



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96192843.3

[43]公开日 1998年4月22日

[11] 公开号 CN 1179845A

[22]申请日 96.2.13

[30]优先权

[32]95.4.19 [33]US[31]08 / 424,216

[86]国际申请 PCT / US96 / 02302 96.2.13

[87]国际公布 WO96 / 33479 英 96.10.24

[85]进入国家阶段日期 97.10.20

[71]申请人 埃罗接触系统公司

地址 美国加利福尼亚州

[72]发明人 乔尔·肯特

[74]专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

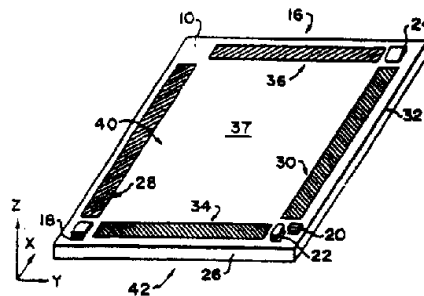
代理人 邵伟

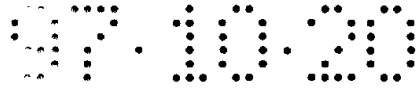
权利要求书 14 页 说明书 43 页 附图页数 12 页

[54]发明名称 使用高阶水平偏振切变波传播的声波接触位置传感器

[57]摘要

一种声波接触位置传感器，其中，一耦合在一基片（10）上的换能器（14）将一表面声波传入基片（10）中而沿第一轴线传播。位于第一轴线上、对各种波传播方式具有选择反射特性的反射阵列（28、34、30、36）生成一与该轴线垂直的阶数大于零的高阶水平偏振切变波，从而基片（10）的接触面（40）赋有切变波波能。一物体接触基片（10）时部分吸收、衰减或扰动该能量从而生成表征该物体在基片（10）上的位置和/或物体与基片的接触情况的改变了的波形。





权 利 要 求 书

1、一种接触传感器，包括：

—具有至少一个接触面、可传播一声波的基片，该声波具有与所述表面平行的水平切变波分量、在一与所述表面正交的垂直轴线上的体能密度不均匀并在所述表面上有能量；

—生成一声波的换能器，该声波在所述基片的第一轴线上有纵向能分量，所述第一轴线有一与所述表面平行的分量；以及

—设置在所述第一轴线上、具有一长度的第一反射阵列，用来在所述阵列的所述长度上把一份份所述具有一纵向分量的波反射成第一反射波，所述第一反射波具有与所述表面平行的水平切变波分量、在一与所述表面正交的垂直轴线上的体能密度不均匀并在所述表面上有能量，所述第一反射波沿所述基片中的一与所述第一轴线不同的第二轴线传播并有一与所述表面平行的分量；

从而一物体接近所述基片会造成所述第一反射波的表面能量的扰动。

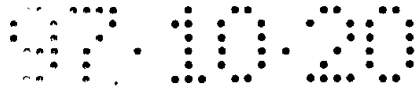
2、按权利要求 1 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括沿所述第一反射波的所述第二轴线横越所述基片而与所述第一反射阵列间距的第二反射阵列，用来沿着第三轴线把所述第一反射波反射成一具有纵向分量的波。

3、按权利要求 1 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括沿所述第一轴线横越所述基片而与所述第一反射阵列间距的一反射件，用来沿着第四轴线把所述第一反射波反射成朝向所述第一反射阵列的第二反射波。

4、按权利要求 3 所述的接触传感器，其特征在于，所述第四轴线反平行于所述第二轴线，所述第一反射阵列把来自所述第四轴线的所述第二反射波反射到反平行于所述第一轴线的第五轴线而成为一具有纵向分量的波。

5、按权利要求 1 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括一用来检测所述第一反射波中的扰动的换能器。

6、按权利要求 1 所述的接触传感器，其特征在于，所述扰动的瞬时特性对应于



所述物体接近所述基片的一位置。

7、按权利要求 1 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括：

一用来生成一声波的第二换能器，该声波在所述基片的第六轴线上有一纵向分量，所述第六轴线有一与所述表面平行的分量；以及

设置在所述第六轴线上、具有一长度的第二反射阵列，用来在所述阵列的所述长度上把一份份所述具有一纵向分量的波反射成第三反射波，所述第三反射波具有与所述表面平行的水平切变波分量、在一与所述表面正交的垂直轴线上的体能密度不均匀并在所述表面上有能量，所述第三反射波沿所述基片中的一与所述第六轴线不同的第七轴线传播并有一与所述表面平行的分量；

一物体接近所述基片会造成所述第三反射波的表面能量的扰动，从而所述接近造成沿所述第二轴线和所述第七轴线传播的波的扰动。

8、按权利要求 7 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括用来检测沿所述第二轴线和所述第七轴线传播的波的扰动的装置。

9、按权利要求 1 所述的接触传感器，其特征在于，所述具有一纵向分量的波为雷利波。

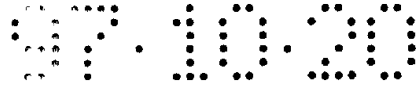
10、按权利要求 1 所述的接触传感器，其特征在于，所述具有一纵向分量的波为兰姆波。

11、按权利要求 1 所述的接触传感器，其特征在于，所述第一反射阵列为由声波散射元件构成的绕射阵列，靠相速度不同而分离出所述与所述表面平行、在一与所述表面正交的垂直轴线上的体能密度不均匀、在所述表面上有能量的水平切变波分量的各种波型。

12、按权利要求 1 所述的接触传感器，其特征在于，所述第一反射波为一 4 阶水平偏振切变波。

13、按权利要求 1 所述的接触传感器，其特征在于，所述基片的厚度比所述第一反射波的雷利波长厚约三倍。

14、按权利要求 1 所述的接触传感器，其特征在于，所述基片的厚度约为所述第一反射波的雷利波长的四倍。



15、按权利要求 1 所述的接触传感器,其特征在于,所述基片为厚度约为 0.085” - 0.125” 的回火玻璃。

16、按权利要求 1 所述的接触传感器,其特征在于,所述基片用塑料制成。

17、按权利要求 1 所述的接触传感器,其特征在于,所述基片用玻璃制成。

18、按权利要求 1 所述的接触传感器,其特征在于,所述基片用钠钙玻璃制成。

19、按权利要求 1 所述的接触传感器,其特征在于,所述基片用硼硅酸盐玻璃制成。

20、按权利要求 1 所述的接触传感器,其特征在于,所述基片用硼硅酸盐玻璃和钠钙玻璃沿纵向层压而成;所述第一反射波为洛夫波。

21、按权利要求 17 所述的接触传感器,其特征在于,所述基片用毛玻璃制成。

22、按权利要求 1 所述的接触传感器,其特征在于,所述基片包括压制到一玻璃片上的一塑料层。

23、按权利要求 22 所述的接触传感器,其特征在于,所述第一反射波为洛夫波。

24、按权利要求 22 所述的接触传感器,其特征在于,所述第一反射波为阶数大于零的水平偏振切变波。

25、按权利要求 1 所述的接触传感器,其特征在于,所述换能器包括 PZT 压电换能器。

26、按权利要求 25 所述的接触传感器,其特征在于,所述 PZT 压电换能器产生压缩波并装在一与所述基片的所述表面接触的塑料楔形体上而使具有纵向分量的波在所述基片中传播。

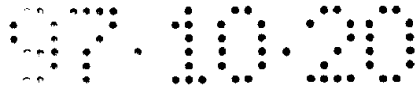
27、按权利要求 1 所述的接触传感器,其特征在于,所述基片呈弧形。

28、按权利要求 1 所述的接触传感器,其特征在于,进一步包括:

用来接受声波的第三换能器;以及

用来把来自所述第一反射阵列的波反射到所述第三换能器上的第三反射阵列。

29、按权利要求 1 所述的接触传感器,其特征在于,所述反射阵列包括一声波绕射光栅。



30、按权利要求 29 所述的接触传感器，其特征在于，所述声波绕射光栅具有高度变动的元件。

31、按权利要求 29 所述的接触传感器，其特征在于，所述声波绕射光栅具有间距变动的元件。

32、按权利要求 29 所述的接触传感器，其特征在于，所述声波绕射光栅具有方位变动的元件。

33、一种接触传感器，包括：

—可传播一阶数大于零的水平偏振切变波的基片；所述基片至少有一接触面，所述基片上的一接触造成所述水平偏振切变波的扰动；

—在一波传播区中生成一具有一纵向分量的垂直偏振横波的换能器；

把所述在所述传播区中传播、具有一纵向分量的垂直偏振横波转换成所述在所述基片中传播、阶数大于零的水平偏振切变波的装置；以及

传感所述水平偏振切变波的由接触造成的扰动的装置。

34、一种接触位置传感器，包括：

—可传播切变波的基片，所述基片有至少一个接触面；

把一具有纵向分量的波的各部分反射成至少一个阶数大于零的水平偏振切变波的装置，包括一轴线，反射路径处于所述轴线的不同位移处，所述反射装置位于所述基片上；

生成一具有纵向分量、在所述基片中沿所述反射装置的所述轴线传播的波的装置，在所述基片接触面上的一接触扰动所述切变波；以及

传感一扰动出现时间的装置。

35、按权利要求 34 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述基片的厚度比所述切变波的雷利波长厚约三倍。

36、按权利要求 34 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述基片的厚度比所述切变波的雷利波长厚约四倍。

37、按权利要求 34 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述基片包括一玻璃

片。

38、按权利要求 37 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述基片包括钠钙玻璃片、硼硅酸盐玻璃片、晶质玻璃片、硼硅酸盐玻璃片与钠钙玻璃片的层压板、塑料和玻璃的层压板、毛玻璃片、回火玻璃片、塑料片、金属片或陶瓷片。

39、按权利要求 37 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述基片的形状可呈平面、圆柱面、球面、椭圆面或圆锥面。

40、按权利要求 37 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述生成装置包括粘接在一表面上而与所述基片传声的第一换能器。

41、按权利要求 40 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述生成装置包括把所述换能器粘接到所述表面上的传导玻璃熔块。

