的频率低得多。

33. 如权利要求 32 的电容器，其特征在于：

控制信号基本上是非时变的。

34. 如权利要求 33 的电容器，其特征在于：

输入信号的频率比构件的谐振频率高得多，因而构件的部分不能响应于输入信号而偏转。

35. 一个包含了如权利要求 32 的电容器的可变电容器，其特征在于：

输入信号的频率比构件的谐振频率高得多，因而构件的部分不能响应于输入信号而偏转，而

控制信号的频率比构件的谐振频率低得多，因而构件的部分基

本上与控制信号同步而偏转。

36. 如权利要求 30 的电容器，其特征在于：

输入信号与控制信号相叠加。

37. 如权利要求 1 的电容器，其特征在于进一步包括：

衬底上一电气上绝缘的介质层，用以支承控制电极于衬底上，并与衬底绝缘。

38. 如权利要求 37 的电容器，它进一步包括：

在控制电极和构件之间施加控制信号的装置，而

输入信号施加装置包括

电气上与构件相连的输入导电通路以及沿构件的部分的偏转方向与构件隔开的输出导电通路，输出通路由衬底支承并与衬底绝缘，从而把输入信号加至作为电容器一个极板的构件的部分，至作为电容器另一极板的输出通路。

39. 如权利要求 38 的电容器，其特征在于：

控制信号施加装置包括

控制电极，以及

输入电通路。

40. 如权利要求 39 的电容器，其特征在于：

输入信号是时变的，并且

控制信号的频率比输入信号的频率低得多。

41. 如权利要求 40 的电容器，其特征在于：

控制信号基本上是非时变的。

42. 如权利要求 41 的电容器，其特征在于：

输入信号的频率比构件的谐振频率高得多，因而构件的部分不能响应于输入信号而偏转。

43. 一个包含了如权利要求 40 的电容器的可变电容器，其特征在于：

输入信号的频率比构件的谐振频率高得多，因而构件的部分不能响应于输入信号而偏转，而

控制信号的频率比构件的谐振频率低得多，因而构件的部分基本上与控制信号同步而偏转。

44. 如权利要求 38 的电容器，其特征在于：

输入信号与控制信号相叠加。

45. 如权利要求 1 的电容器，其特征在于：

衬底包含一种由半导体、陶瓷、氧化铝、钻石和石英构成的组中选出的材料。

46. 如权利要求 37 的电容器，其特征在于：

衬底是一半导体，而介质层是由一种由绝缘的氧化物、绝缘的氮化物和聚合物构成的组中选出的材料做成的。

47. 如权利要求 46 的电容器，其特征在于：

半导体是硅或砷化镓，绝缘的氧化物是氧化硅，绝缘的氮化物是氮化硅；而聚合物是环氧树脂或丙烯酸树脂。

48. 如权利要求 46 的电容器，其特征在于：

输出通路由衬底支承，并且用介质层与衬底绝缘。

49. 如权利要求 1 的电容器，其特征在于进一步包括：

当构件的部分向衬底移动时，防止构件与控制电极接触的装置。

50. 如权利要求 1 的电容器，其特征在于：

构件一般是平面的，并且

安装装置安装构件，一般地使实际上的整个构件作共平面的平移运动。

51. 如权利要求 50 的电容器，其特征在于进一步包括：

一膜，它的一部分构成安装装置的一部分，而它的另一部分构成构件的一部分。

52. 如权利要求 50 的电容器，其特征在于：

构件实质上是一刚性平面，并且

安装装置是一弯曲系统，它由多个悬臂—扭力弹簧组成。

53. 如权利要求 1 的电容器，其特征在于：

构件一般是平面的，并且

安装装置安装构件，一般地使构件绕离开质心的一轴作旋转运动。

54. 如权利要求 53 的电容器，其特征在于：

安装装置是一扭力弹簧。

55. 如权利要求 53 的电容器，其特征在于：

安装装置是一悬臂弹簧。

56. 一个包含如权利要求 1 的电容器的电路，其特征在于：

输入信号施加装置包括

使衬底接地的装置；以及

将构件连接至电路的一个结点的装置，从而把在结点上的对地电压加至构件，电容器藉以与结点并联。

57. 一个包含如权利要求 1 的电容器的电路，其特征在于：

输入信号施加装置包括

将构件连接至电路的一个第一结点，从而流入第一结点的电流被加至构件，以及

将衬底连接至一个第二结点，从而流出第二结点的电流由衬底流出，电容器藉以与这些结点串联。

58. 一个包含如权利要求 1 的电容器的电路，其特征在于进一步包括：

将一控制信号加至控制电极的装置，该控制信号与受电容器影响的输入信号无关。

59. 一个包含如权利要求 1 的电容器的电路，其特征在于进一步

步包括：

将一控制信号加至控制电极的装置，该控制信号由受电容器影响的输入信号得出。

60. 如权利要求 1 的电容器，其特征在于：

柔性设施的经选择的特性是可改变的，从而构件的部分的运动以及，相应地，电容器的电容都是可以调节的，这两者都受施加至控制电极的经选择的控制信号的影响。

61. 如权利要求 60 的电容器，其特征在于：

柔性设施的特性改变可以由有选择的去除柔性设施的一部分来达到。

62. 如权利要求 61 的电容器，其特征在于：

有选择的去除材料可以通过对柔性设施有选择的施加集中的辐射能量来达到。

63. 如权利要求 1 的电容器，其特征在于：

控制电极是衬底的一部分。

64. 如权利要求 1 的电容器，其特征在于：

控制电极是在衬底上形成的一导电区域。

65. 如权利要求 64 的电容器，其特征在于：

导电区域与衬底绝缘。

66. 一传输线，其特征在于包含一个或多个根据权利要求 1 的电容器，用来改变传输线的阻抗。

67. 如权利要求 66 的传输线，其特征在于它是一可变阻抗，微带型传输线。

68. 一阻抗匹配网络，其特征在于它包含一个或多个根据权利要求 1 的电容器，用来改变网络的阻抗。

69. 一滤波网络，其特征在于它包含一个或多个根据权利要求 1 的电容器，用来改变网络的阻抗。

70. 一天线，其特征在于它包含一个或多个根据权利要求 1 的电容器，用来改变天线的阻抗和频率特性。

71. 如权利要求 70 的天线，其特征在于：

构件是天线的辐射或接收表面的一个单元。

72. 如权利要求 71 的天线，其特征在于它是一补丁型天线。

73. 如权利要求 71 的天线，其特征在于它是一螺旋型天线。

74. 如权利要求 71 的天线，其特征在于它是一槽型天线。

75. 一耦合器，其特征在于包含一个或多个根据权利要求 1 的电容器，用来改变耦合器的阻抗。

76. 如权利要求 75 的耦合器，其特征在于它是一对称型耦合器。

77. 如权利要求 75 的耦合器，其特征在于它是一非对称型耦合器。

78. 如权利要求 75 的耦合器，其特征在于它是一混合环型耦合器。

79. 一波导，其特征在于至少有一个表面包含有一个或多个根据权利要求 1 的电容器，用来改变波导的阻抗。

80. 一鳍状线，其特征在于包括一个或多个根据要求 1 的电容器，用来改变鳍状线的阻抗。

81. 如权利要求 1 的电容器，其特征在于：

构件的正常位置是离开衬底的，而当构件偏转时，它更接近衬底。

82. 如权利要求 1 的电容器，其特征在于：

构件的正常位置是向着衬底的，而当构件偏转时，它更远离衬底。

83. 用于影响输入信号的一微型、单片、可变电容器，其特征在于包括：

(i) 一衬底，

(ii) 用单片技术制成的一构件，它藉衬底做出并与衬底隔开，衬底的一区域和构件的一部分用作电容器的各自的极板，

(iii) 安装构件的装置，用来使构件的部分向衬底区域和离开衬底区域偏转，并用来在构件的部分偏转出其正常位置时存储能量，该存储的能量有使构件的偏转部分回至其正常位置的倾向，

(iv) 用于有选择地使构件的部分偏离出其正常位置以改变电容器的电容的装置，以及

(v) 将输入信号加至电容器的装置。

84. 如权利要求 83 的电容器，其特征在于：

有选择的偏转装置包括：

产生电场的装置，该电场部分地由构件的部分约束，电场使构件的部分以正比于电场幅值的量相对于衬底作偏转。

85. 如权利要求 84 的电容器，其特征在于：

电场由一电压产生，该电压具有这样的频率，使得构件的部分实质上随该电压同步地偏转。

86. 如权利要求 85 的电容器，其特征在于：

电压实质上是非时变的。

87. 如权利要求 84 的电容器，其特征在于：

由场产生装置产生的偏转场部分地由衬底区域所约束。

88. 如权利要求 87 的电容器，其特征在于：

偏转场由一电压产生，该电压具有这样的频率，使得构件的部分实质上随该电压同步地偏转。

89. 如权利要求 88 的电容器，其特征在于：

电压实质上是非时变的。

90. 如权利要求 89 的电容器，其特征在于：

偏转电压加在衬底和构件之间。

91. 如权利要求 90 的电容器，其特征在于：

输入信号是具有这样的频率的电压，该频率相对于构件的谐振频率足够高，因而构件的部分不能响应于该输入信号而偏转。

92. 如权利要求 91 的一电容，其特征在于：

输入电压叠加在偏转电压上。

93. 如权利要求 92 的一电容器，其特征在于：

电场产生装置包括

与衬底区域相关联的控制电极，该电极部分地约束了使构件的部分偏转的电场，偏转的量取决于电场的幅度。

94. 如权利要求 93 的电容器，其特征在于：

电场由加至控制电极的一电压产生，并且具有这样的频率，使得构件的部分实质上随该电压同步偏转。

95. 如权利要求 94 的电容器，其特征在于：

偏转电压实质上是非时变的。

96. 如权利要求 95 的电容器，其特征在于：

偏转电压加在控制电极和构件之间，而输入电压加至构件。

97. 如权利要求 96 的电容器，其特征在于：

控制电极和安装装置是以单片方式对于衬底和构件做出的。

98. 如权利要求 97 的电容器，其特征在于：

安装装置包括：

一可形变膜，构件位于其上，以及

衬底上的一支撑，膜接于该支撑。

99. 如权利要求 98 的电容器，其特征在于：

构件由低柔性，通常是刚性的部件构成，它位于膜上，围绕构件的膜的部分具有高柔性。

100. 如权利要求 99 的电容器，其特征在于：

构件和膜是导电的和整体的，并且构件要比膜厚得多。

101. 如权利要求 100 的电容器，其特征在于：
支撑是导体杆，它在衬底上并与衬底绝缘。
102. 如权利要求 100 的电容器，其特征在于：
支撑是衬底上的绝缘隔离物。
103. 一种在权利要求 83 中阐明的可变电容器，其特征在于：
有选择的偏转装置相对于时间使构件的部分偏转，这一偏转的频率与输入信号的频率无关。
104. 如权利要求 103 的一可变电容器，其特征在于：
偏转频率小于输入信号的频率。
105. 一种如权利要求 83 所述的非线性电容器，其特征在于：
有选择的偏转装置相对于时间使构件的部分偏转，这一偏转的频率与输入信号的频率实质上相同。
106. 如权利要求 105 的一非线性电容器，其特征在于：
有选择的偏转装置是输入信号施加装置。
107. 用于影响一输入信号的一微型、单片、可变电容器，它包括：
- (i) 一衬底，
 - (ii) 用单片技术制成的一微型构件，它藉衬底做出并与衬底隔开，
 - (iii) 与构件部分隔开的导电区域，导电区域和构件构成了平行平板电容器的各自的极板，
 - (iv) 安装构件的装置，用以使构件的部分向导电区域和离开导电区域偏离，并在构件的部分向着导电区域偏离出其正常位置时存储能量，此能量有使构件的偏转部分回至其正常位置的倾向，
 - (v) 有选择地使构件的部分向着导电区域偏离出其正常位置，以改变电容器的电容的装置，以及
 - (vi) 把输入信号加至电容器的装置。

108. 如权利要求 103 的电容器, 其特征在于:

偏转装置包括

电场产生装置, 用以产生电场, 使构件偏离出其正常位置。

109. 如权利要求 103 的电容器, 其特征在于:

电场产生装置包括

一控制电极, 它部分地约束电场, 该电场使构件的部分以正比于电场幅度的量向着导电区域偏转。

110. 如权利要求 105 的电容器, 其特征在于:

电场由加至控制电极的电压产生, 且具有这样的频率, 使得构件部分实质上随偏转电压同步偏转。

111. 如权利要求 106 的电容器, 其特征在于:

偏转电压实质上是非时变的。

112. 如权利要求 107 的电容器, 其特征在于:

偏转电压加在控制电极以及构件之间, 而输入电压加在导电区域和构件之间。

113. 如权利要求 108 的电容器, 其特征在于:

控制电极和导电区域实质上是共面的。

114. 如权利要求 109 的电容器, 其特征在于:

控制电极和导电区域做在衬底上。

115. 如权利要求 110 的电容器, 其特征在于:

控制电极和导电区域包括

各自的叉指形小片, 它们一般都与构件的偏转部分对准。

116. 如权利要求 111 的电容器, 其特征在于:

小片互相绝缘并与衬底绝缘。

117. 用以响应于一控制信号而影响输入电信号的一微型、单片器件, 其特征在于包括:

一衬底,

一可动构件，当它在第一正常位置时以第一种方式来影响输入信号，而当它不在第一位置时以第二种方式来影响输入信号，

安装构件的装置，使构件处于与衬底隔开的位置以便构件作向衬底和离开衬底的运动，并且当构件移出其第一位置时用以存储能量，此存储的能量使构件偏向第一位置，

把输入信号加至器件的装置，

把控制信号有选择地施加至构件的装置，以及

响应于控制信号的装置，用来有选择地把构件移出正常位置以有选择地改变构件影响输入信号的方式。

118. 如权利要求 117 的器件，其特征在于：

构件是导电的，将控制信号加在其上产生一静电场，该静电场对构件作用，使构件相对于衬底移出其第一位置。

119. 一可变电容器，它包含了如权利要求 118 的器件，其特征在于：

构件是电容器的一个极板，构件在静电场作用下的运动改变了电容器的电容，以及

输入信号和控制信号都加至构件。

120. 如权利要求 119 的电容器，其特征在于：

输入信号取的路径与电容器的可改变的电容并联。

121. 如权利要求 119 的电容器，其特征在于：

输入信号取的路径与电容器可改变的电容相串联。

122. 如权利要求 118 的器件，其特征在于：

静电场使构件向衬底移动。

123. 一波导，它包括如权利要求 117 的器件，其特征在于：

可动构件构成了在第一位置下波导内表面的共面部分，

构件移出第一位置是从波导壁离开，这实际上沿着一条通常平行于构件移动直线的直线减小了波导的横截面。

124. 一可变电容器，它包含如权利要求 118 的器件，其特征在于：

构件是电容器的一个极板，构件的移动改变了电容器的电容。

125. 如权利要求 124 的电容器，其特征在于：

电容器与输入信号并联。

126. 如权利要求 124 的电容器，其特征在于：

电容器与输入信号串联。

127. 一种如权利要求 118 所述的可变电容器，它用于时变输入信号，其特征在于：

有选择的移动装置使构件随时间移动，这种移动的频率与输入信号的频率无关。

128. 如权利要求 127 的可变电容器，其特征在于：

移动的频率小于输入信号的频率。

129. 一种如权利要求 118 所述的非线性电容，与一时变输入信号一起用，其特征在于：

有选择的移动装置随时间移动构件，这种移动的频率实质上与输入信号的频率相等。

130. 如权利要求 129 的非线性电容，其特征在于：

有选择的移动装置是输入信号施加装置。

说明书

微型单片可变电气器件以及 含有这类器件的装置

本发明涉及微型单片可变电气器件，特别涉及以起着电容器或开关作用的变形镜空间光调制器(SLM)构成基体“砌块”的器件。

一个 SLM 由小的镜子或反射器阵列做成，每个这样的镜子或反射器可以成为一个可选择的反光象素。每个象素使入射光沿着由其镜子的位置或取向确定的路径反射。典型地，每个象素镜都可以通过偏转或形变而在一个正常的第一位置或取向以及一个或多个第二位置或取向之间活动。每个象素只在一个位置上(或者是标准位置或者是多个第二位置中的一个)把入射光沿一条经选择的路径引至初级的光接收部位，例如进入一个光学系统，再由该处到达一个观察面或者一张光敏纸上。在所有其他的象素镜位置上，不能把入射光沿着所选择的路径引至初级的光接收部位；而是把光或是引至次级的部位，或是引至一个吸收或消除光的“光汇”(“light sink”)，因此不能到达光接收部位。

一个象素阵列可用来按照某种图形把入射光反射至初级部位。象素阵列可以采取方形阵列或其他正交阵列。在这种情形中，每个象素镜的位置(可以用所附的寻址设施来逐个地控制每个象素镜的位置)可在一个光栅显示器(rasterized display)中改变，以产生一幅视觉图象。参看一般列举出的美国专利 5,079,544; 5,061,049; 4,728,185 和 3,600,798。也可以参看美国专利 4,356,730; 4,229,732; 3,896,338 和 3,886,310。一个象素阵列也可以取其他的形式，例如长比宽大得多的矩形列。在此情形下，由所附寻址设施确定的

象素镜的位置将有选择地改变，从而反射光可在光敏纸上以每次一准行(quasi—line—at—a—time)的方式印出字符。参见一般列举出的美国专利 5,101,236 和 5,041,851。在这两种情形以及其他的使用环境中，象素镜的适当的阵列和结构可以使 SLM 按幅度占优或相位占优的方式来调制光。

至少有四类 SLM：电光、磁光、液晶以及可偏转(或可形变)镜。最后一类 SLM，通常称之为 DMD—可偏转(或可形变)镜器件(Deflectable(or Deformable)Mirror Device)或数字式微镜器件(Digital Micromirror Device)，在该器件中含有可以电子寻址的镜元件的微型机械阵列，镜单元是一些活动的(例如可偏转或可形变的)反射器，藉转动、形变或类似于活塞的上下运动，将它们逐个地变成可选择的反射结构。如上面所指出的，每个镜子构成一个可以对电气输入作出响应而作机械运动(偏转或形变)的象素。射至每个镜子的光可以通过由每个有选择地移动或取向的镜子的反射进行方向和/或相位的有选择的调制。迄今为止，DMDSLIM 已在光相关(例如在 Van der Lugt 匹配滤波相关器中)、频谱分析、光门开关、频率剔除、高清晰度显示(例如电视)、显示和显示投影、静电印刷以及神经网络中获得应用。

有数种“DMDSLIM”，包括悬臂梁和扭力梁型、弹性体型和膜型。在结构上与两种类型相关联，而在工作上与弹性体型和膜型相关联的第四种 DMDSLIM 称之为弯曲梁型。对 DMDSLIM 的象素寻址(即有选择地移动)可以用电子束输入来达到，可以用光学的办法或者用现今较好的做法，即使用单片电路、薄膜电路或含有 MOS、CMOS 和功能类似的器件的混合集成电路来达到。

具体地说，发现用这样的办法来单片地制作象素的集成寻址电路比较方便，即采用常规 MOS/CMOS 处理技术在衬底(通常是硅)内或衬底上形成寻址电路，而象素位于衬底之上。寻址电路可以

做成平面状并置于相应的象素之下，以限制光透入寻址电路，从而减少光从寻址电路和衬底的衍射。寻址电路可以用模拟的、双稳态(二进制)的和三稳态方式来影响象素。

悬臂梁型和扭力梁型 DMDSLM 为具有较大的刚性和较小的柔性都含有较厚的镜子或金属反射器，通常为具有较大的柔性在它们的边缘用一个或两个比较细的悬臂梁(或弹簧)或扭力梁(或弹簧)与之连成一体并加以支承。每个镜子在结构上由其梁来支承，并且用隔离物或支撑杆(梁就连接或附着在其上)使镜子与相关联的寻址电路以及作为寻址电路的一部分或由该电路控制的寻址电极相隔开。

当没有偏转力加在每个镜子或金属反射器上时，镜子由其梁保持在它的正常位置上。当从寻址电路对于控制或寻址电极加上一个电压而使之激励时，结果电场均使与电极对准的镜子的一部分经电场线而移动。这一移动是镜子的一部分因库仑或静电引力趋向电极(或在较少情况下是斥离电极)的结果。

悬臂梁或扭力梁弯曲优先发生在细的梁处。这种弯曲在与镜子相关联的梁中存储了势能，这种有使镜子回至其正常位置的倾向的存储的势能在控制或寻址电极不再吸引(或推斥)镜子时，将使镜子回至正常位置。

当寻址电路及其控制或寻址电极在衬底内或衬底上制成后，即可在衬底上旋转涂复一层成平面状的有机光致抗蚀剂。在光致抗蚀剂的光滑表面上制出一薄的金属(例如铝)层，并在该金属层中形成作为镜子及其相应的梁的母体的围形。镜子母体(而不包括它们的梁的母体)的厚度可以用选择淀积、掩蔽、腐蚀及有关的类似 MOS/CMOS 的步骤来增加。将镜子和梁下面的光致抗蚀剂去除，用以一方面在每个镜子之间形成凹槽或空气隙，而在另一方面形成电极和衬底。

在偏转时，被吸引的镜子的部分移进与移出凹槽。由被反射的

入射光的方向取决于每个镜子的位置或取向，因而取决于相应的控制或寻址电极的激励状态。在此种 DMDSLM 中，厚的镜子的位置和取向相对于入射光而言能保持相当平整，而先接收部位被有选择地改变以确定反射光的路径。

在一种早期的 DMDSLM(弹性体型)中包含有一层金属化的、相当厚的弹性体。在后来的有关类型的 DMDSLM 中包含有相当薄的金属化的聚合物膜，该膜张在隔离网格或其他支撑结构上。未形变的平面弹性体层将在其上的金属层与在它下面的寻址设施隔开。隔离网格在正常情况下不形变的、平面状的膜以网格划分的小块以及下面的相应的寻址设施间起空气隙或分隔作用。在弹性体和膜上的金属层的每一小块构成一象素。对于与每个金属层小块的控制或寻址电极进行激励，每个金属层小块将静电地吸引(或推斥)金属小块以使与之有关的、正常情况下平整的相应的弹性体或膜的小块作曲线状形变，使之偏离正常的、不形变的平面状结构，而靠近(或离开)电极，而使其上的曲线状形变的金属小块有如一微型的球面镜、抛物面镜或其他曲面镜。

弹性体和膜的形变在它们内部存储了势能。在控制或寻址电极中的激励去除之后，存储于弹性体或膜中的势能将使弹性体或膜回至其正常的平整结构。由每个微型镜子反射的入射光可以集中于一个旋转对称的相当窄的圆锥中。因此，每个象素可以与一纹影阻挡物(schlieren stop)相联系，该阻挡物形成一简单的中央遮蔽，其位置和大小可用来阻挡由平整的或未调制的象素镜反射的光。已调制的曲线状的或已形变的象素镜把一个圆形光斑引至阻挡平面；此光斑中心位于阻挡物的中心遮蔽处，但光斑要比中心遮蔽来得大，因而，越过经选择的方向并到达经选择的部位。

如梁式 DMDSLM 那样，膜式 DMDSLM 最近也用混合集成组装的办法制成。它由较厚的、低柔性的、分隔开的、平整的象素镜构

成，而每个镜子由较薄的、高柔性的膜来支承。此膜可以象过去那样是金属化的聚合物膜小块或分隔开的金属化聚合物膜。更通常地，膜是柔性的金属膜小块，或者是薄的、可伸展的和高柔性的金属膜，或是与这些镜子相连接或相组合的凸出物。金属凸出物(或者可能是金属膜)在已制成寻址电路的硅或其他衬底上与镜子相隔一段第一距离。当象素镜处于其正常位置时，位于下面的寻址电路以空气隙与相应的象素镜分开。当寻址电路受到适当的激励时，其象素镜由于静电或库仑引力向衬底作位移或偏转。如果镜子与金属薄膜或金属凸出物的厚度相近，发生位移的镜子产生曲线状形变。如果镜子比周围的金属膜或金属凸出物厚得多，当金属凸出物(或金属膜)发生即时的伸展与形变，以使镜子如活塞那样上下偏转时，每个位移的镜子基本上保持平整。作曲线状或横向位移的镜子的最终位移图形对反射光产生了相应的幅度或相位调制。

弯曲梁型的 DMDSL M 包含有一块较厚的平整的镜子，而镜子由多个相当细的悬臂-扭力梁来支承。在一种作为例子的弯曲梁型 DMDSL M 中，镜子是矩形的或者方形的，而每根梁从隔离物或支撑杆出发，部分地沿着镜子相应的边而到达梁的一角。在这种形式的 SLM 中，梁沿着与镜子的边平行的方向伸展，而在悬臂梁和扭力梁 SLM 中，梁通常从镜子的边垂直地或呈镜角地伸展。

当弯曲梁型器件由它的控制或寻址电极吸引时，这些梁经受初级的悬臂弯曲和次级的扭力弯曲，以使平整镜子作活塞状移动或偏转，而平整镜子绕平行于活塞状偏转方向并垂直于镜子轴的转动极其微小。

有关 SLM 的进一步的一般信息可以从名为“可变形镜空间光调制器”的论文中得到，该文章由 Larry J. Hornbeck 撰写，于 1989 年 8 月 7—8 日在 San Dieg, CA 的 SPIE 会议上发表，载于《PIE 评论丛书，空间光调制器应用 III》，并刊印于有关的会议录 Vol.

1150, No 6, P, 86—102中。

所有类型的 DMDSLM 都由可各自活动的(可偏转或可形变的)镜子、象素或反光表面的阵列构成。如一般列举出的美国专利5,061,049中所讨论的,对于 DMD 已理解为在事实上也包括空气隙电容器。然而,显然在对 DMD 的工作进行分析时,已主要地依赖了 DMDSLM 的电容性质。这就是说,在对 DMDSLM 的光学特性已经和继续加以利用以来,利用这些器件固有的电气的或非反光的性质的工作做得很少。

本发明的一个目的是提供一种微型单片可变的电气器件,例如包含 DMD 的电容器或开关,或者作为开关,以及各种组成或包含这种器件的装置。利用可变 DMD 器件(例如电容器和开关)的装置包括传输线(例如可变阻抗微带线);可变阻抗匹配、变换和滤波网络;可变阻抗或频率捷变天线(包括补丁天线、螺旋天线和槽天线),这些天线的辐射图形、频率和波长都是可调的;可变阻抗或频率捷变耦合器(包括对称耦合器、不对称耦合器以及混合环);与波导相关联的可变鳍状线;波导本身、光波导开关以及电传输线;电路工作控制器(例如,对高频振荡器作调谐补偿或控制用的);以及用于相控阵天线的实时延网络。由于 DMD 的工作方式,在其中包括了由本发明的 DMD 得出的器件的各种装置可以进行数字的或有选择的改变或调谐。

考虑到上面的和其他的目的,本发明较可取的方面为考虑一能影响一时变输入信号的微型单片可变电容器。

电容器包括一衬底。一导电构件在衬底上以单片的方式制成,并与该衬底相隔开。导电构件和衬底有如平板电容器各自的极板。

采用诸如柔性梁、膜或铰链等安装设施这一构件,使它的一部分向衬底方向偏转和朝离开衬底的方向偏转。当梁的一部分离开其平衡位置向衬底方向偏转或朝离开衬底的方向偏转时,在安装设施

中存储了势能。此势能有将已偏转的构件部件回至其正常位置的趋势。

一种设施有选择地使构件的一部分偏转以改变电容。偏转设施可包含一电极，在沿梁的部分向衬底和离开衬底的偏转方向，该电极与梁相隔离，控制电极和梁可以有一信号加在它们之间。这一控制信号在梁部分和控制电极之间产生一电场。电场使梁部分离开其正常位置向衬底或离开衬底偏转。控制电极可以是做在衬底上的一个电容器或者是衬底本身的一个区间。

如将输入信号加至电容器而提供一设施。当电容器的电容改变时，使输入信号受到影响。

安装设置可以由金属膜或弹性体膜组成，并可与构件以及与施加输入信号的设施整体形成。安装设施也可以一扭力梁或者一悬臂梁或者由多个组合的悬臂梁和扭力梁构成的弯曲梁。构件的偏转可以是转动或活塞状运动。

安装设施也可以包括一绝缘的隔离物或一导电杆来支撑梁或膜，在构件下面制出一凹槽。隔离物或杆最好以单片的方式与其他元件一起制作。当构件向衬底和朝离开衬底的方向偏转时，构件向凹槽内和向凹槽外移动。

在一个实施例中，控制电极是衬底本身的一个区域，而控制信号加在衬底区域和构件之间。施加输入信号的设施包括一导电输入路径和一导电输出路径，它们沿相反的方向与构件相连接，从而使输入信号通过构件。更具体地说，控制信号可以加在衬底区域和连至构件的导体路径中的一条。在这个实施例中，衬底区域可以接地，而电容器实际上与输入信号并联。

在另一实施例中，衬底上的一绝缘介质层支承了控制电极，并使控制电极与衬底绝缘。控制信号加在控制电极和构件之间。施加输入信号的设施包括一连接至构件的输入路径以及在偏转方向与构件

相隔离的导体输出路径。输出路径由衬底支承并与衬底相绝缘，从而输入信号由构件加至用作电容器的一个极板的输出路径。控制信号可加在控制电极和导体输入路径之间。在这个实施例中，电容器实际上与输入信号相串联。

典型地，输入信号是时变的，而控制信号的频率大大低于输入信号的频率。控制信号最好基本上不随时间变化。事实上，输入信号的频率最好相对于构件的谐振频率足够高，从而在响应于输入信号时构件不会偏转，并且只要涉及偏转，构件对于输入信号基本上是“无知觉的”（“blind”）。与此相反，若控制信号的频率足够低，从而梁与之同步偏转。同样更可取的是，输入信号与控制信号相叠加。

大小、频率、模式和构件运动的其他特征可以有选择地加以调节。例如有选择地从构件上去除材料（以减少其质量和区域）或从梁上去除材料（以改变其柔性），可以完成这样的调节。这样的去除材料可以采用集中的光能，例如可以用一台激光修整器（laser trimmer）。

可以将本发明中的电容器包括进来作为本摘要之前的一段中列出的任何器件中的一个单元或一部分，从而器件的阻抗以及与阻抗有关的特性可以有选择地改变。

在一更为广泛的方面，本发明考虑一微型单片器件，该器件响应于一控制信号来影响一输入电信号。此器件包括一衬底和一通常占有第一位置的可动构件。在第一位置上，此构件以第一方式影响输入信号。当构件不在第一位置时，它以第二方式影响输入信号。采取一些设施来安装构件，使之与衬底相隔开，以使构件可向衬底或朝离开衬底的方向移动。安装设施在当构件离开第一位置移动时在设施中存储了能量。此存储的能量使构件偏向第一方向。

输入信号加至器件而控制信号加至构件，响应于控制信号设施，有选择地使构件移动，离开其第一位置，以继续有选择地改变

构件影响输入信号的方式。

在较广方面的较佳实施例中，构件是导电的，而加至它的控制信号产生一静电场作用于其上。此电场使构件移动离开第一位置。

由本发明的较广的方面得出的一个特殊器件是一可变电容器，在其中可动构件是电容器的一个极板，构件的移动改变电容器的电容。可将输入信号和控制信号都加至构件。输入信号所取的路径可以与这个可变电容器相关联或相串联。电容器的移动以向着衬底，从最小值开始增加电容为好，虽然移动也可以朝着离开衬底的方向，使电容从最大值开始减小。

另一个从本发明的较广方面得出的特殊器件是波导。在波导中，可动构件以其第一位置构成波导内表面的共面部分。构件离开第一位置的运动是离开衬底与离开波导壁。这样的运动实际上沿通常与构件的运动直线相平行的直线减小了波导的横截面。

输入信号可以是时变的，而构件可随时间作不同的偏转。构件偏转的频率在较佳实施例中与输入信号的频率无关，并且最好小于输入信号的频率。当构件的偏转频率与输入信号的频率大体相同时，将导致一非线性电容器。这一偏转可以围绕或相对于构件的第一正常位置，该位置由控制信号来设置。

图1是按照本发明的原理的可变电容器的普遍的侧视剖面图，该电容器由弹性体型 DMDSL M 构成；

图2是按照本发明的原理的两种变电容器的普遍的侧视剖面图，该电容器由双膜式 DMDSL M 构成；

图3是描绘按照本发明用作一变电容器的 DMDSL M 的略图，对该电容电气上的连接使它象一旁路或并联电容那样工作；

图4是描绘按照本发明用作一变电容器的 DMDSL M 的略图，对该电容电气上的连接使它象一串联电容那样工作；

图5是一控制信号和一输入信号对时间的曲线图，这些信号加

至图3和图4的可变电容器；

图6是膜型可变电容器的一部分的普遍的顶视图，该电容器类似于示于在图2左侧的以及在图4、图7—9及图18—25中的电容器，它含有这样的结构，如结合图4所描述的那样，按照本发明的原理，它象一串联可变电容器那样工作；