42、按权利要求 41 所述的接触位置传感器，其特征在于，进一步包括粘接在一表面上而与所述基片传声的第二换能器，所述第二换能器贴近所述第一换能器，其中，粘接所述第一换能器的所述传导玻璃熔块与把所述第二换能器粘接到所述表面上的传导玻璃熔块相连。

43、按权利要求 34 所述的接触位置传感器，其特征在于，进一步包括把所述受扰动切变波的各部分反射成一具有纵向分量、沿一轴线传播的受扰动波的装置。

44、按权利要求 34 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述传感装置包括一接受所述阶数大于零的水平偏振切变波的扰动信息的接受换能器。

45、按权利要求 34 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述生成装置和所述传感装置共用一换能器。

46、按权利要求 34 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述传感装置选定在所述基片中传播的一种受扰动切变波波型后把所述选定的受扰动切变波波型引导到一接受换能器。

47、按权利要求 34 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述阶数大于零的水平偏振切变波与所述具有纵向分量的波成直角地传播。

48、按权利要求 34 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述受扰动的切变波反平行于所述阶数大于零的水平偏振切变波传播。

49、按权利要求 34 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述阶数大于零的水平偏振切变波为 4 阶水平偏振切变波。

50、按权利要求 34 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述基片中的切变声波的相速度处处不同，而所述阶数大于零的水平偏振切变波为一洛夫波。

51、按权利要求 34 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述受扰动水平偏振切变波以与所述阶数大于零的水平偏振切变波相同的波型传播。

52、按权利要求 34 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述受扰动水平偏振切变波以与所述阶数大于零的水平偏振切变波不同的波型传播。

53、一种接触传感器，包括：

一可传播切变波的基片，所述基片有至少一个接触面；

把一具有纵向分量的波的各部分反射成阶数大于零的第一水平偏振切变波的第一反射装置，从而该第一水平偏振切变波沿所述第一反射装置的第一轴线上的不同位移处的第一路径传播；以及

把一具有纵向分量的波的各部分反射成阶数大于零的第二水平偏振切变波的第二反射装置，从而该第二水平偏振切变波沿所述第二反射装置的第二轴线上的不同位移处的第一路径传播。

54、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括：

一用来反射在所述第一轴线与所述第二轴线之间传播的具有纵向分量的波的反射器；以及

一沿所述第一轴线发射一具有纵向分量的波、接受所述第一和第二水平偏振切变波中的信息的换能器。

55、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于，所述第一反射装置包括所述基片的一表面上的突起物，突起物的间距为所述具有纵向分量的波的波长的整数倍，突起物相对所述第一轴线的角度设置成使得所述阶数大于零的水平偏振切变波与所述第一轴线成直角地传播。

56、按权利要求 55 所述的接触传感器，其特征在于，所述具有纵向分量的波为频率约为 5.5MHz 的准雷利波，所述阶数大于零的水平偏振切变波为 4 阶水平偏振切



变波，所述突起物与所述第一轴线成 52° 角。

57、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括沿所述第一轴线传播一具有纵向分量的波的第一换能器和沿所述第二轴线传播一具有纵向分量的波的第二换能器。

58、按权利要求 57 所述的接触传感器，其特征在于，所述第一换能器和所述第二换能器生成阶数相同的波。

59、按权利要求 57 所述的接触传感器，其特征在于，所述第一换能器响应沿所述第一轴线传播的波，所述第二换能器响应沿所述第二轴线传播的波。

60、按权利要求 59 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括把所述阶数大于零的第一水平偏振切变波引导到所述第一换能器的装置和把所述阶数大于零的第二水平偏振切变波引导到所述第二换能器的装置。

61、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于：

所述第一反射装置包括位于所述基片上的第一反射阵列和位于所述基片上、与所述第一反射阵列平行、间距的第二反射阵列，所述第一反射阵列把所述阶数大于零的第一水平偏振切变波从所述第一轴线反射到所述第二反射阵列；以及

所述第二反射装置包括位于所述基片上的第三反射阵列和位于所述基片上、与所述第三反射阵列平行、间距的第四反射阵列，所述第三反射阵列把所述阶数大于零的第二水平偏振切变波从所述第二轴线反射到所述第二反射阵列。

62、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于，所述第一反射装置包括：

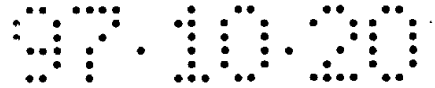
所述基片的第一反射边；

所述基片的第二反射边，所述第二反射边与所述第一反射边平行、间距；

设置在所述第一反射边旁的第一反射元件阵列；以及

设置在所述第二反射边旁的第二反射元件阵列，

一沿所述第一轴线传播的具有纵向分量的波与所述第一反射元件阵列相交而被所述第一反射元件阵列反射成向所述第一反射边传播的阶数大于零的第一水平偏振切变波，所述第一反射边把所述第一切变波反射到所述第二反射边，所述第二反射边把所述第一切变波反射到所述第二反射元件阵列，所述第二反射元件阵列把所述第一



切变波反射成沿第二轴线传播的一具有纵向分量的波。

63、按权利要求 62 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括与所述第一轴线在同一直线上的声波发射换能器和一与所述第二轴线在同一直线上的声波接受换能器。

64、按权利要求 62 所述的接触传感器，其特征在于，所述具有纵向分量的波还包括一垂直偏振的横向分量，进一步包括吸收所述第一反射阵列与所述第一反射边之间具有垂直分量的波的部件。

65、按权利要求 64 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括吸收所述第二反射阵列与所述第二反射边之间具有垂直分量的波的部件。

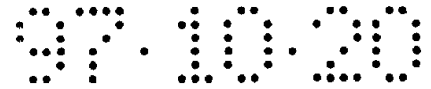
66、按权利要求 59 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括一模拟-数字转换器和一数字信号处理器，所述模拟-数字转换器将所述第一换能器中的信号数字化，而所述数字信号处理器接受所述数字化的信号并处理所述信号而过滤信号分量而选择性地抽取与所述阶数大于零的第一水平偏振切变波有关的信息。

67、按权利要求 57 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括生成一驱动信号的装置和对在第一和第二不相重叠的时段中在所述第一和第二换能器上施加所述驱动信号进行控制的装置，其中，所述第一换能器在所述第一时段中在所述基片中生成一具有纵向分量的波，而所述第二换能器在所述第二时段中在所述基片中生成一具有纵向分量的波。

68、按权利要求 67 所述的接触传感器，其特征在于，所述第一和第二换能器响应声波，进一步包括接受来自所述第一和第二换能器的信号的一接受线路和一阻断所述驱动信号发生装置的驱动信号直接进入所述接受线路的线路。

69、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括所述基片的与所述第一反射装置相对的第一反射边和所述基片的与所述第二反射装置相对的第二反射边，所述第一反射边沿其入射路径把所述第一切变波反射到所述第一反射装置，所述第二反射边沿其入射路径把所述第二切变波反射到所述第二反射装置。

70、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于，所述基片的厚度比所述具有纵向分量的波的雷利波长厚约三倍。



71、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于，所述基片的厚度比所述具有纵向分量的波的雷利波长厚约四倍。

72、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于，所述基片用下述一种或多种材料制成：玻璃、钠钙玻璃、硼硅酸盐玻璃、晶质铅玻璃、银晶质玻璃、钠钙硼硅酸盐玻璃层压片、回火玻璃、毛玻璃、塑料、玻璃塑料层压片、玻璃-有机聚合物层压片、玻璃-硅酮聚合物层压片、金属、陶瓷、石英和离子束处理透明玻璃片。

73、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于，所述基片的形状可呈平面、圆弧面、圆柱面、球面、椭圆面、圆锥面或非球面。

74、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括一经一塑料楔形体装在所述基片上的换能器。

75、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括一经一传导玻璃熔块装在所述基片上的换能器。

76、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括一具有许多叉指电极的换能器。

77、按权利要求 76 所述的接触传感器，其特征在于，所述换能器选择性地响应所述基片中的声波。

78、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括装在所述基片上一与所述基片的一接触敏感面连接的表面上的一换能器。

79、按权利要求 75 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括经一传导玻璃熔块装在所述基片上的第二换能器，所述第二换能器邻近所述第一换能器，其中，粘接所述第一换能器的玻璃熔块与安装所述第二换能器的玻璃熔块相连。

80、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括一用来衰减所述具有纵向分量的波的垂直偏振横向波分量的垂直偏振横向波抑制器。

81、按权利要求 80 所述的接触传感器，其特征在于，所述第一和第二反射装置都包括一反射元件阵列并各与位于所述基片一表面上、与其反射元件阵列相邻的一垂直偏振横向波分量抑制器相联。

82、按权利要求 81 所述的接触传感器，其特征在于，所述垂直偏振横向波分量

抑制器位于所述基片的顶面和底面上。

83、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于，所述阶数大于零的水平偏振切变波为 3 阶或 4 阶切变波。

84、按权利要求 83 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括所述基片的一斜边。

85、按权利要求 53 所述的接触传感器，其特征在于，进一步包括所述基片的与所述第一反射装置相联的第一斜边和与第二反射装置相联的第二斜边，所述斜边对阶数不同的水平偏振切变波具有选择性的反射特性。

86、一种物体接近度传感器，包括：

一能传播一阶数大于零的切变波的基片，所述基片有第一和第二平行边以及一接触顶面；

耦合到所述基片的一表面上、响应一驱动信号而把一具有纵向分量的波传入所述基片中的第一发射换能器，所述波沿垂直于所述第一边的第一轴线传播；

位于所述第一轴线上、邻近所述第一边的第一反射元件阵列，所述反射元件的位置设置成把所述具有纵向分量的波的各部分反射成沿互相平行的第一路径传播的阶数大于零的水平偏振切变波，在所述基片接触顶面上的一接触造成沿与该接触的位置相交的第一路径上传播的所述水平偏振切变波的扰动；以及