图7是一膜型可变电容器的普遍的侧视剖面图，一般，它沿图8中的直线7—7来截取，它类似于在图2—4、6、9和18—25中所示的那些，它所用的隔离物类似于在图2—4中所用的那些，而不是采用示于图9和18的杆，此电容器包含了这样的设施，它能确保电容器的主要部分保持平面状，而不是象图2—4、6、20和25(b)中那样作曲线状形变；

图8是描绘于图7中的膜型可变电容器的普遍的顶视图，为更好的描述它所包含的部件，电容器的一些部分已经被去除；

图9包含一膜型 DMDSLM 的普遍的侧视剖面图，该器件用作一可变电容器，类似于用在图2和7中所描绘的 DMDSLM，它的膜是由杆来支承，而不是用图2和7的隔离物，采用适当的设施可使已形变的薄膜仍保持平面状；

图10是悬臂梁型 DMDSLM 的普遍的侧视剖面图，该器件用作一可变电容器；

图11是悬臂梁型 DMDSLM 的普遍的侧视剖面图，该器件用作一可变电容器，类似于用在图10中所描述的 DMDSLM，梁和铰链由导体杆来支承而不是用示于图10的隔离物来支承；

图12是悬臂梁型可变电容器的普遍的侧视剖面图，该电容器与示于图10和11的那些相似，它采用类似于图7所示的那种隔离物而不采用示于图3和4的杆；

图13包含了两种不同的悬臂梁型 DMDSLM 的普遍的顶视图，它们都用作可变电容器，图10和12的剖示图一般是沿图13中的10，

12-10,12取的；

图14是包含了四种不同的扭力臂型 DMDSLM 的普遍的顶视图，它们都用作可变电容器；

图15是变形梁型 DMDSLM 的普遍的顶视图，该器件用作可变电容器，图16和图17的剖示图一般是沿图15中的16,17—16,17取的；

图16和17是变形梁 DMDSLM 的普遍的侧视剖面图，一般沿图15的直线16,17—16,17取剖面线，按照本发明它们分别描绘可变电容器，在图16中，膜处于正常位置，在图17中，膜处于它因受吸引而趋向控制电极时的位置；

图18(a)和18(b)分别是用作传输线的开关的膜型 DMDSLM 的侧视剖面图和平面视图；

图19是用作可变电容器的膜型 DMDSLM 的侧视剖面图，在该器件中既采用了导体杆(示于图9的那种类型)也采用了绝缘隔离物(示于图7的那种类型)来支承薄膜；

图20分别是用作可变阻抗带状传输线的多个膜型 DMDSLM 的侧视剖面图和平面图；

图21是四个可调的、频率捷变的耦合器的普遍的平面图，在每个耦合器中采用了多个按照本发明原理的 DMDSLM；

图22是频率捷变和方向图捷变的补丁天线的透视图，该天线包含了多个按照本发明原理的 DMDSLM；

图23是鳍状线的普遍的侧视剖面图和平面图，在该鳍状线中包含了用于调谐的作为可变电容器的 DMDSLM 阵列；

图24是包含遵从本发明的 DMDSLM 可变电容器的普遍的透视图，该可变电容器用于波导—微带线过渡；以及

图25是描绘用多个 DMDSLM 作为可动构件，来变包含这件构件的波导的电特性的端透视图和该图一部分的放大图。

本发明涉及其类型分别示于图2—4及6—9；图10—13；图14；图15—17；图8以及图19的微型单片器件40、50、60、70、80和160。器件40、50、60和70是可变电容器；器件80是电的或光学的开关。器件40、50、60、70、80由基本的 DMDSLM40'、50'、60'、70' 和80' 构成，其变更和使用将在下面加以叙述，电气上它们以多种方式进行工作，例如象图3和4所一般描述的那样。本发明还涉及如图20—25所描述的那样，在装置中采用电容器40、50、60、70、80和160。

图2—17是对多种 DMDSLM40'、50'、60' 和70' 作普遍的描绘的图，这些器件的结构成为本发明的可变电容器40、50、60和70的基本砌块。图1描绘了一种基本的 DMDSLM30'，按照本发明，把这种结构用作可变电容器30并不很方便，但是如果需要，还是可以采用的。不管怎样，如在图2—25中所实施的，用图1来对本发明的若干原理加以说明。

图1描绘了一弹性体型的基本的 DMDSLM30'，它包含有一相当厚的弹性层31，该层上有一可形变的、相当薄的淀积金属层或膜32。图中 DMD30' 是如此用的，金属层32是高反光的。膜层31和32淀积在硅或其他合适的衬底33上，在衬底顶上有用标准的混合集成电路 MOS CMOS 等的制作工艺制得的寻址电路，图中仅一般地用35来表示。电路35在衬底33内和/或衬底33上制得，并包括了与之相隔的控制或寻址电极36a。如在其他的 DMDSLM40'、50'、60' 和70' 中那样，虽然所描绘的控制电极做在衬底33的顶面上，它们也可以是“埋入”或集成入衬底33，作为独立的导电路径或作为适当掺杂的区域。弹性体层31有一正常或第一厚度 T ，它使金属层或膜32与衬底33的顶部保持一段正常的第一距离 D ，而与衬底上所载的控制电极保持一段距离 d ，(如果电极36a 是埋入式的， D 和 d 可相等)。

根据层和膜31和32、衬底33以及控制电极36a 的材料以及寻址电路的性质，电极36a 可以用一电绝缘层37来与衬底33绝缘地隔

开，该绝缘层可以是该衬底33材料的氧化物或其他氧化物或绝缘材料。

当一控制电极36a受激励，从而使该电极以及就在其上的金属层或膜32的小块之间施加了极性相反的相当大的电压(不管是得自影响控制电极36a的寻址电路还是得自别处)，在小块38和电极36a之间的静电力将吸引(或推斥)小块38向(或离开)电极36a。这一吸引(或推斥)使小块38朝(或离开)电极36a移动或作曲线状偏转，从而减小(或增加)弹性体层31的介于其间的材料的厚度D和d，如图1所示。另一种做法，对控制电极36a和其上的小块38加上相同极性的电压以在它们之间产生一静电斥力，该斥力将增加而不是减少距离D和d。

这样，根据控制电极36a的加上激励或去除激励的状态，以及根据每个电极36a和与它相关联的小块38的极性，电极部分的弹性体31的厚度将减小(或增加)，而在相邻电极36a部分的弹性体的厚度将增加(或减小)。当电极36a去除激励时，层和膜31和32处于它们的正常的第一位置。金属层或膜32的第一位置以虚线39来表示。当由于静电引力使膜31和32形变而偏离第一位置时，在其内存储了势能。所存储的势能有使膜31和32回至其正常的、第一(通常是平面的)位置39。当一被激励的电极36a去除激励时，存储在小块38和膜31和32紧邻部分中的能量回至其正常的水平。

当其本的DMD30'这样来使用时，金属层32受控制电极36a的选择性激励而造成的表面改变将用来对入射光进行幅度和相位调制。

虽然对电极36a以及与之相关联的小块38加上相同极性的电压，可以使小块38或者向着或者离开控制电极的方向移动而离开其第一位置39，然而在剩下的描述部分将着重采用不同极性的施加电压，它将使膜32的小块38(或其功能的对应物)移向电极36a。再者，

我们将清楚，当把一电压加于一元件上，例如加在小块38上时，相反极性的吸引电压将或者是(a)在相应的其他部件(这里是控制电极36a)上感应出的电压，或(b)直接施加或通过一独立的机构(例如寻址电路35)施加于其他部件上。在每个小块38以及它的电极36a上的电压(吸引的或排斥的)可以受寻址电路35作用而取适当值。

在图1中，输出电极36和金属层32各自在其上的小块38可以看作是可变平板电容器30的极板。具体些说，小块38是可动极板或膜，而电极36b是固定极板。如图1所示，电极36b可以与在衬底33上的控制电极36a相邻，在那里，电极36b在电极36a之后而进入图所在的平面之内。在相对可移动的电容器极板36b和38之间的介质是弹性体31。在另一种做法中，电极36b的功能可以由衬底33来完成，如果衬底的导电性能足够好，或者当衬底的导电性能并不足够好时，可在其中做出一个导电区域来。如下面所描述的，电极36b可以不存在，而由控制电极35a来承担它的功能。因为电容器极板36b、38之间的距离是可以调节的。因此电容器30是可变的。前面假设，为用来调节电容器30的电容的加至控制电极36a和金属膜32的小块38的控制电压可以独立地加上而不对输入电信号产生任何影响，该输入电信号只对电容器30(即电容器36b,38)产生影响，反之亦然。用这种方法将这些信号加至可变电容器40、50、60和70的技术将在下面描述。这里只需注意，如果金属膜32的每个小块38起着可变平板电容器可动极板的作用，而与其相邻的可变电容器无关，则相邻的小块38应在电气上隔离，例如，使金属层32在其区域内不连续，每块复在每对电极36a和36b的空间之上。如果电极对36a、36b构成一阵列，则由金属层32内的不连续性网格(未示出)可以形成一相应的可变电容器阵列30，应进一步注意，可变电容器30的阵列的金属层32的各个小块38，从客观的意义上来看，如下面所描述，代表一块具有分布可变电容的“表面”，这块“表面”可以构成许多装置

的表面的一部分，这些装置包括传输线、耦合器、天线、鳍状线或波导。

这样，图1示出一基本的 DMDSLM30'，它以前用来调制光，而在这里用作可变电容器30以及这样一种器件，它有一个构件(小块38)，该构件相对于固定构件(电极36和/或衬底)可以活动。

继续参见图1，由于控制电信号控制电极36a 以及小块38，左边的小块或可动电容器极板38以及它的输出电极或固定电容器极板36b 构成了电容器30，而与其他相邻的电容器30无关。输入信号可以通过一输入导体38i 加至小块38，该输入导体与小块38的一端在电气上连续。如果电容器30(或36b、38)由于与导体38i 平行而影响在导体38i 上的输入信号，则设置一输出导体38op，它与小块38的另一相对端在电气上相连续。输入信号将受到电容器30(或36b、38)的影响，这是由于输入信号以由电容器30的电容所确定的方式穿过小块38，该电容器由小块38和电极36b 之间的距离确定(最终由加在小块38和控制电极36之间的电压的极性和差值确定)。在图1(a)中以简图的方式示出的电容器30的功能，可能需要如图36g 所示的那样把电极36b 接地。电极36b 的功能可以由衬底33来完成或由在衬底33中形成的导电区域来完成，如果需要的话，可以将它接地。

如果电容器30(36b、38)连续影响在导体38i 上的输入信号，则设置在电气上与电极36b 连续的输出导体36_o。(导体38_o 以及地36_g 可以取消)。电容器30的这一功能在图1(b)中以简图示出。

图2示出两个相邻的膜型基本 DMD40'，每个器件都用作一个可变电容40。DMD40'的一种可能的型式(这种型式的 DMD 用 MOS、CMOS 和其他技术来制造有些不方便)，示于该图的右方并且构成了图1的变体，这种 DMD 具有一层薄的聚合物膜41，其上复有一薄的可形变的金属膜层42。在一更可取的形式中，DMD40' 只包含一薄的、可形变的、自承的薄金属层或膜42，如图2的左方所示；而取消

了聚合物膜41。类似于对衬底33的做法，金属层或膜42(以及聚合物膜41，如果有的话)用隔离物44来支承在衬底43上方。在这种型式的典型的DMD40'中，隔离物44躺在正交的网格上。在金属膜42下面，在由隔离物44的网格所确定的每个区域之内，有寻址电路，它一般地表示成45，并且包括控制电极46a。寻址电路45及它们的电极46a可以类似于图1中的它们的对应物35和36a。为避免画面零乱，结构类似于电极36b的输出电极46b没有画出。如果有需要，电极46a、46b可以用类似于图1中的层37的绝缘层47来与衬底绝缘。就在电极46a和46b上方的每个金属层42的小块48由于在小块48和电极46a之间加上适当的电压差而被吸引至(或被推斥开)这些电极46a和46b。这一吸引(或推斥)使小块48作曲线状移动或偏转，并同时使金属膜42形变而离开其第一位置或正常的平面状结构，用虚线49来表示。

与基本的DMD30'同样，基本的DMD40'可以被看作和用作一可变电容器40。在固定极板(电极46b)和可动极板(金属膜42)之间的介质可以是空气或另一种合适的媒质，而不是弹性体31。与电容器30那样，如果金属膜42的各个小块48要起各个独立的可变电容器40的独立的可动极板的作用，则这些小块48应在电气上互相绝缘，如在金属层42中制作出与隔离物44的图形相一致的不连续性图案(未图示)那样。

如前面所指出的，在某些早先的基本的DMD40'中，隔离物44取网格的形状，因此一控制电极46a的激励将使膜42的相应小块48成球形或其他曲线形状。如果小块48作为空气隙可变电容器40的可移动或可转动极板，就不必得出这种曲线外形。事实上，产生曲线外形将使得对所得电容器40(46b,48)的电容的分析很困难，并且，更重要的是，它将使得所需的跨于每个小块48及其相应的控制电极46a之间的电压差过高。如下面更详细讨论的，每个电容器40最好

采用一对平行的隔离物44而不是象盒子那样的网格。这样，膜42的每个小块48只在正好相对的两边加以支承，而不是沿小块48的周界加以支承。结果，为使膜42的小块48达到给定的偏转，因而达到给定的电容值，只需较低的电压。可以使各个电容器40互相独立的膜42的不连续性可以与隔离物一致。

现在转向图3—5，对图2左半部分的基本的DMD40'用作可变电容器40的工作进行描述。如将要看到的，用这些图描述的原理对于其他基本的DMD也适用。在下面的描述中，假设膜42与该基本的DMD40'阵列中的相邻的膜42在电气上独立，因而每个电容器40与电容器阵列中的相邻的电容器40在电气上独立。不管这样的独立是用在金属层42中形成已经提到的不连续性(未图示)来达到还是用其他方法来达到(例如用适当的激励电极46的方法或用电气隔离技术)，对于本发明都不重要。

在图3中，画出了膜42的正常位置，而当它被吸引或偏转向电极46a时，其位置用虚线100来表示。(虚线100将向上弯曲，如果膜42被从控制电极46a和输出电极46b排斥开。)图3示出并联或分路连接中的电容器40(同时参见图1(a))，并用参照数字40P来表明以这种方式连接的电容40。如下面所解释的，在图3的实施例中，图2中的绝缘层47是不需要的。具体些说，如将要看到的，电容器40P的固定极板(这里，它或者是衬底43，或者是位于该衬底43上的电极46b)接地，图中以101表示，因此在它和电容器40P的可移动或可偏转膜42之间有一对地电容。可变控制信号102由控制信号源104加至膜42，如在源104和与输入端108之间路径106所示，图中表示在110处连接至层42。源104也在112处连接至地。

可变控制信号102可以是“低频”电压， V_c ，它可以是直流电压，它的幅度和/或占空因数是可变的。如这里所用的，所谓“低频”电压指的是具有这样一个频率的电压，当与在隔离物44之间支承的膜

42的可动部分(即小块48)的谐振频率比起来,它的频率要低得多,因此加上控制信号102的电容器40P的膜42能基本上与之同步近于即时地移动或偏转。如果信号102是直流(频率=0)时,膜42保持静止,而可变电容器40P是不变的。如果控制信号102是时变的,膜42与该信号同步而移动,则电容器40P是时变的。

具体说,当控制电压102加在膜42与衬底43位于其下的部分(用作控制电极)或是控制电极46a之间时,就在膜42与衬底43或电极46a之间的空间内产生静电场。如果控制信号是如图5所示的直流电压,得到的静电场不随时间改变,使得膜42作为电压幅度的函数向着(或离开)衬底43或电极46a移动或偏转,而离开它的正常的第一位置。这一移动或偏转减少(或增加)了膜42和衬底43或电极46a之间的距离。因为平行平板电容器的电容与极板42、43或42、46a之间的距离成反比,这一距离的减少(或增加)将增加(或减小)电容器40P的电容。去除控制信号102容许存储在膜42中的机械能量(作为它形变和偏转的结果)使膜42回至正常的、平面的位置,它代表了电容器40P的最小(或最大)电容,因为板42和43,或42和46a之间的间隔处于它的最大值(或最小值)。这样,电容器40P的电容是控制信号102的函数。如果在膜42和在衬底43或在电极46a上电压的极性相同,则电压差的增加使膜42移动,离开它的电容最大值的位置而到电容器40P具有较小电容的位置。