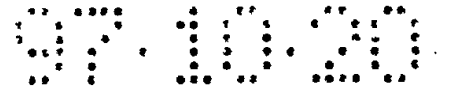
一与所述第一发射换能器连接的驱动信号发生器。

87、按权利要求 86 所述的物体接近度传感器，其特征在于，进一步包括生成一代表在所述基片中传播的反射声波的信号的装置和响应所述代表性信号而确定一物体与所述基片的接近度的装置。

88、按权利要求 86 所述的物体接近度传感器，其特征在于，进一步包括位于与所述第一轴线平行、间距的第二轴线上的第二反射元件阵列，所述第二反射元件阵列的间距设置成选择性地把沿所述互相平行的第一路径传播的所述切变波的一部分反射成一具有纵向分量的波。

89、按权利要求 87 所述的物体接近度传感器，其特征在于，进一步包括：

存储所述第一发射换能器把一波传入所述基片中的时间的装置；



存储由所述第一反射元件反射的一波的瞬时特性的装置，以及
根据所述存储时间和所述存储瞬时特性计算接近所述基片的一物体的位置的装置。

90、按权利要求 89 所述的物体接近度传感器，其特征在于，进一步包括确定接近所述基片的一物体在一具有一与所述相互平行的第一路径的轴线正交的分量的轴线上的位置的传感装置。

91、按权利要求 90 所述的物体接近度传感器，其特征在于，进一步包括输出关于接近所述基片的所述物体的空间位置的信息的装置。

92、按权利要求 86 所述的物体接近度传感器，其特征在于，进一步包括：

所述基片的第三和第四边；

位于与所述第一轴线平行、间距的第二轴线上的第二反射元件阵列，所述第二阵列的反射元件的间距设置成选择性地把所述入射切变波的一部分反射成一具有纵向分量的波沿所述互相平行的第一路径传播到所述第一接受换能器而生成一代表所述接受波的信号；

耦合到所述基片的所述第二边、与所述第一发射换能器间距、响应来自所述第二反射元件阵列的具有纵向分量的接受波而生成一代表该波的信号的第一接受换能器；

耦合到所述基片的所述第三边上、响应一驱动信号而把一具有纵向分量的波传入所述基片中的第二发射换能器，所述波沿与所述第三边垂直的第三轴线传播；

位于所述第三轴线上、邻近所述第一边的第三反射元件阵列，所述第三阵列的所述反射元件的位置设置成把所述具有纵向分量的波的各部分反射成沿互相平行的第二路径传播的阶数大于零的水平偏振切变波，在所述基片接触顶面上的一接触造成沿与该接触的位置相交的第二路径传播的所述水平偏振切变波的扰动；以及

位于与所述第三轴线平行、间距的第四轴线上的第四反射元件阵列，所述第四阵列的反射元件的间距设置成选择性地把所述入射切变波的一部分反射成一具有纵向分量的波沿所述互相平行的第二路径传播到所述第二接受换能器而生成一代表所述接受波的信号。



93、按权利要求 92 所述的物体接近度传感器，其特征在于，每一个所述换能器装在一塑料楔形体上。

94、按权利要求 86 所述的物体接近度传感器，其特征在于，所述具有纵向分量的波还有一垂直波分量，所述传感器还包括放置在所述第一反射阵列旁、用来衰减所述垂直波分量的装置。

95、按权利要求 94 所述的物体接近度传感器，其特征在于，所述衰减装置包括位于所述第一反射元件阵列旁的声波吸收材料条。

96、按权利要求 94 所述的物体接近度传感器，其特征在于，所述衰减装置设置在所述第一反射元件阵列与所述第一边之间。

97、按权利要求 86 所述的物体接近度传感器，其特征在于，所述基片的厚度比所述具有纵向分量的波的雷利波长厚约三倍。

98、按权利要求 86 所述的物体接近度传感器，其特征在于，所述基片的厚度约为所述具有纵向分量的波的雷利波长的四倍。

99、按权利要求 86 所述的物体接近度传感器，其特征在于，所述基片用一钠钙玻璃片层压到一硼硅酸盐玻璃片上而成，所述第一发射换能器装在所述硼硅酸盐玻璃上。

100、按权利要求 86 所述的物体接近度传感器，其特征在于，所述基片透明而可传导一显示装置中的图象。

101、按权利要求 86 所述的物体接近度传感器，其特征在于，所述第一反射元件阵列中的元件与所述第一轴线所成的角大于 45° 。

102、按权利要求 86 所述的物体接近度传感器，其特征在于，所述第一反射元件阵列中的元件与所述第一轴线所成的角约为 52° 。

103、一种检测一物体的方法，包括：

提供一至少有一接触面、可传播一声波的基片，该声波有一与所述平面平行的水平切变波能分量、其在一与所述平面正交的垂直轴线上的体能密度不均匀并在所述表面上有能量；

在基片的第一轴线上生成一具有纵向能分量的第一声波，该第一轴线有一与该表

面平行的分量;

把第一声波的能量的各部分反射成第二声波, 该第二声波有一与该表面平行的水平切变波能分量, 其在一与所述平面正交的垂直轴线上的体能密度不均匀并在所述表面上有能量, 该第二声波在基片中沿与第一轴线不同的第二轴线传播并有一与该平面平行的分量;

一物体接近所述基片的所述表面而扰动所述第二声波; 以及
检测受扰动的第二声波。

104、按权利要求 103 所述的方法, 其特征在于:

所述扰动步骤进一步包括在可获得传播方式中重新分布第二声波的波能; 以及
所述检测步骤进一步包括检测不存在于所述第二声波中的波传播方式中的波能。

105、按权利要求 103 所述的方法, 其特征在于, 进一步包括下列步骤:

把受扰动波反射成一具有纵向波能分量的波;

其中, 所述检测步骤包括检测具有纵向分量的声波能量。

106、按权利要求 103 所述的方法, 其特征在于, 第一反射波为一 4 阶水平偏振切变波。

107、按权利要求 103 所述的方法, 其特征在于, 所生成的第一声波为准雷利波。

108、按权利要求 103 所述的方法, 其特征在于, 基片中的切变波相速度沿垂直方向变动, 第一反射波为洛夫波。

109、按权利要求 103 所述的方法, 其特征在于, 所述检测步骤包括下列子步骤:
用一声-电换能器接受受扰动第二声波、数字化该换能器中的电信号以及数字处理该数字化信号以补偿该换能器所接受的交替返回路径的波能。

110、按权利要求 109 所述的方法, 其特征在于, 所述数字处理步骤可用于变动环境。

111、按权利要求 103 所述的方法, 其特征在于, 该具有纵向分量的波为洛夫波。

112、按权利要求 1 所述的接触传感器, 其特征在于, 所述具有纵向分量的波为

洛夫波。

113、按权利要求 1 所述的接触传感器，其特征在于，所述第一反射波为洛夫波。

114、按权利要求 29 所述的接触传感器，其特征在于，所述声波绕射光栅中的元件具有一相邻区域的切变波相速度。

115、按权利要求 50 所述的接触位置传感器，其特征在于，所述空间变动发生在一与所述表面正交的轴线上。

116、按权利要求 99 所述的物体接近度传感器，其特征在于，所述钠钙玻璃片厚约 3mm，所述硼硅酸盐玻璃片厚约 3mm。

117、按权利要求 86 所述的物体接近度传感器，其特征在于，所述基片为具有第一切变波相速度的第一材料和具有第二切变波相速度的第二材料的层压板，所述第一材料的相速度与所述第二材料不同，所述层压板做成把切变波有效地耦合在所述第一材料与第二材料之间。

说明书

使用高阶水平偏振切变波传播的声波接触位置传感器

本发明的技术领域

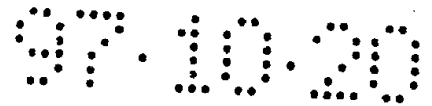
本发明涉及声波接触位置传感器，特别涉及这样的传感器，其中，其阶数大于零的水平偏振切变波传入一基片中，该切变波沿着发射信号的具有一定特征时间延迟范围的波前在该基片中传播，该发射信号具有许多不同长度的路径，各路径与沿着该基片的不同轴向位移对应。接触该基片造成对该切变波的扰动，然后传感该扰动而确定该接触在基片上的轴向位移。

发明的背景

公知的声波接触位置传感器包括一接触板，基片的第一边上有一发射器阵列同时发出平行的表面声波（SAW）在该板中定向传播到该基片第二边上与第一阵列相对的一检测器阵列。另一对阵列与第一组阵列垂直。接触该板的一点可使通过该接触点的声波衰减，从而该两组阵列的输出表示出该接触点的坐标。这种声波接触位置传感器可见美国专利 No. 3, 673, 327。

该基片在许多实施例中最好为透明基片，以便该接触传感器可高效、有效地用作放置在阴极射线管、场致发光显示或液晶显示之类显示装置前方的面板上。

还公知有这样的声波接触位置传感器，其中，每一轴线上只设置一个换能器，该换能器发出一表面声波，该表面声波由一其光栅元件与波束成 45° 的光栅反射，从而在光栅长度上生成在该基片的有效区域中以与原方向成 90° 传播的各表面声波。为了确定该有效区域上一接触点的位置，可以比方说设置一相对的反射光栅，该光栅沿着该光栅的轴线把该表面声波导向一接受换能器装置，该接受换能器装置记录与这些阵列的轴线上位置对应的一衰减波型到达的时间。在这种情况下，该接触可用手指或



铁笔触压该表面产生。还公知有用来收集传感信号的其他类型的结构。

反射阵列由反射部分声波的结构件构成，它可以是雕刻或高起的表面构件或具有不同的波传播特性而构成部分阻挡层的一构件。这些构件理论上可形成在任何具有很大波能的部位。因此，若一波有表面能，就可使用表面构件。若波能深埋，则这些阻挡层必须伸入基片材料中。因此对于具有表面能的波，这些反射阵列可形成在表面上，而若基片的两面上都有波能，这些反射阵列可形成在基片的一个或两个表面上。由于接触传感器一般放置在显示装置的前方，而反射阵列一般不透明，因此反射阵列一般设置在基片的有效传感区域之外的周边上而隐藏在一档板底下。

由玻璃之类非压电固体基片支持的声波传播有许多不同的类型。具有垂直、即厚度方向上的分量和纵向、即波动方向上的分量的一种表面声波（SAW）下文中称为VLCW。在厚度有限的基片中的这些VLCW或为其表面能主要限制在有限距离、单面上的准雷利波或为在基片正反两面上都有表面能的兰姆波。在长距离处，显然，真正的雷利波包括一对称兰姆波分量和一反对称兰姆波分量；这些分量是散射的，具有不同的相速度。因此，在可实现装置中，表面波在长距离处并不真正限制在单面上，从而可导致假象。这在下文详述。

尽管应用准雷利波的接触传感器的灵敏性很高，但这种工作方式对污物或接触接触板的有效表面的其他材料也很灵敏甚至过分灵敏。对污物的过高灵敏性的原因在于波能局限在该限制性表面上。从而极少量的表面污物也能吸收大部分的准雷利波能。由于绝大部分或全部波能被污物、密封剂或接触该板的其他材料吸收，因此在与污物相交的轴线上造成声波阴影或盲点。因此，尽管准雷利式接触传感器对接触很敏感，但这些传感器在有效区域上有大量污物时也会发生阴影，从而接触点在传感器的一轴线或两轴线上无法定位。因此当接触点的一个或两个坐标位于一盲轴上使用雷利波的接触位置传感器就无法对该接触点定位。

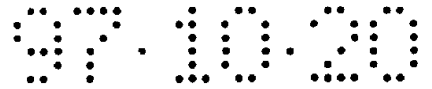
切变波为也在有限厚度的基片中传播的体波，如在现有接触位置传感器中公知公用的，这些切变波为零阶，也即没有与基片相交的波节面，体波能是均匀的。由于切变波的能量分布在整个基片厚度上，少量表面污物不会吸收全部波能从而不完全阴暗，因此切变波式传感器在污染环境中更可靠。理论上还已知有许多与基片相交的波节面的更复杂的波，但这些波被看成复杂的干扰波，无法实际用来传感接触，因

此避免使用在接触位置传感器中，或在发生干扰时加以消除。这些复杂波的某些特性与零阶水平偏振切变波或更简单的切变波相同，但其他特性显著不同。这些波在本文中称为高阶水平偏振切变波或 HOHPS 波。这类波在很大程度上依赖于基片的特性并对构型敏感。特别是，这些波与简单切变波的共同特性是波能在整个基片中传播。

现有声波接触传感器的波型沿着发射边反射阵列的轴线散射，横越基片后比方说重组成一轴向传播波，按照横越基片所取路径到时由另一光栅散射而以与发射波反平行方向传播到一接受换能器，该换能器接受该波后把它转换成一待处理的电信号。因此，按照这一装置，每一轴线只需要两个换能器。由于是反平行路径，电信号扰动的时间延迟与波所经距离对应，而该距离又与波在进入基片的有效区域之前波在反射阵列上所行进的离开该换能器的轴向距离有关。把检测到的衰减信号与标准的接受波形作比较即能确定接触点的位置。因此，对每一轴线可确定一距离，对两正交的轴线，就可确定发生衰减的唯一坐标。这类接触位置传感器可见本申请的参考材料美国专利 Nos. 4, 642, 423、4, 644, 100、4, 645, 870、4, 700, 176、4, 746, 914 和 4, 791, 416。

对于每一轴线，把一压电换能器粘接在该基片有效区域外部，从而向该换能器提供一标准信号即能生成一沿一轴线传播的波。例如，一般把表面波耦合到基片的用作接触敏感面的表面部分上。在波的路径上、把波导入接触敏感区的反射阵列包括一系列相距发射换能器所生成的波的波长整数倍、与该轴线即波传播方向成 45° 角的相间距的表面障碍物。该反射阵列从而生成一在基片的有效区域中以与原传播角成 90° 传播的表面声波。

如图 1A 和 1C 所示，可如下以一定耦合效率把表面声波传入一接触板：在一楔形体上装一换能器，该楔形体本身装在该板的接触表面上，换能器以所示方向振动而生成一在楔形体中传播的压缩体波，该波转而经楔形体 - 基片界面在接触板中转换成一表面声波即具有垂直和纵向分量的波（VLCW）。楔形体伸展在该板的上方，因此基片的反面或无效面及其边缘无需连接电路或重要元件。而且，基片的其中的波能为准雷利波的区域对于无效反面贴在显示装置上是不敏感的。耦合楔形体一般用塑料制成而装到一玻璃板上。该换能器一般为一压电元件，该压电元件的相对两主面上有接线片，该换能器粘接到塑料楔形体上，其间有一导电件，然后把其上有换能器的楔形体粘接到玻璃接触板上，而夹在其间的导电件和两接线片则连接在电路中。



为了接受传感波，一般最好用一换能器把该波转换成一电信号，从而接触位置由该信号中的瞬时波动编码。尽管可使用等于基片全长的换能器，但这需使用很大的换能器。因此，现有技术使用反向传输技术，把传感波多路传输成一导向一小接受换能器的表面波。从而，在有效区域外的一部位，这些波又受由相间距、与波传播角成 45° 的障碍物构成的一相同反射阵列的反射，从而把该间隔散射的信号多路传输成其传播方向与所发射的表面声波反平行的一波型而由另一换能器检测。在现有装置中，激发频率一般约为 5MHz 或 5.5MHz，该基片的厚度在由钠钙玻璃制成的情况下一般为 $0.090'' - 0.125''$ 。

在现有技术中，还把同一换能器用来发射波和接受传感波，并只用一反射阵列散射和重组该波。这种装置因此使用一与反射阵列相对的反射边。因此，SAW 波经过有效区两次，从而提高了接触对波的吸收，但由于反射和再次经过基片的有效区，因此也加大了整个信号衰减。因此，SAW 波可从基片的一与发射边反射光栅的轴线平行的边反射回该反射阵列然后沿原路返回到该换能器。在这种情况下，该换能器构作成在合适时间周期中既用作发射器，又用作接受器。为与此轴线成直角的另一轴线设置第二换能器、反射阵列和反射边即能确定接触点的坐标。

另一装置只使用一个换能器在两轴线上生成用于检测接触的传感波，它既生成声波，又接受两轴线的波。在这种情况下，传感接触的区域一般呈椭圆形，从而一路径上的最长特征延迟时间比第二路径上的最短特征延迟时间短。

Adler 的美国专利 Re. 33, 151 涉及一用来确定一表面上一轴线上的接触点位置的接触传感装置。一 SAW 发生器与一基片耦合而生成一串波脉冲，该串脉冲波由一转向光栅阵列偏转到该装置的一有效区中。这些准雷利波横越该有效区后由光栅又沿一轴线转向到一输出换能器上。这些转向光栅与传播轴线成 45° 角。在时间域中分析所接受波形的局部衰减即能确定接触位置，每一特征延迟与该表面上的一点对应。各光栅元件放置成 45° 角而相距准雷利波波长的整数倍，其下降元件在有效区上生成大致不变的 SAW 能量密度。从而光栅之间的间距随着在传播轴线上离开换能器的距离越远而越小，最小间距等于所发射波的一个波长。US5, 260, 521、US5, 234, 148、US5, 177, 327、US5, 162, 618 和 US5, 172, 427 提出对各种波使用高度变动的反射元件以便控制反射波能与不反射波能的比例。这类高度可变阵列在换能器的制作中需小心



控制阵列元件材料的分布。

Brenner 等人的 US4, 644, 100 涉及一种接触传感装置，它使用对 SAW 扰动的位置和振幅都作出响应的表面声波。US4, 644, 100 的装置的操作与 US Re. 33, 151 相同，但同时确定所接受波的振幅并将之与一存储的基准进行比较。

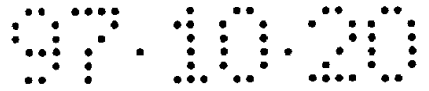
上述专利的接触传感器的性能由于接触灵敏性与接触板的最小厚度互不独立而很难最佳。为了在厚度减小、其他尺寸保持不变的接触板中支持准雷利波，必须减小波长以便在基片的有效区上维持单面性。准雷利波的特性是其限制深度与波长有关，限制深度随着波长的减小而减小。因此，波被限制在以表面为界的更浅区域内，而一定吸收介质在表面处所吸收的波能比例提高将近波长的负两次方。因此准雷利波接触传感器甚至对于较厚的接触板在某些应用中也过分灵敏，从而接触板厚度减小的结果是接触传感器对表面污物或其他接触物更为敏感。相反，在现有技术中也有通过增加准雷利波波长来降低灵敏性的，但这又使接触板的厚度和重量增加。

具有垂直和纵向分量、能量分布在基片整个厚度上的表面波称为兰姆波，使用兰姆波检测接触位置的装置可见 US5, 072, 427 和 US5, 162, 618。如上所述，兰姆波是散射的，相位和速度都变动，从而在基片中传播的各兰姆波互相干扰。因此，使用兰姆波的装置还包括分离或消除不希望有的波型或干扰传播的波型的部件。

例如，公知有把反射阵列的元件设置在基片两面上以便通过区别该阵列的相位即基片正反两面上的元件的位置和间距而在零阶对称与零阶反对称波之间作出选择。

上述专利所述使用表面声波的声波接触位置传感器的若干缺点可通过更详细地考察这些传感器中所使用的表面声波的性质而更清楚地看出。如在上述专利中那样，如果接触板由非压电均匀介质构成而声波限制在比方说接触板外表面之类的单面处，则该声波称为雷利波。这些波具有 X 和 Z 分量，因此扰动粒子在 X - Z 平面中沿椭圆运动。这些波的特点是体波能随着深度而迅速减小，从而波能在 Z 轴上大致限制在接触板的表面处。

理论上，真正的雷利波只存在在无限厚介质中。如图 1A - 1D 所示在一有限厚度的非压电均匀介质中大致限制在单面上的波确切说来称为准雷利波。若在有限厚度的介质中的传播路径足够长，雷利波波能将不限制在单面上，而会在板的两表面之间来回传输。这是因为，尽管很小，由至少一对称和一反对称波形构成的波能分量伸展在