由于膜42的谐振频率确定以及其他机械特性不加限制,这些特性诸如膜42的尺寸、面积的外形以及质量;膜42的柔性和厚度;膜42厚度、弹性模量和/或弹性常数,以及膜42支承的方式和数量),有一从零频率(零频率即直流)开始的频率范围,在这个频率范围内,将容许膜42大体上与控制信号同步地移动或偏转。对于具有实际上为任何波形的低频电压来说,上面所说一般是对的。熟谙这一领域的人员能容易确定,对于一给定的膜42,以什么来构成“低频”

控制电压102。在较佳实施例中，控制信号102或者是幅度可选择地改变的直流电压或者是幅度固定，但占空因数(“通/断时间”)可选择地改变的直流电压。这些类型的控制电压102将导致电容器40P实际上有如可变的线性电容器。如果控制电压102是时变的，其频率足够低，以容许膜42能与该电压同步地偏转或“不偏转”，电容器40P实际上有如一可变电容器。

企图用可变电容器40P来影响输入信号114。输入信号是时变电压，相对于控制信号102，该输入信号最好具有“高频”。对于这一目的，“高频”输入信号114是指信号有这样高的频率，考虑到膜42的确定谐振频率的机械的和其他的特性，如上面所描述的，当膜42以任何显著的方式来响应输入信号时，它不会移动或偏转。即用最为简单的话来说，膜42的机械惯量过大，对于膜42响应输入信号114来说，信号随时间的改变太快。实质上，膜42不能“察觉”高频输入信号114。

如上面所讨论的，最好为高频电压形式的输入信号114从源116经过路径118加至输入端108和膜42。输出端120在122处连接至膜42。源116在112处接地。如图5所示，实际上，控制信号102和输入信号114可在输入端108处叠加并同时加至膜42。

假设输出端120接至并由利用电路(未示出)加以利用或取另外的方式，低频控制电压102对膜42的小块48与衬底43或输出电极46b之间的距离加以调节，因而调节电容器40P的对地电容，该电容器的极板是膜42(可动极板)和衬底43或电极46b(固定极板)。经调节的对地电容影响路径118—108—42—120的阻抗，因而影响输出信号114。如前面所解释的，输入信号114对膜42的偏转没有影响，因而对电容器40P的电容没有影响。当有需要时可对由输出端120来的叠加信号进行检波、解调，以从中消除代表低频控制信号102的分量。

控制信号102的幅度或占空因数可有选择地改变以有选择地变更电容器40P的电容以及输出端108的阻抗。这些改变可以是“手动”的或“自动”的。对反馈作出响应，可以用改变控制电压102的办法来完成自动改变，该反馈可与输出端120信号的值相关联，或与来自其他地方(例如，由连接至输出端120的利用电路)的信号相关联。这样，由输出端122或利用电路来的反馈将自动完成电容器40P的调节以得到与保持(或以一种经选择的方式)在输出端122处或利用电路中的信号。对控制信号102的手动与自动调节用参照数字123来表示，该数字附于信号源104的控制箭头处。

通过寻址电路45的工作可以使图3中的电容器40P的电容得到改变。例如，寻址电路45可以对衬底43或电极46b到地的通路的阻抗产生影响，或者构成或破坏这一通路，从而对于一给定的控制电压 V_c 可以影响膜42达到的偏转量。如熟谙该技术的人所能理解的，影响到地101的通路的阻抗将包括寻址电路45增加或减小阻抗或者到通路的电信号。

在另一实施例中，输入信号114的频率可以是这样的，膜42将响应于该频率的信号而移动。这使得电容器40P如一非线性电容那样工作，它的电容 $C(t)$ 将随输入信号114 $V(t)$ 的频率而改变。

图4描绘可变电容器40的串联连接，因此标以40S，在该图中，与图3中使用的数字相似的那些数字代表相似的部件，在图4中，本发明的可变电容器40S与输入信号114相串联，在图4中，输出端124被连至电容器的固定极板，即输出电极46b(或其他导体)，以数字128表示，这里的电极46b可以与图3中的电极46b一起做，而且制作方法也相同。与图3中的情况不同的是(在该图中，电极46b(如果有的话)或衬底43，有如电容器40P的固定极板，只在电容器40P充电时才载有电流)，图4所示的电容器40S的固定极板46b，作为构成输出电极46b，必须一直将电流传送到输出端124。这一电流传送要

求决定了输出电极46b应该用绝缘层47来与衬底43绝缘。代替图3中的单个控制电极46a,在图4中为描述的目的画出了位于层47上的两个控制电极46a。可以明白,两个或多个输出电极46b以及两个或多个控制电极46a可以做在层47上,并且这些电极46a、46b可根据需要或要求做成交错式、叉指式或取其他空间关联方式。

图4中的电容器40S的电容由控制信号102来设置,该信号最好是低频电压(如上面所确定的),它加于膜42以在膜42和控制电极46a(它在130处接地)之间产生电场。膜42的偏转量决定了电容器40S的电容改变。输入信号114,最好是高频电压(如上面所确定的),受电容影响而不会影响膜42的偏转,或者,因此不会影响电容器40S的值。实际上,输入信号114加于路径108—42—46b—124,该路径的阻抗取决于对电容器40S和信号114的频率所假设的值。如同40P那样,寻址电路45可影响控制电极46a或输出电极46b,因而,在此情况下,在45、46a和46b这些部件中要作适当的连接(未图示)。对这些连接以及对各个路径101、106、108、118、120、124和130进行“布线”(“routing”)以及对各个连接110、122和128确定位置,以及做这些方法可以采用已有技术中的任何合适的方法,它们关系到MOS、CMOS或其他混合、集成、单片、微型电路的制造方法和对这些方法的变更。这些都是任何熟谙此技术的人所知晓的。当然在考虑这里的其他图中所描绘的实施例时,情况同样如此。

一般地示于图4的电容器40S的一种特殊实施例描绘于图6中,在该图中有一些与图4中的有关部件相同或相似的参照号。在图6中,电极46由许多个导电指状物132构成,这些指状物连接至总线构件134或与之整体形成。而总线构件134在图中示意性画的地方接至地130。类似地,电极46b由许多个导电指状物136构成,这些指状物与总线构件138相连接或与之整体形成,假设它与连接128相同。指状物132和136是交错的或是叉指状的如图所示,以层47将它们与衬底43

绝缘,而它们之间的间隙140使指状物132与指状物136相隔离。一行电容器40S中的一个电容器40S描绘于图6中。可以有一列电容器40S,因此呈现出电容器40S的正交阵列或其它阵列。

如此使用的典型的基本的DMD30'的尺可以小到10—12微米见方而大到25微米见方。应该记得,当这样来使用一个DMD时,极短的响应时间(随控制电压的施加几乎即时发生的迅速偏转)是最需要的指标。对于一给定的控制信号,短的响应时间主要取决于DMD30'、40'等的可偏转膜32、42等的质量/惯性特征,这就给尺寸极小的因而也是质量极小的膜以鼓励。然而,如上面所提及的,当一如40的DMD用作如40P或40S的电容器时,膜42也需对输入信号114在运动上不敏感。还有,平行平板电容器的电容如它的极板面积那样改变。根据上面所述的情况,对于可变电容器40P和40S,就希望不象基本的DMD40'那样,而有尺寸较大和/或质量较大的膜42。事实上,包括这里所述类型的可变电容器的膜42看来应在5毫米见方的数量级,或者说要比如此用的DMD的可偏转膜的面积大40,000至250,000倍。当然,面积的增加随之带来质量/惯性的增加。

图7和8示出图2—4中所示的可变电容器40的变体40a。在这一改变40a中,隔离物44有一横截面轮廓,表示当用诸如在含有百分之几的氟的氧中进行各向同性等离子体蚀刻而形成的井或体积142,在这样的井中膜42的每个小块48发生形变。再者,为了描述的目的,不连续性144在小块48之间在膜42内形成,而小块48的相对的两边被相对的隔离物44支承。在图7中,每个膜42的小块48或有一较厚的,大体上是整体的构件145,它可以按MOS、CMOS或等价的工艺用在金属膜42上淀积或形成金属的办法制成。构件145为可形变系统42—145提供了相当大一部分质量,而与膜42的边146相比,它的柔性较小。膜42,构件145和隔离物44以及上述的其他部件可以用与生产DMD SLM用的类似或相同的办法来形成。这种形成办法可以包括金属

(诸如铝和铝合金)的交替和/或重复溅射淀积、等离子体蚀刻。氧化物的等离子淀积以及其他的步骤,如上面提及的由 Hornbeck 撰写的文章的第四节中所述和在一般提及的美国专利5,061,049中所述。

作为存在构件145(它实际上确定了小块48)的结果,膜42的小块48及其整体构件145向控制电极46a的吸引或偏转容许小块48基本上保持平整,其形变限于膜42的围绕小块48和构件145的并在相对两边被支承的边沿。前面所述的支承方式(只在膜42的每个小块48的相对两边加以支承)更详细地示于图8中。这种形式的支承导致膜142的非曲线状形变,它只包含了膜42的边沿146的相对的部分而不包括小块48或构件145。这种形变用图7中的虚线148来表示。显然,如果想要的话,示于图4的多重电极46a,46b结构也可以在图7和8的实施例中加以实施。在图7和图8中,电容器40a的固定极板可以象在其他图中那样,由衬底43或输出电极46b构成。电容器40a可以并联地或串联地与输入信号114相关联,分别如图3和图4那样。

图9示出基于膜型基本的DMD的另一种可变电容器40。它与示于图7和8的相类似。在图9中,光致抗蚀剂隔离物44被金属支撑杆150取代,该杆可用所谓的“埋入式铰链”(buried hinge)法制作,该方法在已提及的'049专利以及 Hornbeck 的文章中已揭示,并包括MOS、CMOS或其他步骤(其中包括重复/交替金属溅射、等离子体氧化物形成、等离子体蚀刻以及其他已知的步骤。杆150的功能很象图3和4中的输入端108以及至膜42的连接110。

诸如电极152和控制电极46a的寻址电路45的部分位于淀积在衬底43上的氧化物47之上,如图9所示。电极152和控制电极46a以及电极46b(如果46b存在,在图9中也看不到),它们有如可变电容器40的固定极板,最好凹进衬底43的上表面和/或包括大致掺杂的区域。电极的作用很象图3和4中的路径118。与膜42和它的构件在电气上相连的电极152可用来对每个电容器40的膜42及其构件145施加一电

压,该电压连同地电压或在控制电极46a上的电压(或者在衬底43上的电压,如果电极46a不存在的话)用来控制电容器40的膜42和构件145所受的偏转的大小。至此,电压可由支撑杆150加至膜42,该杆与电极152相接触。每个膜42用两根杆150相对撑起。如图7和8所示那样,由于存在高柔性的边沿146以及位于中央的低柔性的构件145,产生了膜42如活塞般的形变,其构件145一般保持与衬底平面平行。这一形变用虚线148表示。

如将要看到的那样,由寻址电路45来对电极46a和152进行控制、施加激励和去除激励。如果电极46b不存在,图9的电容40可以象在图3中所描绘的那样使用。如果电极46b存在,图9的电容40可以象在图4中那样使用。

图10描绘用作可变电容器50的悬臂梁型的普遍的基本的DMD SLM50'。与示于其他图中相示的那些部件将标以相同或相似的参照号。

图10中构件或小块58包括一很薄的下面的金属层51的高柔性部分,在金属层51上淀积相当厚的、用掩模形成图案的金属层52,它有一低柔性的构件58。在DMD50'中,在经选择的地方没有厚层52,图中用54标示,只剩下薄层51用作悬臂梁56。在DMD50'中,厚层52剩余的部分,即构件58,其功能有如反光象素或镜子,它的刚性的,低柔性的性质将悬臂弯曲限于梁56。在电容器50中,构件58,包括下面的薄层51,作用有如空气隙可变电容器50的可动极板。

梁56的长度宽度、厚度和材料特别是构件58的尺寸和质量都可调节,以响应于加在构件58和控制电极46a之间的电场,来实现所希望的偏转量。可以调节相同的参量,从而使构件58响应于并同步于低频控制信号102(而不是高频输入信号114)而偏转。虽然示于图10的梁56和电容器的可动极板或构件58是用矩形横截面的绝缘隔离物44来支撑的,也可以采用不示于图7的形式的隔离物,见图12,还可以是

示于图9的支撑杆150,见图11。如在其他图中那样,用作电容器固定极板的输出电极46b可以有也可以没有。再者,图10—12的电容器50可以用图3和4所示的相同的方式工作。

如在图13(a)和(b)中从顶部所看到的,画出的图10或12的电容器50既有控制电极46a也有输出电极46b,面积相当大的输出电极46b(在图10或12中看不到)使这些电容器50可以达到相当大的电容,该电容随电容器的极板46b,58的面积而改变。当然,把输出电极46b做得尽可能大是一种可以用于这里所有的实施例的技术来使随电压改变的电容器的电容最大。由于图13中的电容器的可动极板58相对于它们的对称轴不对称地偏转,在可动极板下的任何地方放置控制电极46a和输出电极46b足以影响可动极板的偏转并改变电容器50的电容。

在图14中示出了四个扭力梁型 DMD SLM60的顶视图(没有一个这种类型用侧视立面图示出过)。扭力梁电容器60可类似于图13的悬臂梁电容器50。在图14(a)—(c)中,扭力梁62是用类似于图10—13中悬臂梁56的制作方法制作的。扭力梁62把可动构件58关于和相对于构件58的旋转轴64对称地支承起来。结果,(1)当与图13的输出电极46b相比较,输出电极46b相对于构件58的面积具有较小的面积,以及(2)控制电极46a和输出电极46b必须相对于扭力梁62和旋转轴64不对称地设置。第一个结果来自这样的事实,控制电极46a在轴64的这边和那边的相等面积将使控制电极46a不可能使构件偏转,因为从轴64的两边加至构件58的力相等。第二个结果来自这样的事实;当构件58绕轴64偏转时,如果输出电极46b对称设置,电容器的一半将经受电容增加,而另一半将经受相等的电容减少,而电容改变的净量为零。应该指出,图14(以及图13)画出梁62(以及56)由隔离物44支承。当然,这些隔离物44可以用图9和11的杆150来替代。

在图14(d)中,扭力梁62和轴64相对于构件58是不对称的,特别

地,电极46a和46b的任何布置都能得到可使用的可变电容器60。这样,图14(b)的电容器60是图10—13的悬臂梁电容50的功能接近的类似物。

在电容器30、40(图7—9中的电容器40除外)50和60不同的偏转量时来分析电容改变是有点复杂的。这是由于在电容器40的膜42中发生的非线性的、曲线状的变化以及由在图10—14中电容器50和60的构件58所呈现的有效区域减小。由图7—9的电容器30所展示的偏转(上面描述过的象活塞那样)使构件58既保持平整又基本上平行于它的固定平面(衬底43或输出电极46b),对它的分析不复杂。图15—17的电容70也有这一优点。

在图15—17中,电容器70具有与图10—13所示的那些相似的可动构件58。构件58由梁72支承,它们是复合的悬臂梁和扭力梁。具体些说,悬臂段74在一端由隔离物44(或支撑杆150)支撑,而在它的另一端与扭力段76的一端相连。扭力段76的另一端与构件58相连,具体些说,是与它的薄层51相连。这样来选择段74和76的厚度、材料、长度和宽度,从而使段74和76的形变方式既有悬臂式又有扭力式。构件58被吸引至控制电极46a使构件58作象活塞状的偏转,使悬臂段74向下弯曲而扭力段76绕轴78略作扭转,轴78一般垂直于平板58有关的边和相关联的悬臂段74。段74、76先前的形变造成在图15的平面内构件的微小旋转,这一旋转对于构件58和位于其下的任何输出电极46b之间的电容的影响可以忽略。在图15中,电极46a和46b是沿图6中的它们的对应物线段画的;在图16和17中,电极46a和46b不是指状的,并且电极46b看不见(如果它存在的话)。

现在转向图18,该图示出了一个基于基本的类似DMD的SLM80'的器件80。器件80是一个开关;而不是如前面一些图所示的电容器。开关包括一薄的、高柔性的金属膜82,用与图9和11中的杆150相似的金属杆84把膜82支撑在衬底83之上,而且膜与杆在电气上

是相连的。寻址电路85制作在衬底83内和/或衬底83上。衬底86a的适当地构成的部分用作控制电极,该电极由寻址电路85有选择地激励。如果有需要,可以采用一个类似于前面一些图中的电极46a的分开控制电极86a。两个分开的输出电极86b位于介质层87上,而该层做在衬底83上。可偏转构件88构成了膜的中央部分。

可偏转构件88通过窄的边90而由杆84来支撑,窄边是用选择性的去除膜82形成的。由于边90很窄,它要比构件88柔性更强。如果必需使构件88的柔性更小,和/或如果在偏转时还须使构件88的结构保持平面状(或近似平面状),就可把构件88做得比边90更厚。例如,采用MOS、CMOS或其他淀积步骤,一厚的金属层92(在图18a中用虚线表示)可放在构件88之上。厚金属层92与图9中的构件145起相同的作用。如果不存在层92,膜82有如图2-4和6中的膜那样作曲线状形变的趋势,虽然由于构件88的宽度比边90的宽度大,这一形变的趋势将减轻到某种程度。层92的存在和/或构件88与边90的宽度有差异将导致如图7和9所描绘的活塞状的或准活塞状形变。

导体94在电气上与杆84相连并位于介质层83之上,该导体起着与图9和11中电极152相同的作用。这些导体94由寻址电路85或其他电路来激励,以在膜82上因而在构件88上相对于控制电极86a加上一经选择的电位。

加在构件88上的电位与加在控制电极86a上的电压相互作用,使构件移出其第一位置。代替在其他实施例中那样设置器件80的电容值,构件88移出其第一位置导致构件88移至第二位置,如图9(a)中的虚线96所示。在它的第二位置上,构件88与两个输出电极86b相触,使它们在电气上与构件88相连通。因此,构件88和输出电极86b构成一开关86b,88,当构件88处于其第一位置时,开关“开”(open),而当构件88处于其第二位置96时,开关“闭”(closed)。输出电极86a可以接至各自的传输线,或构成传输线的端部。传输线98做在介质层

87上。

如上面所述,图18的器件或开关可用来有选择地切换传输线98。类似地,构件88的有选择的、数字式的定位可以用来阻塞或不阻塞这样一条光路,它在构件88的第一位置和第二位置之间延伸,并垂直于构件88的移动方向。构件88的这一有选择的移动是由寻址电路85或其他设施加在构件88上和控制电极86a上的电位来控制的。这样,开关80可用作一电气的或一光学的开关。线98,98可由端部开关80有选择地相连通来调节线98,98之间的阻抗,按照前面的图,在这些开关之间为串联地/并联地连接着的可变电容器。

开关80可用来对传输线98上的微波和毫米波高频信号加以切换。到这里为止,在前面的实施例中,衬底83一般用硅,这里要用砷化镓或其合适的材料。当然,如果将高频输入信号加至这些电容器,则在前面描述的实施例中的衬底也可用砷化镓来做。开关80的杂散电容和其它电容以及寄生电阻和其他电阻可加以调节和选择以达到所选择的目的,诸如当开关80处于“开”状态时,杂散电容(因而隔离)最小,而当开关“闭”时寄生电阻(因而插入损耗)最小。构件82的材料、形状和其他参数也可加以调节或选择,从而当开关80“闭”时,在传输线98之间达到所选择的阻抗匹配。用来“修整”(tune)开关80以及前面描述的电容器的一种技术是有选择的去除一个在其他方面完整的开关80的边沿90的一小部分(或者电容器的膜或梁)。可以用适当形状和尺寸的诸如由修整用激光器或类似装置产生的能量束来完成这种有选择的去除。边沿90的厚度(以及膜和梁的厚度)也可加以调节或选择,来达到所希望的柔性,从而降低或选择使开关(或调节电容)所需的电压幅度。

可以这样来构成开关80,使之成为多“掷”(throw)而不是已描述过的单“掷”。举例来说,如果膜82作曲线状形变而不是平面状形变,偏转或形变的第一量值将使膜82把两个贴近放置的类似于电极

86b 的电极接通,而第二个较大的形变量值将使膜82又接通另外两个也类似于电极86b但相隔较远的电极。前面所述的多“掷”方案也可以通过用两个或多个开关80,每一个开关有选择地连接各自的传输线对98,98来实现。这些开关80可在电气上相关联,从而第一个控制信号使它们中的一个闭合,而第二个更大的输入信号使它们中的两个闭合,等等。控制各自传输线98或延迟线的多个开关的适当的关联也能使它对传输线作数字式选择。可把两个或多个开关80串联起来增加隔离度,而如果把他们并联起来,则可减少插入损耗。

图19描述一个用作可变电容器的器件160。图19的可变电容器兼有了以前所描述的不同电容器的某些结构特点。例如,一可形变的膜162(它类似于图2—4、6和18中可找到的那种)被支撑在一导体杆164(类似于图9、11和18所示的杆)和一绝缘隔离物166(类似于图2—4、6—8、10、12、16和17所示的隔离物)之上。电容器可与输入信号相串联而工作,沿示于图4的电容器40S的线,并且,电容器也可在膜162的下方和衬底170上有一输出电极168,该衬底最终还支承了其他部件。在输出电极168上可复有一层不导电的氧化物172,该层“设置”了最大电容并且当膜发生形变或偏转而离开第一、正常位置时,该氧化物层可用来防止膜162和输出电极168之间的机械啮合和短路。

在图19的电容器160中,由寻址电路产生并一般也只用174来表示的控制信号由一与杆164在电气上相连的导体176而接至杆164。杆在电气上与膜162相连,从而导体176上的信号可加至膜162。输出电极168也用作控制电极178,从而在膜162和电极168/178之间的低频电位设置了电容器160的电容。高频输入信号也可加至导体176,在其上它们有选择地受到电容器160的影响。如在其他实施例中那样,寻址电路174或其他设施可产生或变更控制信号和输入信号。

电容器160可在高频、毫米波或微波输入信号下使用。为容许这种使用,衬底170又要用砷化镓或其他合适的材料。应该明白,电容器

160可以类似于图3的电容器40P与输入信号并联地工作,其做法是用一个类似于杆164的杆来替代绝缘隔离物166,并把衬底170接地,或在膜162的下方在衬底上做一个接地电极。把多个电容器160(或前面描述过的电容器)作并联或串联组合,用来得到可进行数字式选择的电容范围。电容器160的这类组合可在可变滤波器和阻抗匹配网络中找到应用,也可用来调节通信系统或雷达系统的通带频率和阻带频率。电容器160的组合也可用来调谐高频振荡器,并且,当与一反馈环路相结合时,可用来补偿因老化或其他影响产生的频漂。

图20描绘一可变阻抗传输线180,它包括了一些体现了本发明的一些原理的可变电容器,图中只是一般地用182来表示。电容器182可以采取任何一种前面描述过的实施例中的形式,并以类似于图3中的电容器40S的形式表示出来,诸如电极46以及控制信号与输入信号设施等许多部件没有在图20中示出。传输线180包括一连续的金属膜184和一接地板190,该膜用各个隔离物188周期地支撑在衬底186之上。隔离物是绝缘的,并且,实质上它把连续的膜184划分成各个可形变或可偏转的构件192,每个小块在两相对的边上被支起于衬底186的一部分186'的上方,并且成为多个电容器182中的一个。这样,每个电容器182实际上由一可动极板或构件192以及被其复盖的一固定极板或相关联的部分186'构成。连续的膜184使相邻的电容器182在电气上相连,因而它有如图3中的输出端和连接120和122。一般地用194表示的寻址电路制作在衬底186之上或在该衬底之内,可在每个电容器182的固定极板186'和可动极板192之间有选择地产生适当的静电场,从而有选择地,独立地调节这些电容。

每个构件192的宽度可以不变或者与相邻的构件的宽度不同,如图20(b)和20(c)所示。于是,每个电容器的有效区域,因而电容可以不同。每个构件192是数字式移动或偏转的,即,每个构件192或者是在其第一位置,如图20(a)的实线所示,或者在其完全偏转的第二位

置,以虚线196来表示。每个构件192也能以模拟的方式,即按与控制信号102成比例的量移动。这样,每个电容器182可以相对于其他各个电容器的电容具有独有的电容最小值、最大值或中间值。在图20(b)中,构件192宽度的改变是由平滑过渡得到的,而在图20(C)中,这一过渡是阶跃的。

每个构件192的单位长电感要做得大些。这可以通过把构件192做成细长状,最好如图20(C)所示。虽然没有在图20中具体描述,但是通过增加相邻隔离物188之间的距离或减小构件192的宽度,也可以得到大的单位长电感。

通过有选择地调节每个电容器182的对地电容,传输线的总电容可以根据要求改变。在用传输线180来传输其波长和频率与构件192的尺度可比拟的信号时,以及在把其他的谐振器件或耦合器件拓扑包括进传输线180时,可在宽的接近无限大的范围内来选择阻抗调节能力和性能。

诸如图20中的182的电容器可被包括进许多种可调谐或频率捷变的耦合器200中,他们一般地示于图21,在图21中,相似的部件标以如图20中的相同参照号。在图21(b)一25中,器件或电容器182和80一般用矩形区域来表示,这样做只是想用它来表示器件或电容器的位置,它的具体结构已在前面的图中加以描绘。

图21(a)是可调分支线耦合器,它的每个分支线如在传输线180中包括一行电容器182。图21(b)一21(d)分别是可调分支线耦合器、可调混合环耦合器以及可调不对称耦合器,在这些耦合器的每个分支中有电容器182的阵列。每个耦合器200的工作频率和耦合度随有选择的调节电容器180的电容以改变特性阻抗而改变。典型地,用于耦合器200中的电容器182的构件192的宽度具有不变的宽度(但也不是非这样不可),而不是如图20有变化的宽度。在频率捷变传输线180中,可对在其上制作耦合器200的衬底加以修改以适合耦合器使用的

输入信号。举例来说,当输入信号是微波或毫米波信号时,衬底186可以是砷化镓或其他合适的材料,并把寻址电路194也适当地制作在衬底186内或在其上。同样,如果损耗考虑占主要地位,则电容器182的构件192(以及按照本发明的前面叙述过的器件的构件)应包括或复以金或其他合适的材料来减小高频损耗。金可以用任何合适的方法(诸如蒸气淀积或电镀)来淀积。

与图20和21用于传输线180和耦合器200的相似或相同的电容器182及其阵列也可被包括进诸如各种类型天线的辐射或吸收结构中。可以采用本发明的电容器182等的频率捷变天线和辐射图形捷变天线包括补丁天线;螺旋天线;槽天线;微带天线(例如,由图21(a)或21(b)所示式样的混合耦合器馈电的一个补丁辐射器),微带天线可以具有各种形状,包括方形、圆形、矩形、椭圆形、五边形、环形、三角形和半圆形等;各种天线阵,包括微带天线阵列;以及各种类型的相控阵和耦合结构。图22只描绘一频率捷变和辐射图形捷变的补丁天线210的一部分,它包括按本发明原理的电容器182阵列。在参阅了本详细说明后,把这样的电容器182包括进其他天线对于熟悉本技术的人来说是显而易见的。

当把电容器182包括进一天线(例如示于图22的天线210),衬底186可以用石英或其他适合做天线(antenna-suitable)的材料。再若,取决于发射或接收输入信号的频率,电容器182的阵列的构件192可以包括或复以诸如金的低欧姆损耗金属。按照本发明,构成天线210的每个电容器182是各自地和独立地可寻址的,以对输入信号114的一个给定频率来调节每个这样的电容182的阻抗。要指出,调节电容也调节了天线210的阻抗以及其辐射/吸收图形以及波长。对于一规定的辐射图形和频率范围可以把天线210按这种方式调谐。

应该很清楚,可以把电容器182的阵列包括进多种其他电气装置,包括在毫米波和微波频率下特别有用的器件,诸如鳍状线、波导

至微带线过渡、谐振器滤波器、谐振器以及滤波器。图23画出了鳍状线220的一部分的两个视图,该鳍状线包含一电容器182的阵列,而图24画出耦合入一波导至微带转换230的电容器182的阵列。波导232可以包括一脊波导或鳍状线236,该鳍状线可类似于图23的鳍状线220,而微带线234可类似于图20的传输线20而且可以包括一耦合器或被一耦合器馈电,该耦合器如图21中的200。

运用本发明原理的电容器阵列的另一种做法将更与图18中的开关80而不是电容器182有关,可将此阵列包括进波导240壁的内表面的一部或全部,一般地如图25所示。在此实施例中,器件或开关80的构件88的移动(开关的构件80用作波导240的内表面的一部份)有选择地减少(或增加)波导240的内表面,因此改变了波导的电气特征。当波导242的横截面减小时,在加于构件88和控制电极86a的相同极性的电位作用下,构件88被从控制电极86a推开。