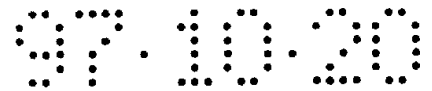


材料厚度上，每一个波形以稍稍不同的相速度行进，从而在基片表面的各间距点处造成强化性和削弱性的干扰即在表面上形成对波的两分量强化性或削弱性干扰的点。低表面波能的区域对扰动影响、比方说接触不敏感，而较高表面能的区域可过分敏感而造成假象。

在比方说接触板的厚度为两倍雷利波波长或以下时，如图 1E 和 1F 所示，换能器源所发出的波为显然可区别于雷利波的兰姆波。兰姆波以互相独立传播的两组不同阶数出现。一组的特点是粒子位移对称于板的中间平面。另一组兰姆波的特点是粒子位移反对称于该中间平面。总的来说，对称兰姆波组中的一些阶数在相位和组速度与同一阶数的反对称兰姆波组不同。特别是，当板足够厚而等于或大于两倍雷利波波长时，主要激发出两种振幅大致相同的兰姆波，即零阶对称兰姆波和零阶反对称兰姆波。如图 1E 和 1F 所示，对称和反对称兰姆波不限制在接触板的单面上，而是伸展到板的正反两面上。但是从对图 1E 和 1F 的比较中可看出，在比方说起初靠近波源处两者“同相”时，波在一面上强化性干扰而在另一面上削弱性干扰，从而两兰姆波组合成准雷利波。随着两兰姆波行进而进一步离开波源，由于相速度不同从而两者的相位不同，波能显然完全从发射波的换能器所在外表面上传输到另一面。能量在板的两面之间的来回传输以一定间距出现，从而尺寸足够大的接触板会出现这种传输，从而只要存在这两种波，一般就不适用于接触位置传感器。如上述专利所述，这些波可过滤掉从而消除不希望有的波。

在基片的厚度约为四倍雷利波波长时，准雷利波的大部分能量保持在单面上，因此有限大小的基片是敏感的而不会由于波在整个表面上散射而生成死点。因此，使用表面声波、特别是准雷利波的接触位置传感器须使用较厚的板，即板厚为在其中传播的表面声波的波长的 3 - 4 倍，以便把准雷利波限制在单面上。

上述雷利波接触传感器专利所述接触传感器在使用比方说 0.045” 钠钙玻璃的薄玻璃基片、约为 5MHz 的工作频率时无法工作，因为在一外表面上波能完全传输到另一表面上的部位处的接触对波的扰动无法被检测到，因此该传感器无法使用。实用中，为了生成一实际上限制在单面上的波，接触板的厚度至少为传入该基片中的波的波长的 3 - 4 倍，而接触板的长度和宽度也有限度。基片的尺寸可为 SAW 波的波长的约 25 倍到 1000 倍以上，从而工作波长为 0.0574cm、工作频率为 5.53Mhz 时基片约



为 1.5 - 70cm。

因此公知有使用兰姆波而不使用准雷利波在大块片材中传播的。这种波在基片的整个厚度上传播，从而该装置对该基片的两面上的接触都敏感。这就很难把一般为透明的基片装在阴极射线管（CRT）的前面上。而且，与这一对基片的两面都敏感有关的是，信噪比由于波能位于有效和无效面上而降低。此外，由于横向传播波的垂直分量对由少量水所造成的衰减高度敏感，因此会造成假象。

在零阶兰姆波装置中，基片的最大厚度限制在约为激发波的两倍波长。同样条件下加厚的基片会传播准雷利波之类的波，波的大部分能量会分布到基片的整个厚度上。对称和反对称兰姆波的相速度差在薄玻璃中比在厚基片中大，从而如 US5, 072, 427 所述可简化和选择性地过滤波型。

公知有用零阶切变波生成零阶兰姆波的，为此，用沿着切变波的传播轴线间距为基片中所要生成的兰姆波波长整数倍的平行障碍物阵列反射切变波，反射元件的角度放置成：

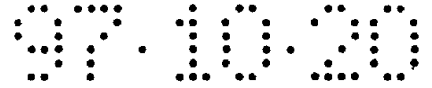
$$\theta_n = \arctan (V_L/V_z)$$

其中， θ_n 为转向元件与 X 轴的角度， V_L 为所要生成的兰姆波的相速度， V_z 为沿该阵列的轴线传播的零阶水平偏振切变波的速度。

同样，一零阶水平偏振切变波可由基片两面上都有元件的阵列转换成兰姆波，以便由基片正反两面上的阵列的相对相位在零阶对称和零阶反对称兰姆波之间作出选择。兰姆波可由基片的一面或两面上有元件的反射阵列反射到一相对接受换能器装置，也可经基片的一顶边的反射经有效区返回后沿该阵列的轴线反射成零阶水平偏振切变波而由同时作为激发和接受换能器的换能器检测。

在 US5, 072, 427 中，把零阶切变波传入基片后由一反射阵列转换成兰姆波后再由一反射阵列转换回切变波以便检测零阶分量。据说在 Exzrc, Inc. 生产的一种接触位置传感器中，由一换能器生成的一兰姆波由一反射阵列转换成一切变波，而零阶切变波分量转换回待检测的兰姆波。

切变波接触传感器也是公知的。这些装置在基片中激发出非散射的零阶切变波。一接触只吸收与被接触表面相交的切变波的很小一部分能量，因此灵敏度较低，但不



易造成假象。事实上，在实际的接触板厚度下，一定接触所吸收的能量的百分比在一表面声波中要比一类似的零阶水平偏振切变波大 8 倍。这种零阶水平偏振切变波装置可见 US5, 177, 327。还可见：Knowles, T. J., “46.6: 一种压感接触 - 输入装置”，SID 92 Digest, (1992) pp. 920 - 923; Christensen, R. 和 Masters, T., “受引导的声波：接触技术中的最新波”，ECN (January 1995), pp. 13 et seq.

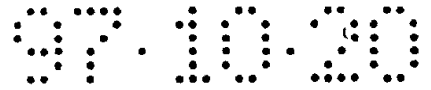
增加基片的厚度有利于迄今为止被看成是寄生的 HOHPS 波的传播。因此，现有切变波接触传感器特意限制基片厚度以便限制或消除这些 HOHPS 波以及其他波，例如准雷利波。高阶水平偏振切变波是散射的，因此提高这类波的波能分量的构型被看成是困难或无法工作的。因此，理论上，接触传感器的有效区中的混合 HOHPS 波的波型与兰姆波相同，由于各分量的散射会在基片表面上生成“死点”。

零阶水平偏振切变波接触传感器的厚度可任意薄，它只受结构强度的限制。在现有技术中，为了限制可能的干扰波，零阶水平偏振切变波接触位置传感器中的基片厚度做成比能支持准雷利波薄，因为基片越薄，水平偏振切变波对表面接触的相对灵敏性越高。

按照 US5, 177, 327 所述，最好使用比方说 0.040” 厚的薄玻璃基片，因为它对有效区中的零阶水平偏振切变波的由接触造成的衰减的灵敏性较高，但重量轻，且比常使用在准雷利波接触传感器中的比方说 0.090” 的更厚玻璃容易弯曲。但是，0.090” 的玻璃比 0.040” 厚的薄玻璃容易制造并结实。

Knowles 的 US5, 329, 070 涉及零阶水平偏振切变波接触位置传感器。US5, 329, 070 表明使用零阶水平偏振切变波的一个优点是该传感器可任意薄，事实上该基片的厚度保持在不到 2 倍波长，以便抑制高阶波或谐波。为了把基片厚度提高到超过 2 倍波长以便提高强度，用粘接剂粘接一不支持切变波传播的底板，或该底板的切变波传播速度大于基片的切变波传播速度。

因此零阶水平偏振切变波较之表面声波具有若干优点，它补偿了接触所吸收总能量的较低百分比。但是，如在现有技术中公知的，它很难实施，且有其自身的问题和不足。切变波不象表面声波那样限制在基片表面上，而是分布在基片的整个厚度上。污物或接触切变波接触位置传感器的其他物质不会在与污物相交的轴线上造成盲点或大阴影。表面波有一垂直横波分量而容易被表面上的水滴吸收，而没有垂直横波分



量的切变波不会把压力波射入表面上的水滴中，从而对这些污物不敏感。因此，波能的绝大部分将通过接触点或表面污物处。因此，切变波接触位置传感器适用于可能无法使用表面声波传感器的环境中。切变波接触位置传感器还对基片正反两面上的接触都敏感，而表面声波传感器只对基片的装有换能器的表面敏感。此外，使用没有垂直横波分量的波如现有技术中所注意到的那样可避免由大基片中的 VLCW 的空气阻尼可能造成的损耗，从而切变波接触位置传感器的损耗比表面声波接触位置传感器小。这些因素以及波的特性使得切变波比类似的表面声波的传播距离远。

本发明概述

本发明提供一种使用在一片状材料即基片的有效区中传播的高阶水平偏振切变波的接触传感装置以便克服现有技术的不足。特别是，本发明提供一具有支持高阶水平偏振切变波的基片的有效区，其中传播并选择特别阶数的波而用作接触的的定位和/或特征化。

本发明切变波接触传感器包括一可传播一阶数大于零的高阶水平偏振切变波的基片；一生成一具有垂直和纵向分量的源波的换能器；把各部分源波转换成在该基片中沿与换能器的源波传播轴线不同的一轴线传播的高阶水平偏振切变波的装置，所述高阶水平偏振切变波穿过基片的一有效区，从而基片上的一接触可检测地扰动该切变波。同样，另一波或波分量可沿其传播矢量与第一波正交的不同轴线穿过该基片从而可确定该接触或扰动的坐标。受检测的该接触或扰动的特点可以是一压力、吸声因素、振动的大小和/形状、运动或其他会在波中生成一可测量的扰动的已知特性。