熟悉本技术的人可以理解,对于本发明的上述实施例可以做各种改变或变更而不背离下述权利要求的精神和范围。

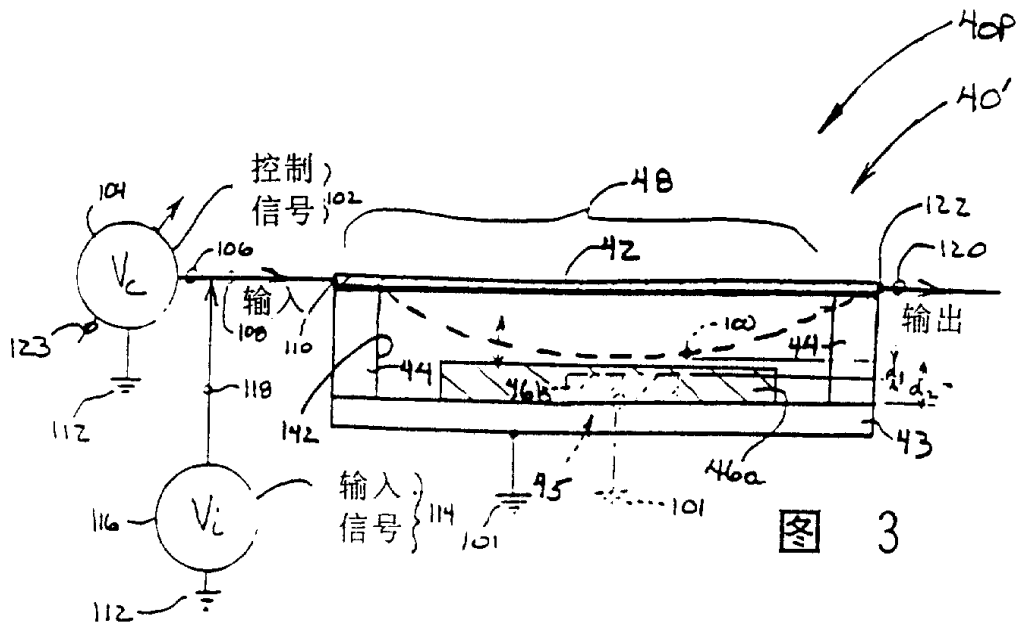


图 3

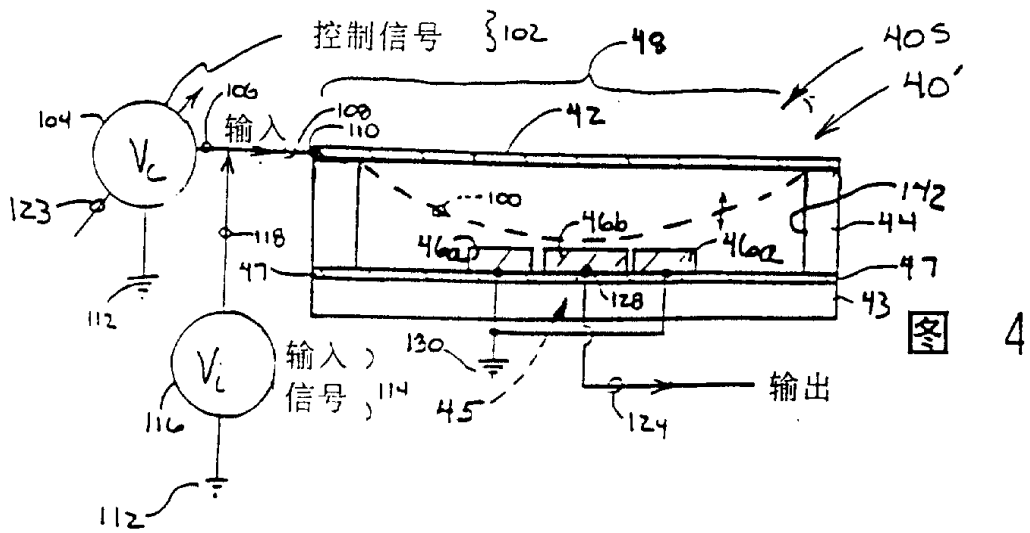


图 4

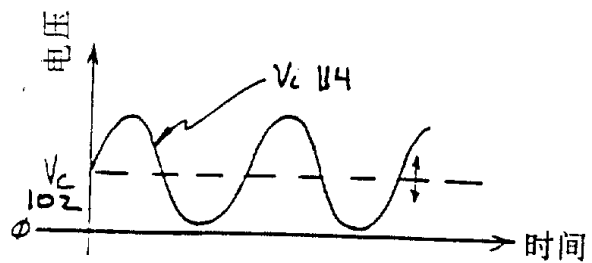


图 5

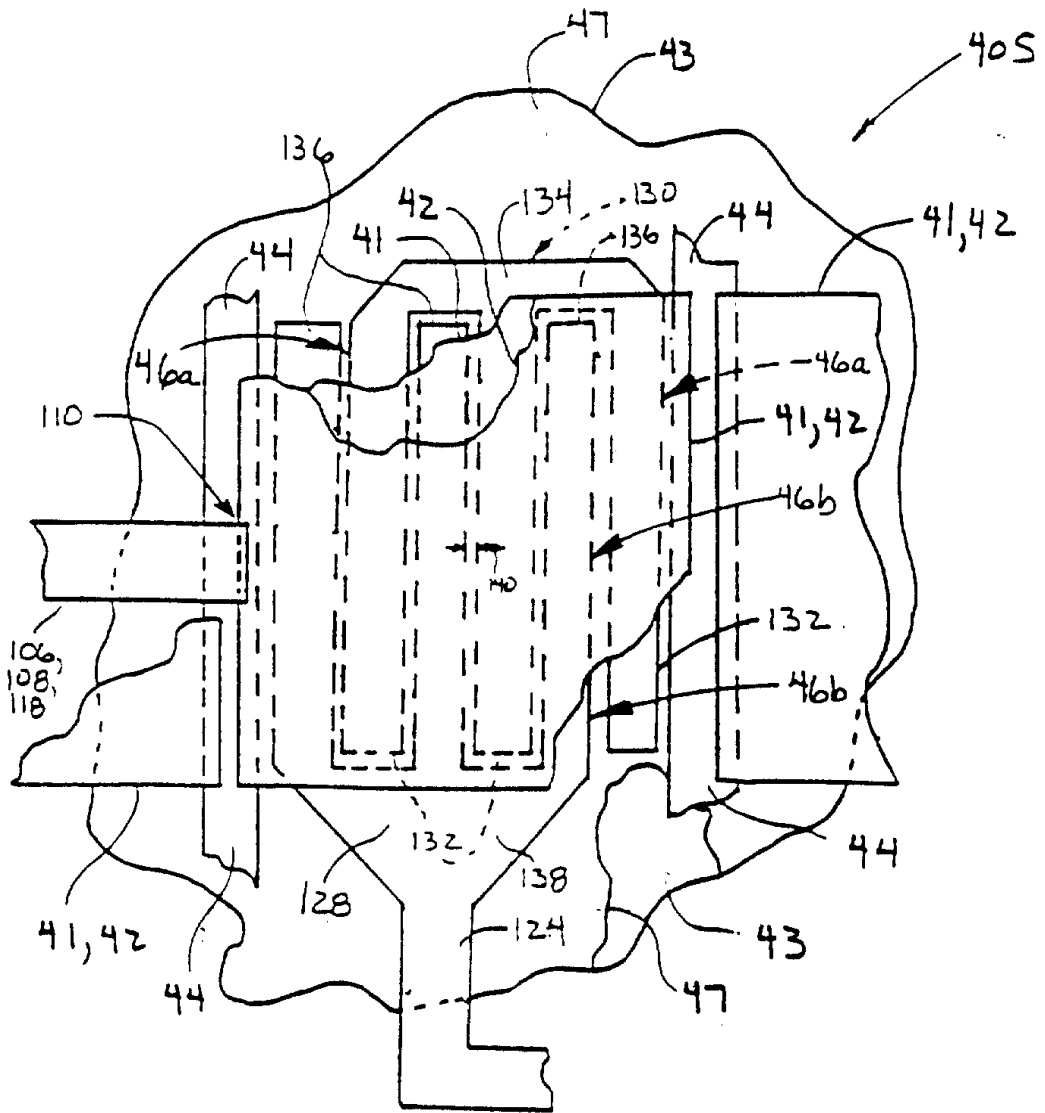
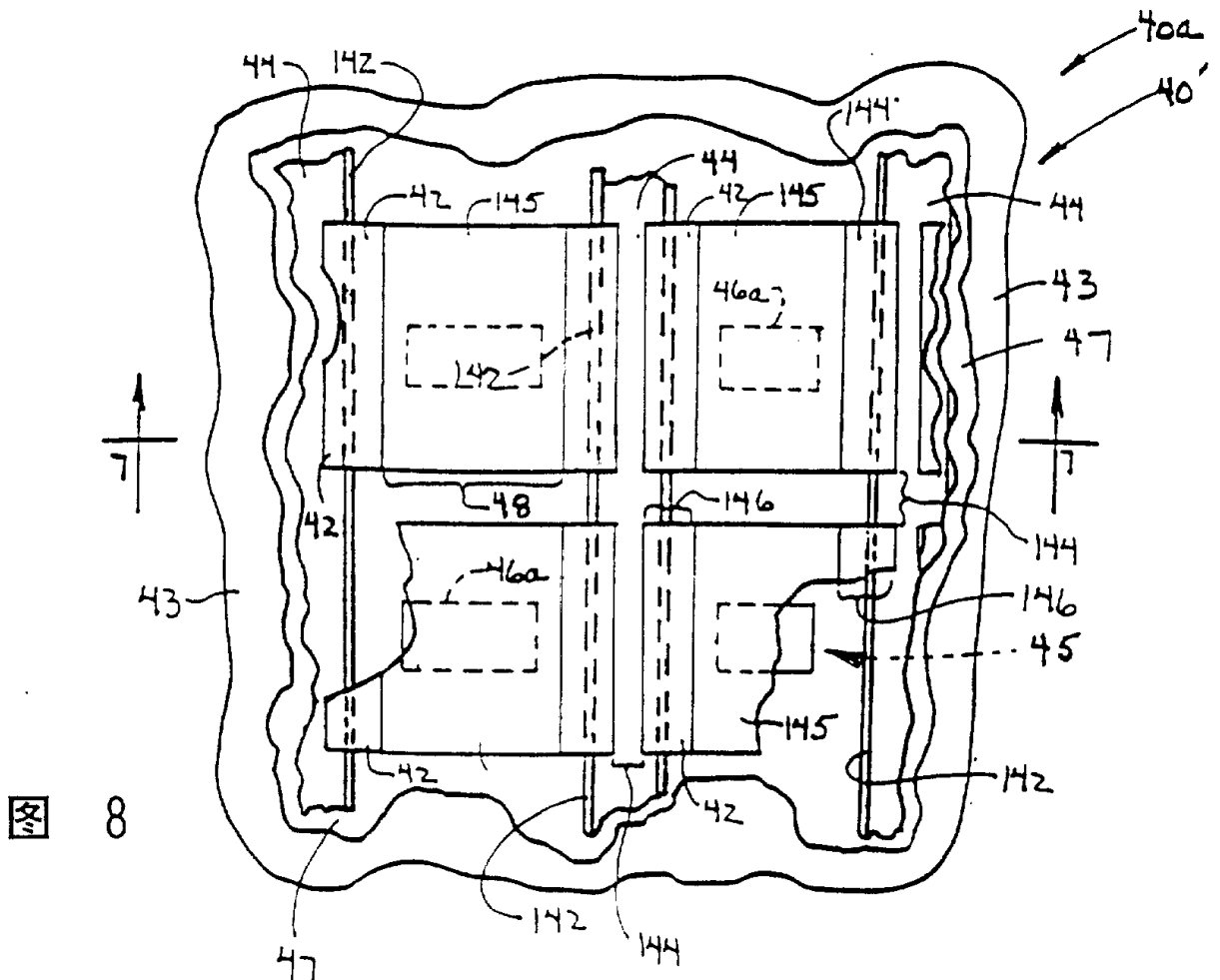
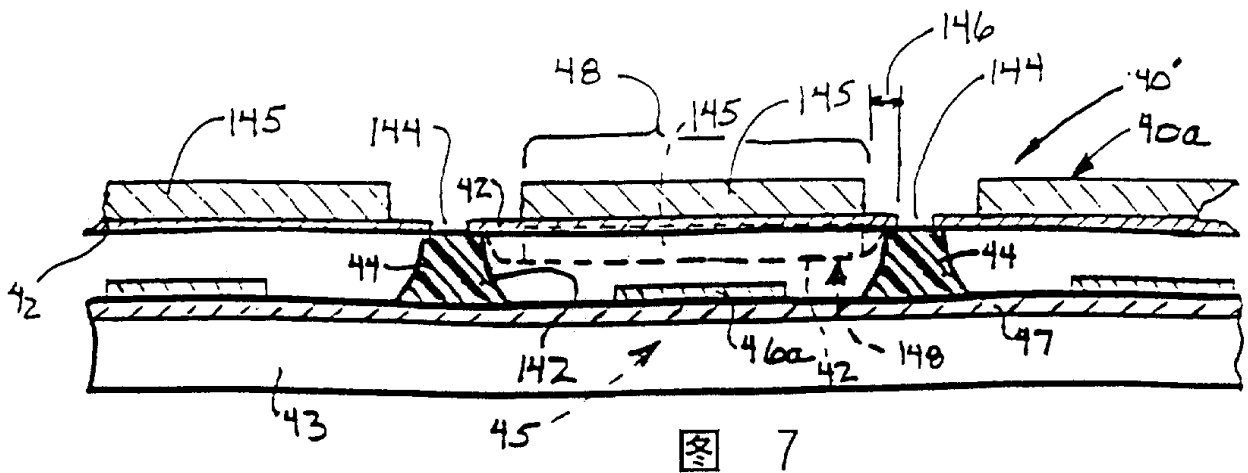


图 6



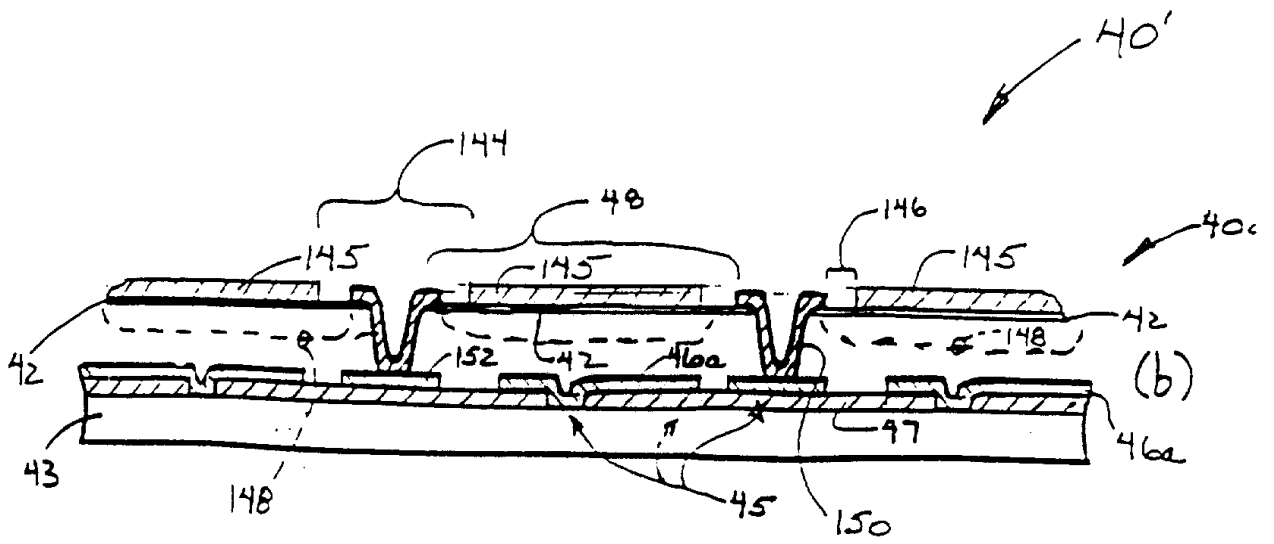


图 9

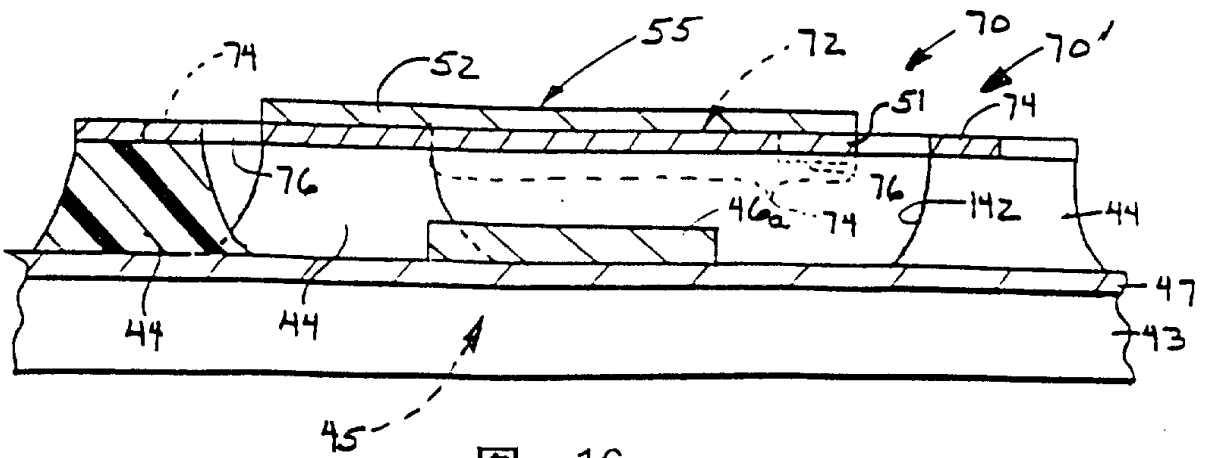


图 16

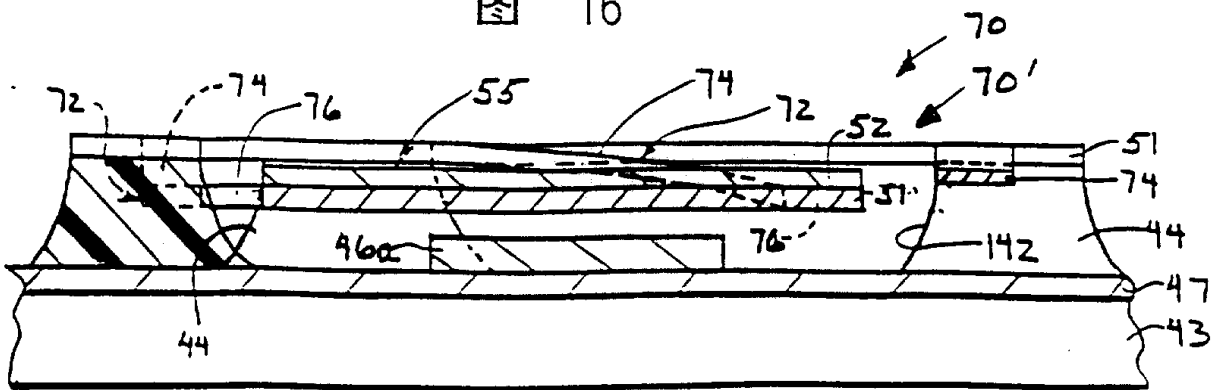


图 17

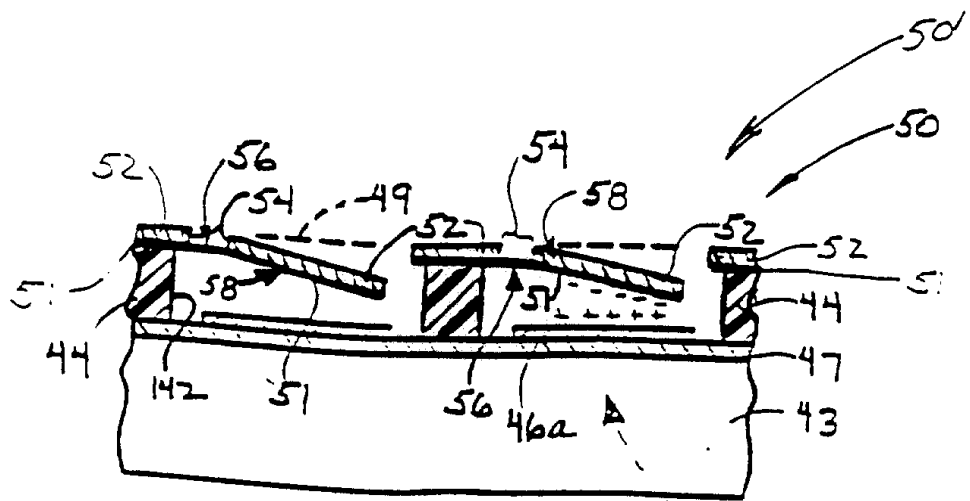


图 10

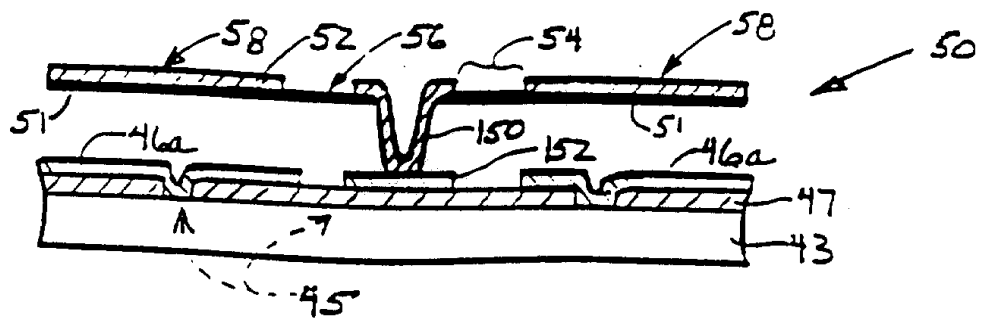


图 11

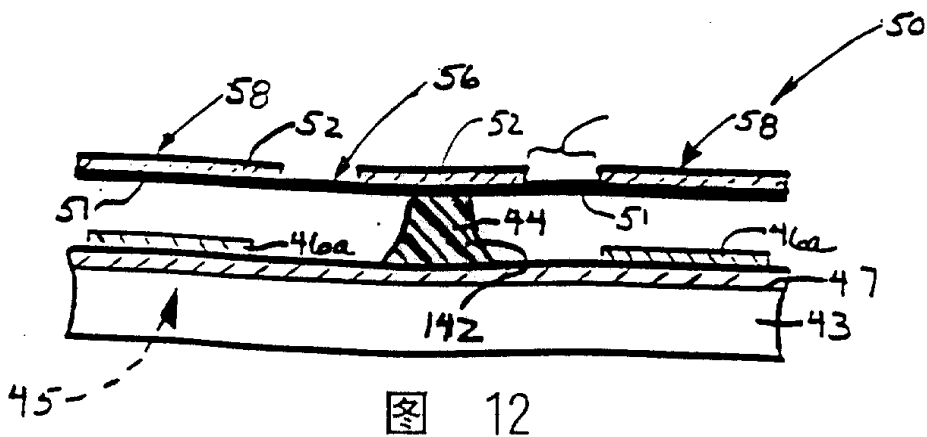
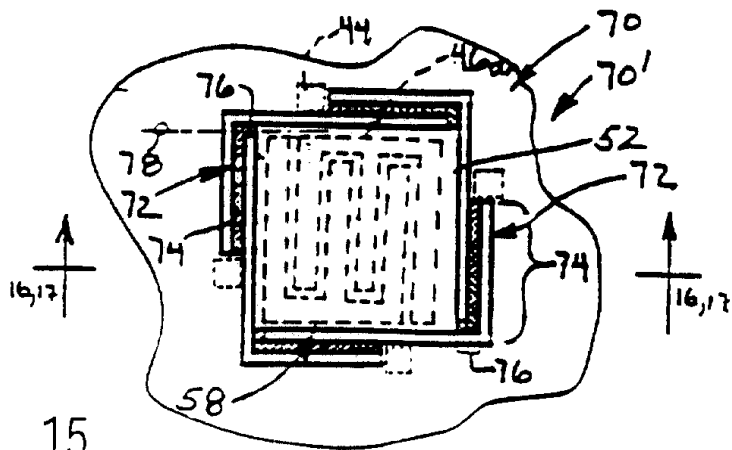
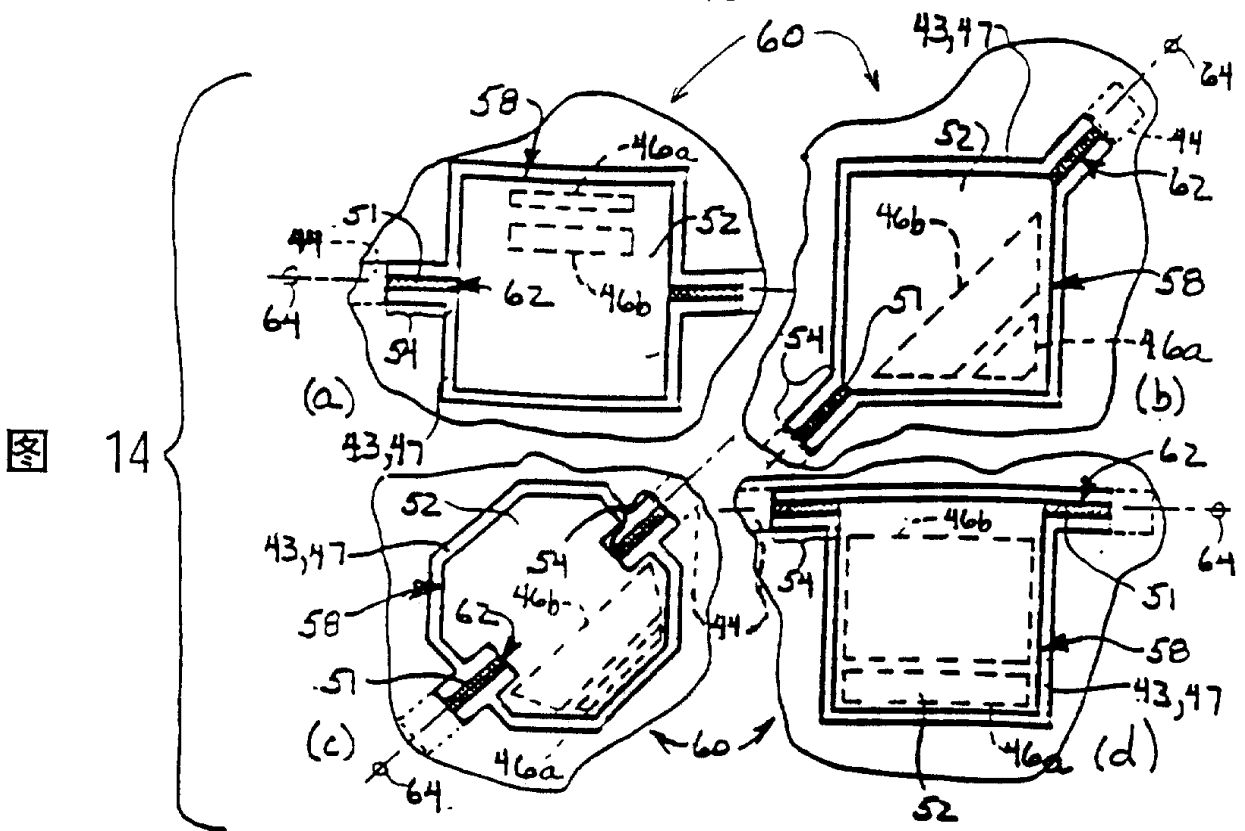
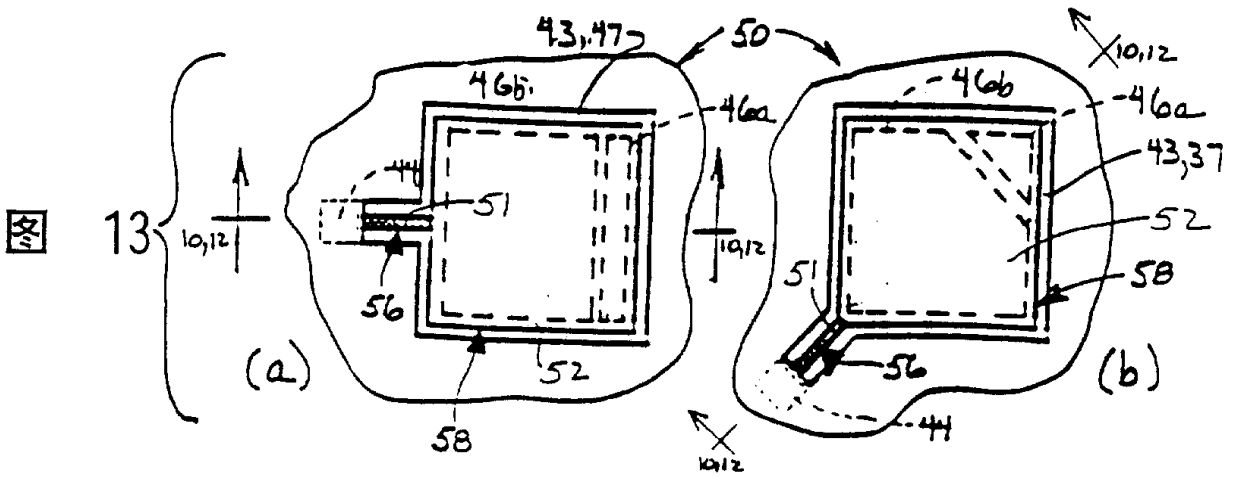