本发明还提供一种在一基片中激发许多波型并选择性地过滤各振动方式而选择所需振动特性或波型的装置。这一波型选择最好用一反射器阵列进行，例如沿从换能器发出的波的传播轴线紧密间距的平行障碍物，它们的角度选择成以所需角度发出所需波型，而不希望有的波型以不同的角度发出。这许多波型的激发是把一表面波传入该基片后人射到该反射阵列上，从而转换成许多波型。由于所发射的表面波和所反射的各波型的相速度不同，因此反射阵列与换能器轴线之间的角度一般不是 45° 而作直角反射，实际角度可根据该装置的构型或根据预定特性从经验上选定。该表面波为具

有垂直和纵向分量的波（“VLCW”）。事实上，在一表面波入射到反射元件上时，反射阵列会以各种角度发出许多切变波，包括高阶水平偏振切变（“HOHPS”）波，相速度与波的阶数的平方有关。因此，HOHPS 波的传播方式决定于反射阵列相对于 VLCW 入射角的角度以及用作 绕射光栅的反射元件的间距。从而，可得到许多波型，每一个波型具有可选择地加以利用的特性。不希望有的波型用物理和/电子过滤法和对其余干扰波型不敏感的设计消除掉。按照本发明，最好使用波型 4 或 5 的 HOHPS 波，虽然也可使用其他波型。

当波不沿预定最佳路径传播时，比方说非选择的切变波型，它们在最终回到换能器之前一般具有更长路径。因此，非选择的波型不会干扰所选择的波型的接受，因为它们不在临界时间窗口内返回而是随着时间和大量反射而衰减。

按照本发明的一个方面，提供了一种装置，它包括一产生一 VLCW 波的换能器，该 VLCW 波在一较厚基片中以与 VLCW 传播方向正交的一角度转变成一 HOHPS 波。在作为 HOHPS 波传播过程中因受反射而横越基片一次或两次后该声波振动转换回与 HOHPS 波正交传播的 VLCW。该装置的信噪比（SNR）与具有一半基片厚度的类似的兰姆波 - 切变波 - 兰姆波装置大致相同。这是由于与零阶切变波作比较，更大部分的波能在 HOHPS 的表面上，从而把局部吸收提高到同样程度。本发明较之现有 VLCW 传感器对基片有效区中的水滴较不敏感。

当然，本发明在其范围内还包括发射给反射阵列、可选择性地在有效区中生成 HOHPS 波的其他波，例如兰姆波。

分开的发射器和接受器

在本发明一实施例中，基片包括在导向设置在基片另一边上的第二反射元件阵列的各第一平行路径上生成切变波的第一反射元件阵列。以相对该阵列的特殊方向引导一具有垂直和纵向分量的波即可生成该切变波。这一方向在这里称为轴线，尽管应该看到，波发射轴线不必与反射阵列的机械对称轴线一致。第一反射元件阵列位于把具有垂直和纵向分量的波传入基片中的第一换能器的波传播轴线上。同样，第二反射元件阵列位于接受具有垂直和纵向分量的波的第二换能器的波接受轴线上，该波提供一代表它的信号而被用来确定接触点的位置。

反向反射

在另一实施例中，用一反射元件阵列把具有垂直和纵向分量的一波（VLCW）反射成高阶水平偏振切变波经基片的一区域到达基片相对边上的一反射元件阵列。反射装置还包括第一阵列旁的第一反射边和相对阵列旁的第二反射边。第一阵列的反射元件把 VLCW 反射成切变波到第一反射边上，第一反射边反射该切变波横越基片经第二反射元件阵列到达相对反射边。第二反射边把波反射入旁边的第二阵列，第二阵列转而把切变波转换成 VLCW 而引导到接受换能器。每一阵列的反射元件相对一直接反射装置转动 90° 而把波反射到旁边的反射边。这种反向反射构型如下所述可把一波型选择过滤器设置在两反射阵列之间的接触敏感区域之外和一反射元件阵列与一邻近的反射边之间，从而提高该装置的波型选择性。当然，反射边本身可用作波型选择器的一部分。波型选择器最好完全平行于反射阵列以便加强正确的波型。应该看到，在该实施例中，一部分波第二次通过反射阵列而返回换能器，从而波能由该反射阵列进一步反射入该装置的有效区中。

组合式发射和接受换能器

在另一实施例中，反射装置只包括一位于一与基片的装有一换能器的一边垂直的轴线上的反射元件阵列，即该轴线与换能器所发射的波的传播轴线重合。基片有一与该反射元件阵列相对的反射边。这些反射元件把由该换能器发射的表面声波反射成高阶水平偏振切变波传到基片的相对一边，该边转而把波型与入射波大致相同的切变波反射回反射阵列。该阵列的反射元件转而把从基片的反射边反射回来的高阶水平偏振切变波转换成具有垂直和纵向分量的波返回换能器，换能器在传感到反射回来的波时生成表示这些波的信号。每一轴设置一发射和接受具有垂直和纵向分量的波的换能器即能确定接触点的位置。

三重转换装置

也可使用单一换能器发射和接受在两坐标轴上传播的具有垂直和纵向分量的

波，其中，用一与两轴都相交的装置把在第一轴上传播的波反射到第二轴上或把在第二轴上传播的波反射到第一轴上。经基片的边反射的切变波的能量损耗最小，即切变波的反射效率很高，但表面声波在反射时的损耗很大而且信号也随所经距离衰减。因此这种单个 SAW 换能器设计不如多个换能器设计受欢迎。此外，在单个换能器设计中，第一轴的最长波路必须比第二轴的最短波路短。一般来说，这就是说，换能器在第一轴线上的长度必须大于第二轴线上的长度以防止在第一和第二轴线上传播的波发生重叠。

基片

基片最好为回火或毛玻璃、塑料、金属或陶瓷，最好为 0.090” 厚的回火透明钠钙玻璃。基片一般最好透明以便用于显示装置前面。在不要求基片透明即该传感装置不用作显示器前的触摸屏时可使用金属或陶瓷基片。

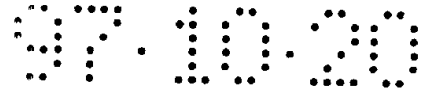
基片还可做成平板形或在一轴线或两轴线方向上呈圆柱面、球面、椭球面或其他形状。在这些非平面实施例中，由于是三维几何形状，正常情况下波的传播不必与发射边阵列正交，传播角事实上随阵列的不同部分而变。因此，反射阵列的各元件的角度不必都平行，而是为达到所需性能而改变。同样，在平板基片实施例中为达到所需构型波分量的传播轴线可改变。

应该看到，声波接触传感器也可使用其他基片。事实上，硼硅酸盐玻璃具有某些优点，包括信噪比比 SAW 装置的钠钙玻璃提高 30dB。据信零阶和高阶切变波传感器的信噪比显著提高。

本发明一优选实施例提供一硼硅酸盐玻璃基片，其反面为毛面，用作 Texas Instruments 数字微镜装置（“DMD”）投影仪和触摸屏传感器的投射面。当然也可使用其他投影技术，例如 LCD 和 CRT 技术。

玻璃基片可回火，尽管不使用玻璃熔块形成反射元件或过滤元件之类表面件，因为固化玻璃熔块所需高温超过了玻璃基片的退火温度。

切变波



如图 2B 所示,由反射阵列传入基片 10 中的切变波 12 不限制在基片 10 的单面上,而是传播到基片 10 的整个厚度上。生成各种波型,该装置最好在具有至少一个通过基片的水平波节面的波中产生大量能量。由于相速度不同,这些波以不同角度从反射阵列发出。切变波的特征是,在 X 方向上传播的波的粒子只在 Y 方向上运动。应该看到,切变波可对称或反对称于中间平面。如上所述,反射阵列生成许多散射的切变波波型。所需波型由该装置的构型选出。特别是,这些波型对在 X 方向上传播的波来说遵从下列方程。

$$U_x = 0$$

$$U_y = A \cos (2\pi n z) \exp [2\pi i (x/\lambda - f t)]$$

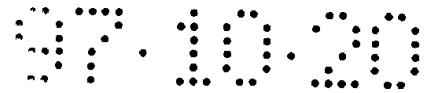
$$U_z = A \sin (2\pi n z) \quad \text{方程 1}$$

其中, U_x 、 U_y 、 U_z 分别为 x、y 和 z 方向上的位移分量, A 为常数, n 为波型, λ 为波长, f 为每秒周期数。这些切变波称为水平偏振切变波。

按照本发明,用声波反射器在反射过程中按照各波型的不同相速度选择性地以预定方向引导所需声波波型的声能。因此,所需波型的这一定向性要求可区分开具有紧密间距相速度的波型。若相速度过于接近,寄生波型会使触摸屏信号行为复杂化。部分地正是出于这一原因,现有兰姆波-切变波-兰姆波传感装置的基片必须较薄。因此本装置使用可与寄生波型轻易区分开来的所需波型。

零阶切变波与各 HOHPS 之间的相速度差大致与 $(n/t)^2$ 成正比,其中, n 为波型的阶数, t 为玻璃的厚度。n=0 (零阶切变波) 与 n=1 波型之间的相差随着 t 的增大而因 $(1/t)^2$ 减小而减小。因此,增大 n 就可使用厚玻璃同时反射阵列仍可清楚分离出一所需波型。应该看到,玻璃如更厚, n=0 与 n=1 之间的相速度差一般会太小而无法清楚分离。但是,阶数越高,特别是 n=3、4 和 5 时,可更容易相分离。应该看到,在比方说 0.040" 厚的更薄基片中,不支持 n=4 以上的高阶波型。此时,最好使用较低阶数 HOHPS, 例如 n=1 或 n=2。

除了可使用厚玻璃,使用 HOHPS 还有其他好处。零阶水平偏振切变波与 HOHPS 波型不同之处在于, HOHPS 有至少一与基片表面平行的波节面,而零阶切变波的准均匀波前传播到基片的整个厚度。所有 HOHPS 的表面声能密度为基片体积上的平均声能密度的两倍,而零阶切变波的体积声能密度不变,在表面处与体积上的平均值相



同。因此，对于 $n>0$ 来说，切变波有很多能量集中在表面处。正是这一关系使得 $n>0$ 的 HOHPS 传感器中使用的基片厚度可为 $n=0$ 的切变波传感器的两倍。