图 12



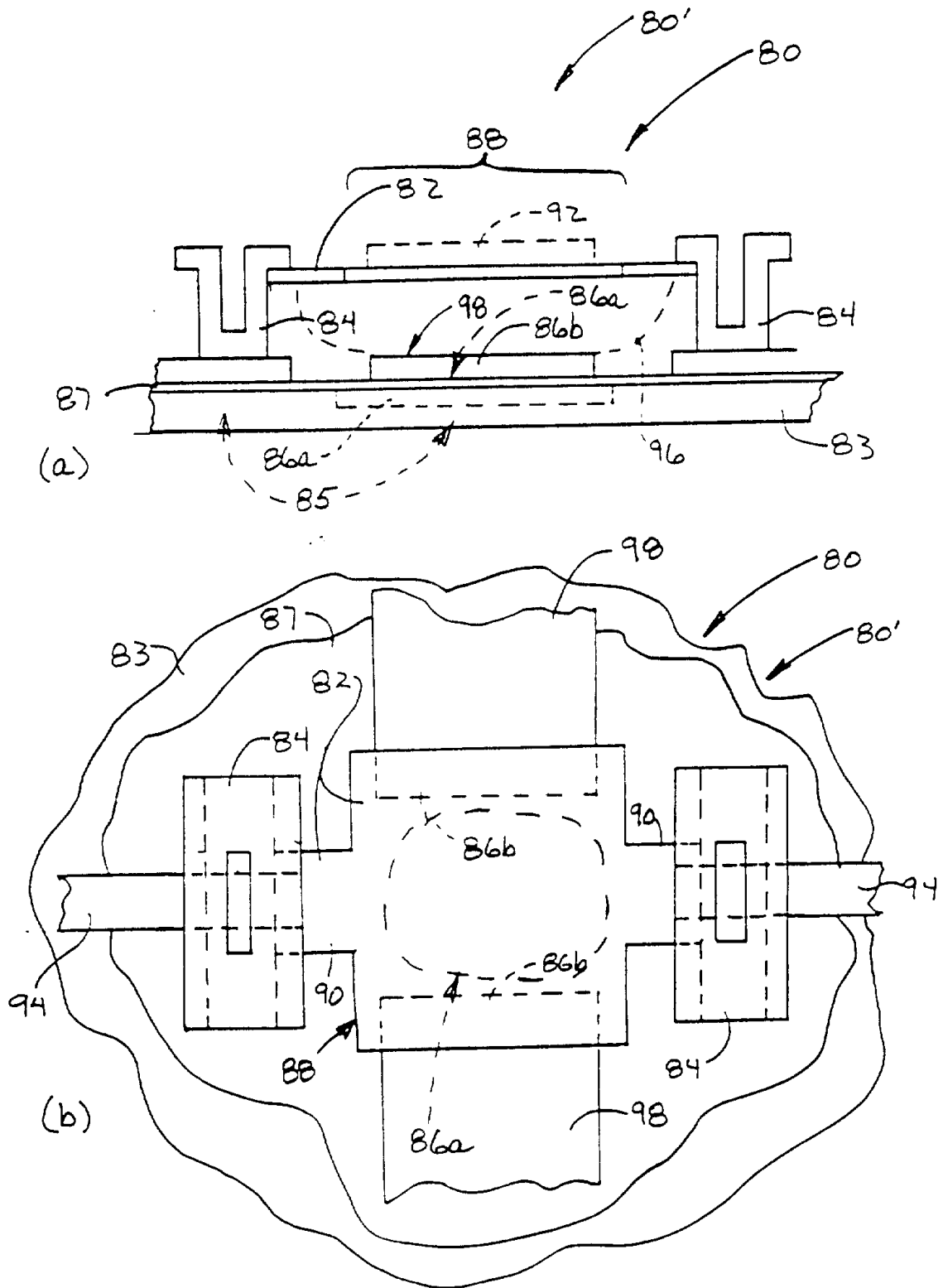


图 18

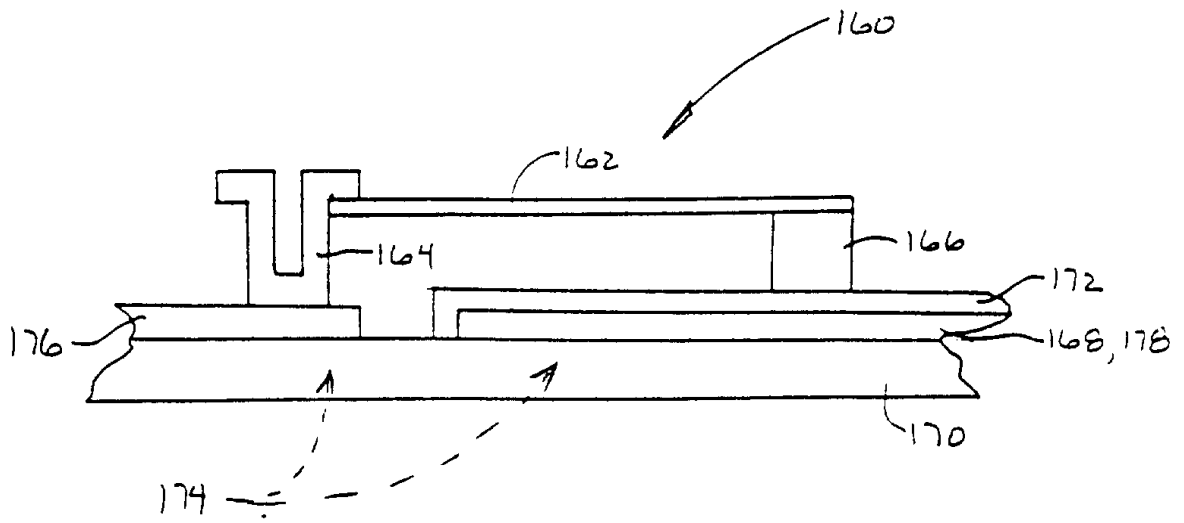


图 19

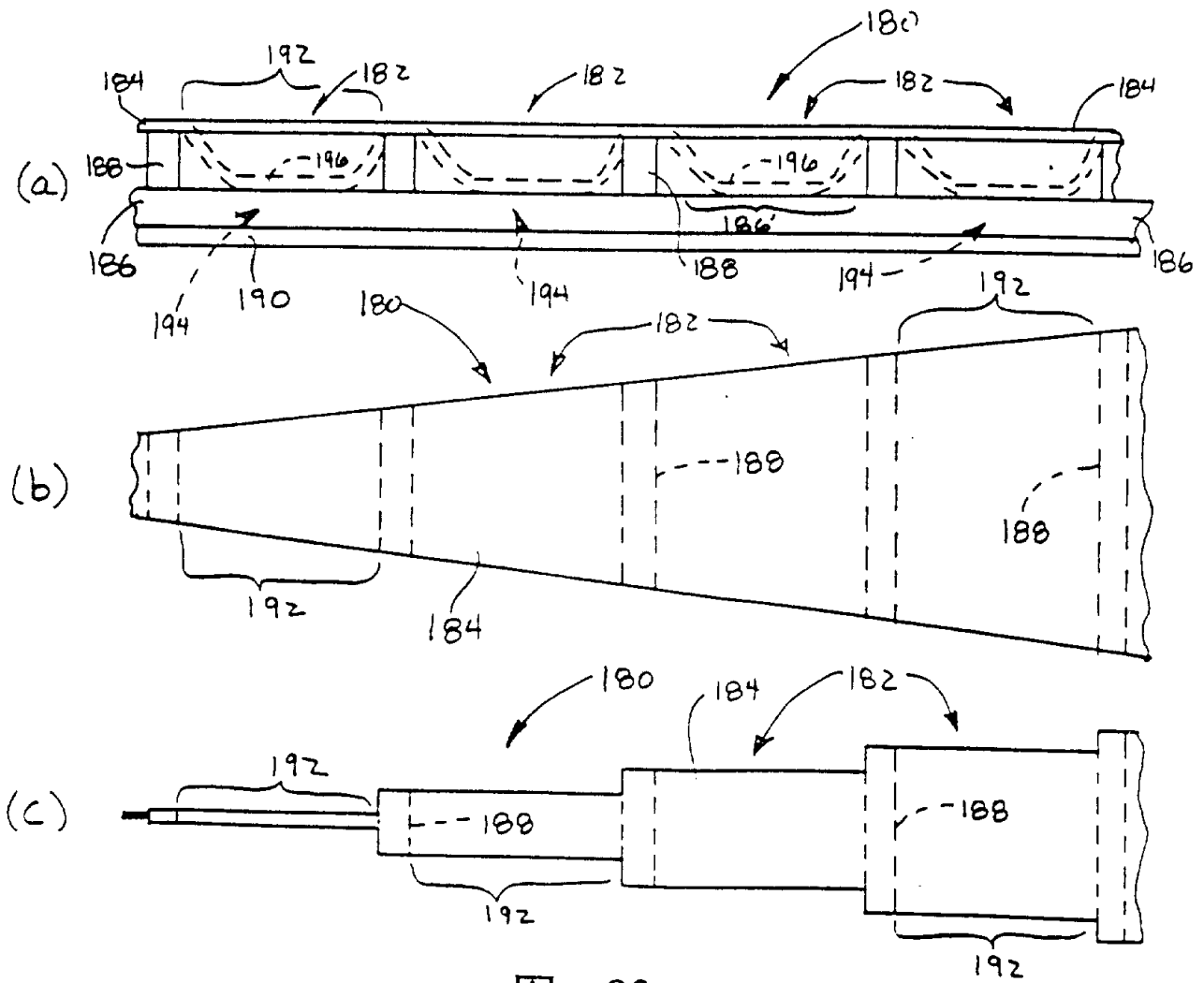


图 20

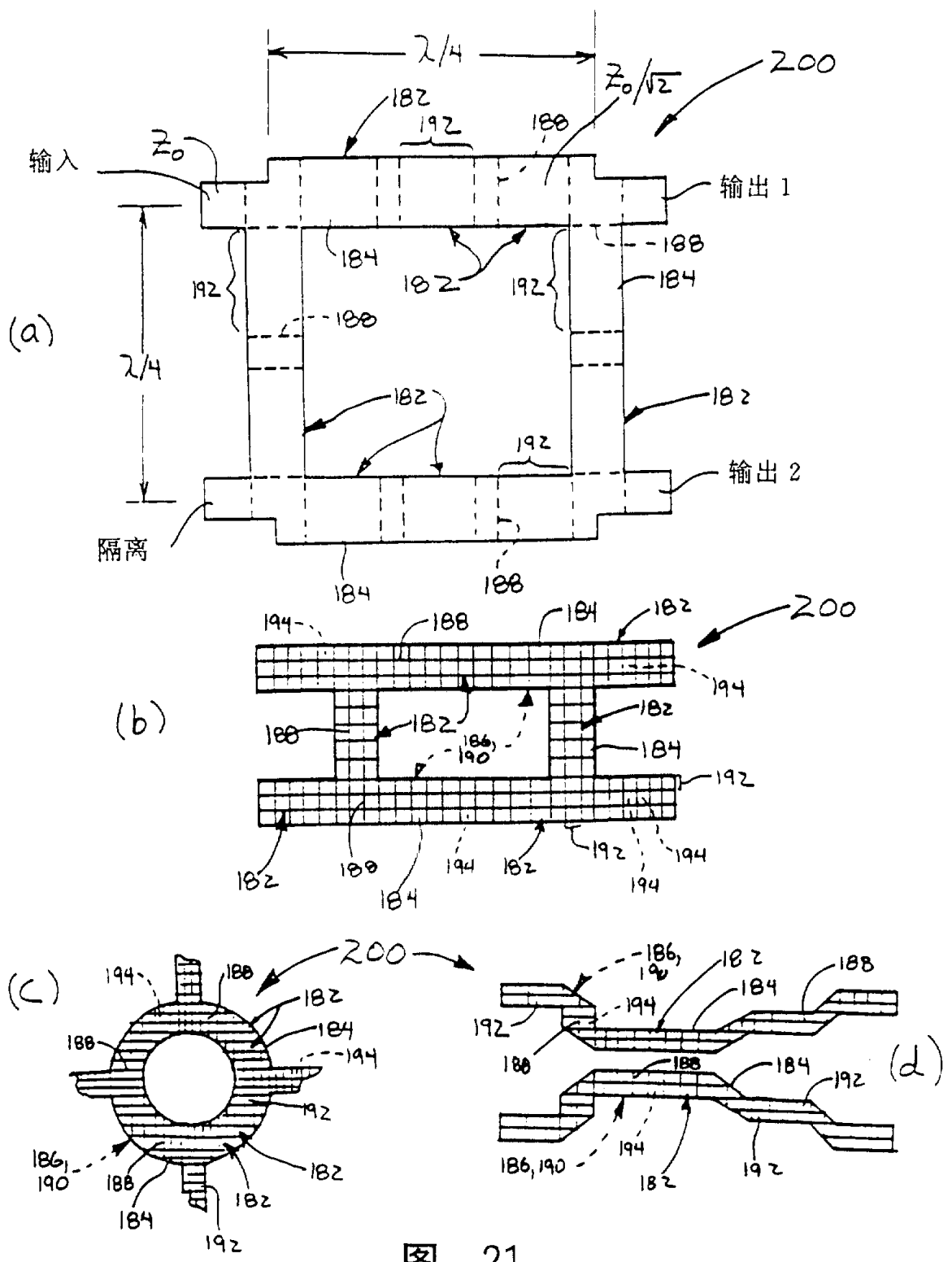


图 21

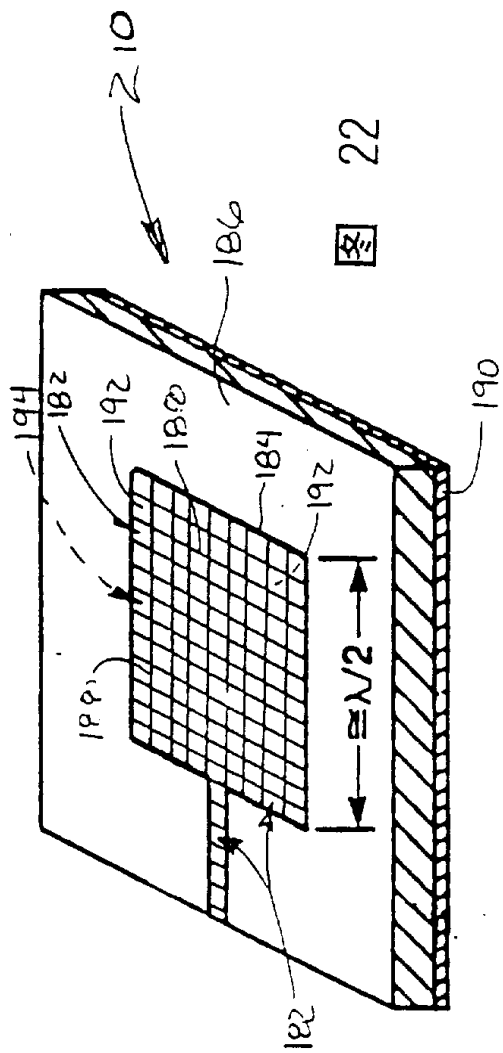
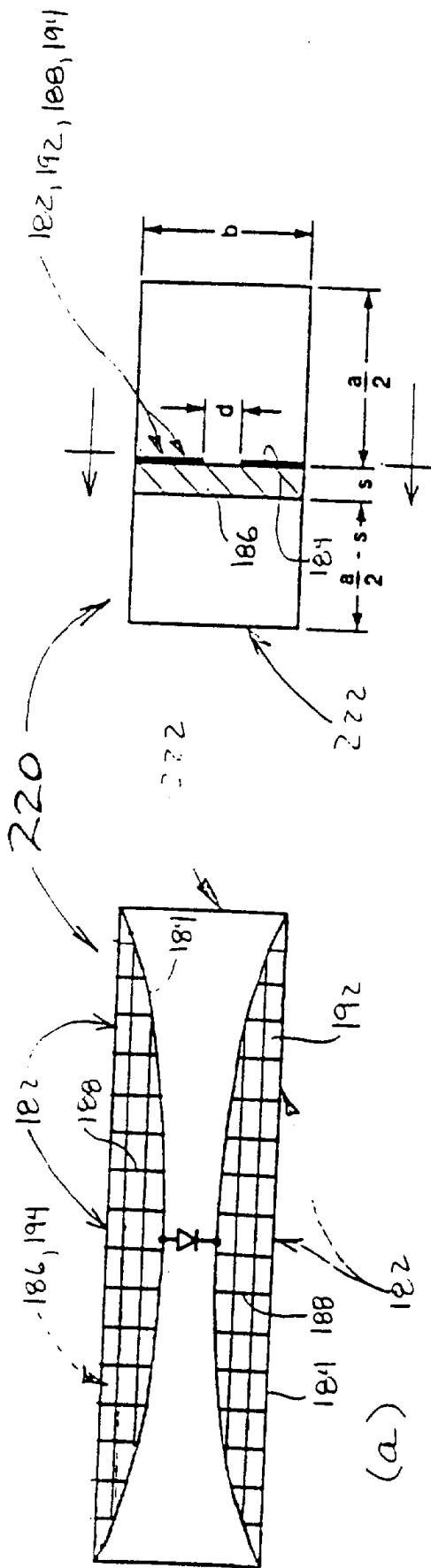


图 22



(b)

图 23

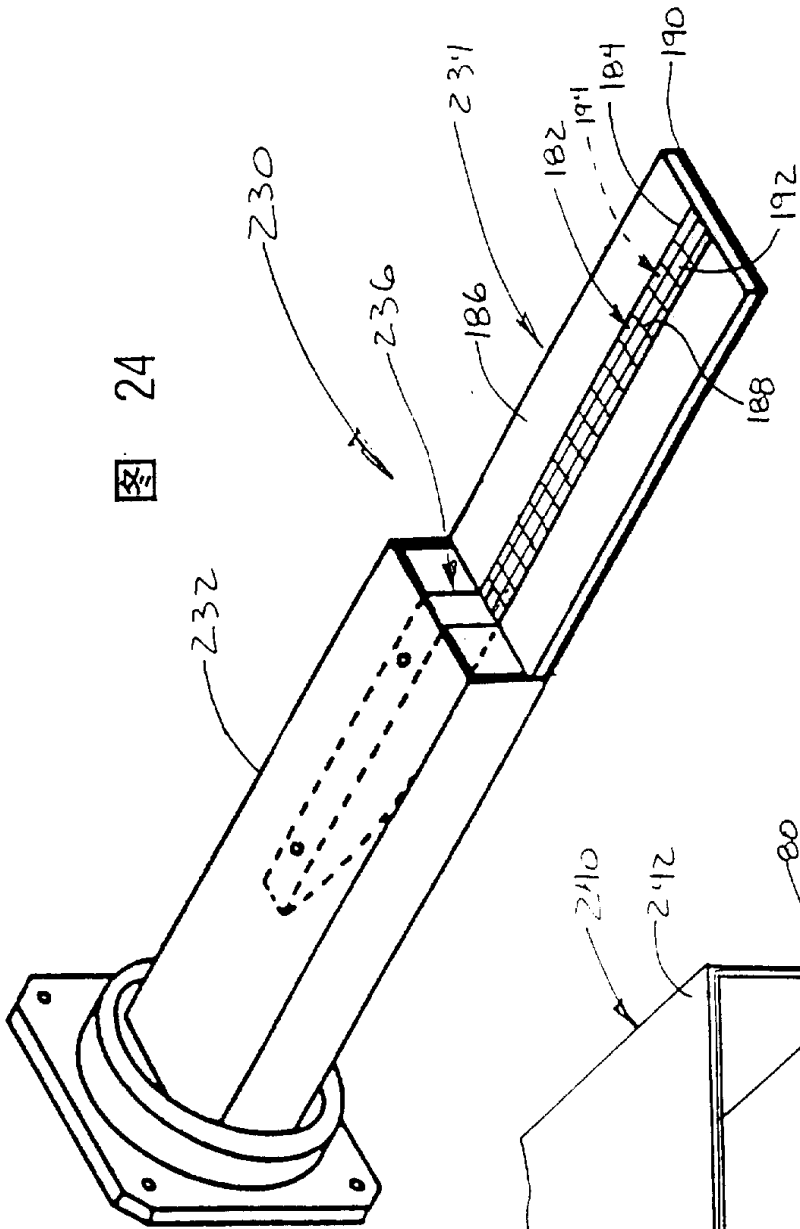


图 24

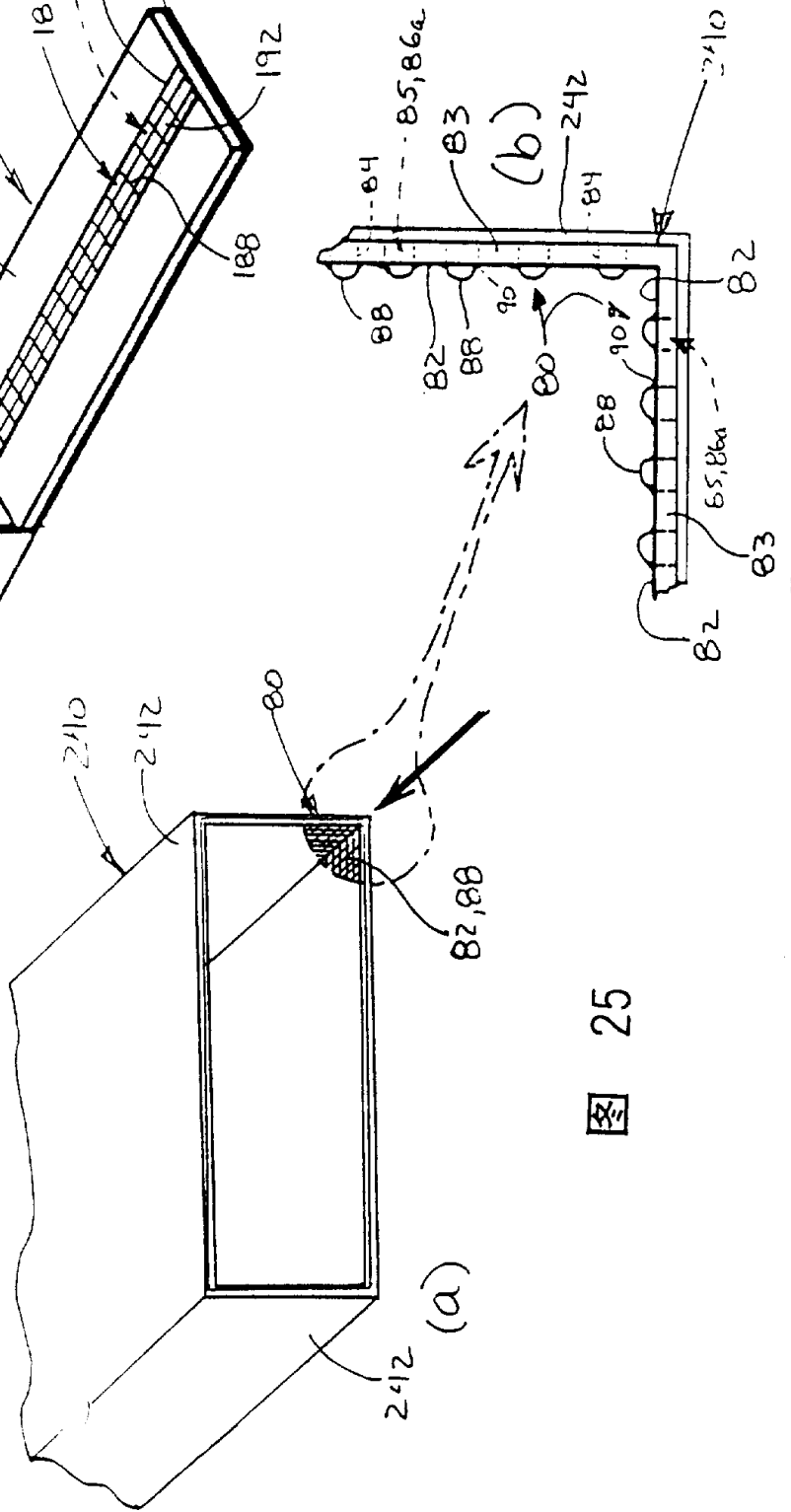


图 25