多波型传感器

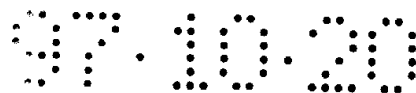
本发明使用声波并使用许多明显不同的声波波型测量单一数据，在这种情况下可通过检测不同的声波波型而最佳地测量各种特性。也可通过分析不同声波波型进行冗余测量而分析同一特性。例如可使用在基片正反两面上产生的三阶和四阶的 HOHPS 波冗余测量一接触点的坐标。同样，具有垂直分量的波对接近或接触的物体高度敏感，而切变波对该物体的敏感性较低，但不容易因波在表面上的扰动吸收性强而产生阴影。因此，可使用多变量分析获得更多信息或解决所接受信号中的模糊性。这些波的频率不必相同，事实上，对于在同一传感装置中传播的不同波来说，频率和波型最好不同。这样，可在同一装置中利用不同波型的各种特性。

可对不同参数进行多变量分析而从所接受数据中获得更多信息。若存在不止一种波型，就可用一控制器选择最佳波或波组来分析所传感变量。此外，若存在许多种波型，就可选择对其他设备干扰最小的波或波组。例如，在相同的两传感器靠近时就会发生干扰。此时，若有许多波型或频率，两靠近装置就可不同地调谐而减小干扰。干扰还发生在靠近的设备发出或接受与该装置的工作频率相近的频率之时。同样，若可以许多频率或跳跃式频率工作，该装置就更可靠，在其环境中就更少受干扰。

当然，各种波型可以时分制多路传输，例如依次加到基片上，从而不必同时存在或进行分析。但是，如使用具有最少数量的换能器的固定机械构型，最好各波型同时加到基片上而在接受换能器或接受电子线路中进行选择性处理。若换能器数量不是最少，可使用主动消除方法。

在可对具有不同频率或波长的所发射波的激发独立加以选择的场合，这些波最好时分制多路传输到基片上。这是因为声波接触传感器的时间分解力一般比它在使用场合下所需的高得多，因此这些测量不必尽快完成。分时进行这些测量可减小测量之间的干扰并可减小进行分析所需的计算复杂性。在要求高速获得数据或为此计算能力很强的情况下，可同时分析多种波型。

还可提供一种可最佳地用于不同波型的构型随时间变动的传感器。随时间变动的



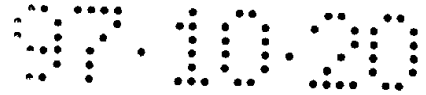
构型需要使用机械调节器或电声装置，这虽然也在本发明范围内，但由于其复杂性增加而不优选。在使用主动消除方法时，该补偿器可随时间变动而帮助选择所需波型进行分析以便减小干扰。

在声波接触位置传感器中，为了确定基片上一接触的位置，该装置设计成基片上的每一点只有唯一或准唯一的比方说由各波在发射器与检测装置即接受器之间必须经过的不同路径长度造成的一组时间延迟特征。虽然可用不同波型的波检测两根或多根不同轴线上的位置，但最好使用同一类型的波确定这些坐标。例如，在细长形基片中，最好使用不同波型或位置检测装置检测长度轴线和宽度轴线上的位置。此外，也可使用对角线轴线，只要波的传播方式相同或不同。

细长形基片可使用在比方说电梯控制、家用电器控制、键盘布置和某些工业控制中。在细长形基片中，用来传感长轴上的接触的切变波比 VLCW 波不容易产生由污物造成的阴影。因此，对细长形基片来说，最好在不同轴线上使用不同波型。

在基片上的水滴之类环境因素会干扰比方说准雷利波之类一种波的传播时，可使用对各种干扰因素具有不同敏感性的多波型装置。此时，基片中选择性地激发两种或多种波。例如，一所谓的 SAW - SAW - SAW 装置可与一所谓的 SAW - shear - SAW 装置一起使用，在 SAW - SAW - SAW 装置中，由一换能器生成的准雷利波经反射横越基片后再反射到一接受换能器；而在 SAW - shear - SAW 装置中，换能器生成的准雷利波反射成切变波横越基片再反射成准雷利波到一接受换能器。此时，用于 SAW - SAW - SAW 装置的换能器可设置在基片的前面即接触传感面上，而 SAW - shear - SAW 装置的换能器可设置在基片的反面上。由于切变波的能量密度分布在基片的整个厚度上，因此它对触摸屏两面上的接触都敏感，把这种波型的反射阵列设置在基片反面上并不妨碍它的工作。也可把 SAW - SAW - SAW 装置和 SAW - shear - SAW 装置都设置在基片的正面上，它们的反射阵列互相平行。反射阵列最好重叠，每一装置中的波以反平行方向通过反射阵列，从而接受换能器可放置成区别信号源。

在某些情况下，一装置可用相同机械构型时分制多路传输两种不同的波型。这只需比方说变动换能器的工作频率而使待反射的人射波的相速度的比例几乎相同而两波长接近。从而一组换能器可同时使用于两种波型。例如，SAW - shear - SAW 装置的激发频率可为 5MHz，而与之相联的 SAW - SAW - SAW 装置的激发频率可为 6MHz。



每一装置的反射阵列重叠。不同波型之间的频率差有助于过滤干扰信号并只须变动发射换能器的激发频率即可选择波型。

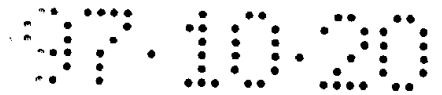
同样，一 shear - SAW - shear 装置可与一 SAW - shear - SAW 装置一起使用，从而用一组反射阵列就可进行双波型操作。优选的切变波换能器为一安装在边缘处、厚度为基片厚度或更厚的激发零阶切变波的压电晶体；或为一安装在基片顶面旁、厚度小于基片厚度、电连接成生成切变运动和厚度方向运动从而根据基片的共振频率和其激发频率生成零阶切变波、HOHPS 和准雷利波的换能器。从而，用一个换能器就可激发不同的波。

应该看到，不同的工作方式不必是 SAW - SAW - SAW 和 SAW - shear - SAW，事实上，可以是比方说 SAW - HOHPS ($n = 3$) - SAW 和 SAW - HOHPS ($n = 4$) - SAW 或其他组合。总之，这些装置可使用单组双波型换能器、基片正反两面上的换能器或基片同一面上的双换能器。除了使用两种不同的工作方式检测指定波型装置的信号外，这些装置也可检测一种波从一波型向另一波型的转换。这种波转换机制如下所述可提供可靠的信号响应。

在基片表面上出现高吸收污物点时，基片会“出现阴影”而沿通过该点的 X 和 Y 轴线不敏感。补救的办法是可使用两个互成角度传播的不同波。例如，第一装置的工作角度可为 0° 和 90° ，而第二装置的工作角度可为 45° 和 135° 。为此可在反射阵列上叠置第二和第三反射阵列，从而第一、第二和第三阵列分别以 45° 、 90° 和 135° 反射各波。例如可在一长方形基片的四角上设置四个发射/接受换能器。一个换能器发射的互成角度的各波可由其余换能器接受。从而四个换能器可获得两组正交坐标，从而即使有吸收点阴影波直接通过也能工作。当然，阵列不必重叠，而是设置在基片的正反两面上或设计成以不同频率和/不同波型工作。

当基片中有许多波型时，它们的反射特性很可能不同。例如，从不希望有的切变波导出的一 VLCW 很可能在基片中沿与所需切变波不同的一轴线传播。因此，可增加反射阵列到接受换能器的距离以使波在空间上分得更开从而提高换能器的灵敏度。此时，可分开接受不希望有的波和所需波。因此，基片可改成延伸声波的传播从而在保持所需波型的同时使不同波型在空间上分得更开。

接受器收到的不希望有的波的信号可另外用来提供有关接触特性的信息；可据之



对该装置进行主动消除而提高性能或提供用来说明接受所需波的换能器的信号的数据。应该看到，在某些情况下，所需波和不希望有的波的作用可倒转，不希望有的波可为该装置的输出提供主要信息。

正响应传感器

在另一实施例中，在基片中传播的第一波型由于波受到扰动、比方说因一物体的靠近而转换成第二波型。因此可使用一反对称装置，其中有一选择第二波型的检测器，从而具有信噪比提高、差分干扰效应、容易检测或过滤等优点。主动过滤、比方说把一声波信号射入基片中以便在接受换能器所接受的信号上产生补偿效应或后转换电子抵销技术可用来衰减这一新波以便更易检测。由于每一换能器常常有其自身的最佳工作方式，因此最好分开使用发射和接受换能器。可用独立的换能器进行主动或被动补偿方法，这些换能器的类型和/或位置可与主换能器不同。

HOHPS 波的波型在受到接触之类的扰动时容易发生变化。因此接触会生成一阶数和/或能量分布不同的新波形。该新波有一分量的传播轴线与入射波相同从而可由与发射边反射阵列相同或平行的接受边反射阵列接受后以与测量信号衰减的装置同样的方式反射到一接受换能器。例如，在一面上的一接触会以可能是非线性方式局部衰减该波，从而在基片中生成一反对称波。该新波的传播方向与入射波相同，因此可由接受装置的反射阵列接受后以与只测量信号衰减的装置相同的方式反射到接受换能器。

接受边反射阵列最好构作成最适用于具有不同阶数的波即由接触生成的波。为此特别可确定所接受的波的正确反射角，该角很可能与发射边阵列的反射元件的角度不同。因此，按照该实施例，一由该传感器的扰动生成的一在一基线以上的正信号响应、而不是在一信号衰减响应测量装置中常见的信号响应中的一衰减被接受后进行分析。从而用简化的电子装置即可提高信噪比。当然，这一正响应装置可与一衰减响应装置一起使用而调谐到所发射波的频率而成为双波型传感装置。从而可生成一使用所发射的准雷利波的双波型传感器，其中的反射元件的角度为 45° ，使一准雷利波横越基片。在有效区中的一接触把一部分准雷利波转换成传播方向与该准雷利波相同的一切变波。接受边反射阵列为一接近反射器、例如一刻槽或一突起件或一连串与波的路

径垂直的直线件之类的表面件，它们把表面波选择性地反射回该相对的反射阵列后由组合式发射/接受换能器接受。在该阵列的这一选择性反射部的顶端的反射元件放置成合适的角度而把该切变波选择性地转换成沿另一接受路径中的一轴线传播的一 VLCW 。因此，这一装置既接受衰减的准雷利波，又从该生成的切变波中接受一正响应信号。

或者，另一实施例提供一种把一零阶水平偏振切变波入射到传感器的有效区中的正响应装置。该零阶切变波由接触局部吸收表面波能而转换成阶数为 1 的一 HOHPS 波以及可能更高阶的波。因此，可用标准方法生成一零阶水平偏振切变波，同时使用上述的用于 $n = 1$ 的 HOHPS 波的接受装置。应该看到，为简化正响应装置，入射的零阶切变波不必是“纯”的，只要消除或完全补偿 $n=1$ 的 HOHPS 波，因为接受子装置可把所有干扰波与 $n = 1$ 的 HOHPS 波分开。

反射元件

当一表面声波或其他具有垂直和纵向分量的波即零阶对称或反对称兰姆波、高阶兰姆波沿一反射元件阵列传播时，这些元件可反射一份份波能。各反射的特性决定于反射器类型及其特性、间距与角度、基片及其参数、入射波特性以及其他不完全清楚的系统整体特性。但是，一般来说，可找到一组参数，在标准条件下，即在一约厚 0.090° 的钠钙玻璃基片中，若一频率约为 5.53MHz 的准雷利波在一由宽度为 0.01”、间距为 0.022” 的丝网玻璃熔块构成的反射光栅中以一定角度即与换能器轴线成稍大于 45° 的角度反射，则会生成与换能器轴线正交的三阶或四阶水平偏振切变波。在同样条件下，其他波形将可能显著不相干地以不同角度传播而不会影响接触敏感性，也不会接受换能器上产生很大的干扰信号。也可按照下文所述选择其他有用实施例的参数。

总之，可以看到，通过选择用于高阶水平偏振切变波的接触传感器的特性，可使用较厚的均质基片而获得良好的接触敏感性但对污物等不敏感而降低阴影效应。由于通过变动反射阵列的元件的角度来选择这些波，因此结构细节是很清楚的，只需对现有生产方法稍作改动。

当反射元件的间距为在介质中的波的波长的整数倍时，反射是相干的即同相的。

用来来回转换表面声波与切变波的反射器阵列的反射元件的角度还必须选择成使所选择的波在反射前后即在换能器与基片的有效区之间同相。因此该反射阵列用作选择并反射所需波形的选择过滤器。该反射阵列可与其他可以现有技术中的标准方法添加的过滤器组合而选择所需波传播方式。这些过滤器一般为被动过滤器，本发明范围内也包括主动过滤器。此外，接受换能器本身可设计成用被动或主动装置选择性地接受所需信号。

在本发明的一优选实施例中，一压电换能器以约 5.53MHz 的频率生成一激发信号而沿一轴线传播一准雷利波或兰姆波。该波型对基片反面上的接触不敏感。该换能器可为普通型。沿着该同一轴线在基片的有效区外部形成一连串与该传播轴线成约 45°、例如约为 47 - 57° 的紧密间距的平行障碍物。这些障碍物的间距约为该准雷利波或兰姆波的波长的整数倍。反射元件的构型、特别是角度最好选择成以与该轴线成直角地把一 4 阶水平偏振切变波偏转入该传感装置的有效区。该基片最好为一块容易制造、用标准光粘接密封工艺便可安装的 0.090" 厚的钠钙玻璃片。

我们发现，对于 0.085" - 0.090" 厚的玻璃来说，与 VLCW 的传播轴线所成的光人字角对于 n=0 的切变波为约 46°、对于 n=1 的切变波为约 47 - 48°、对于 n=2 的切变波为约 48°、对于 n=3 的切变波为约 50°、对于 n=4 的切变波为约 52 - 53°、对于 n=5 的切变波为约 56°，且厚度越厚角度越小。准雷利波与 n=4 的 HOHPS 的相速度之比约为 0.92。

应该看到，所选择波型不必以与换能器轴线正交的角度传播，事实上可以其他各种角度传播。事实上，如上所述，如本设计所固有的，各种波型以不同角度传播。但是，本装置的构型可选择性地检测所选择波的扰动。因此，一个发射边阵列就可生成许多不同波型的波由与许多接受边反射阵列光相联的许多接受换能器选择性地接受。这些接受阵列可在基片的正反两面上重叠、平行或作其他布置。

当反射后传播方向不与 VLCW 的传播轴线垂直时，最好基片的四边或者不反射波或者做成以所需传播方向反射波，同时用比方说锯齿形成角度刻面保持基片的长方形。这些刻面的厚度也可改变。这类刻面可有直角顶部、成角度地形成平行而以所需方向引导波的刻面边，沿反射轴线交错布置成一可使所反射波同相的距离。该刻面的反射面也可放置成与入射波成另一角度，以便以所需方式选择性地反射波。由于与反

射阵列平行的笔直的基片边会沿入射路径反射切变波，因此可用非笔直边而使该装置对非正交的信号路径的工作最佳。因此该边可做成锯齿形。在希望沿一非正交路径反射波时，基片和反射阵列最好设计成多路传输所需信号而由单个换能器接受而不发生干扰或假象。

检测灵敏性最好在基片的整个有效区中基本上处处相同。当反射阵列中的反射元件都相同且间隔相同时，信号路径最短的波的强度比信号路径最长的波大得多。这是因为波在基片中传输时会发生衰减以及下述事实：均匀设计的反射阵列会在每一反射元件处反射一比例不变的波能，从而使得信号强度随着离开换能器的距离的增加而呈指数衰减。因此最好比方说通过改变信号随着离开换能器的距离增加的反射比例而补偿这一指数衰减从而补偿这一或这两个效应。接触敏感性在一定程度上与声波在接触区的能量密度有关。因此，能量密度最好在基片的整个接触敏感区上基本保持不变。能量密度不变可减小用来分析所接受信号的接受装置的所需动态范围。

使阵列所反射的表面声波的能量密度保持不变的一种方法是使用 US4, 644, 100 和 Re. 33, 151 所述的“反射元件抽出”法。该方法在阵列的各点上随着该阵列上的这些点与换能器的距离的增加而增加能量反射。“反射元件抽出”法是抽走阵列中选定的元件。但该方法降低了阵列的区分不同类型的波的波长或相速度的能力。“反射元件抽出”法限制了接触板的大小，因为板越大，阵列中的间距也越大，最终造成非重叠反射元件。

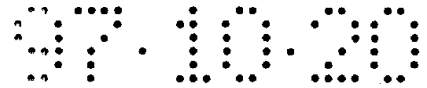
保持能量密度不变的另一种方法是如图 4 所示通过一高度可变的反射阵列在阵列的各点上随着阵列上的这些点与换能器的距离的增加而增加能量反射。这种高度可变的反射阵列的反射元件是公知的，可见本申请的参考材料美国专利 No. 4, 746, 914。该反射阵列中的每一元件的高度做成使得反射阵列的单位长度的能量反射近似由下式给出（忽略多反射效应、散射、在基片中的吸收等等）：

$$\sigma(x) = \alpha / [(1 + \alpha/\sigma_t) (\epsilon^{\alpha(L-x)} - 1)] \quad \text{方程 2}$$

阵列在 x 处的高度与第一阵列元件（n=0）的高度之比约为

$$h(x)/h(0) = [[(1 + \alpha/\sigma_t) (\epsilon^{\alpha L} - 1)] / [(1 + \alpha/\sigma_t) (\epsilon^{\alpha(L-x)} - 1)]]^{1/2} \quad \text{方程 3}$$

最后一个阵列元件的高度与第一阵列元件的高度之比约为



$$h(L)/h(0) = \left[\left[(1 + \alpha/\sigma_L) (\varepsilon^{\alpha(L-x)} - 1) \right] / [\alpha/\sigma_L] \right]^{1/2}$$

方程 4

其中， α 为阵列每单位长度的能量吸收， x 为表示离开阵列起始点的距离的变量， L 为该阵列的长度。为了设计高度可变阵列，在估计最大与最小高度之比 $h(L)/h(0)$ 的实际值后代入方程 4 中确定 σ_L 。然后把 $h(0)$ 和 σ_L 的值代入方程 3 中估算出阵列随距离而变的高度。然后用实验测试所得的传感器基片而使基片最佳化以算出其他变量。使用高度可变的阵列，可得到图 8 所示波形，其中，由各阵列元件反射的各 HOHPS 波的振幅在不存在接触时在整个阵列上大致保持不变。

还可以筛分基片正反两面上的阵列，只要正反两面的反射元件对齐而加强所需波型而抑制或最好区分其他波型。

层状或全深度结构

为了抑制寄生波可把阵列的反射元件做成伸展在基片的整个厚度上而在反射一定 HOHPS 波时减小寄生波的数量。HOHPS 波和雷利波在玻璃的厚度上相位有变动。为此可在基片中蚀刻出一定尺寸的槽后回填玻璃熔块之类而形成伸展在基片整个厚度上的反射元件。应该看到，尽管 HOHPS 的能量分布在基片的整个体积中，但雷利波的能量局限在表面处，因此全厚度反射阵列的效率只比部分厚度槽反射阵列稍高。

反射阵列一般应有很高的声透射性以便大量能量能到达反射阵列的顶端部。最好用表面反射器反射表面声能密度大的波。但是，若基片为层状结构，也可使用埋置的反射阵列。这种结构有利于从一换能器发射的波在传入该传感装置的传感部前受到保护。因此，可生成一内部波、比方说斯通利波 (Stoneley wave) 而在层状结构的基片的一部分内部传导从而在该基片的一相对受限层中传播。所反射波最好为切变波，例如零阶切变波或 HOHPS。因此，换能器可生成一以内部斯通利波传播的波而免遭外部影响。由内部条状材料或突起在一中间层上的反射元件构成的反射阵列伸入一层压件中而把斯通利波反射入基片的有效区中而成为一切变波。该切变波由基片上的接触以特征时间延迟衰减，其余波能由相应反射器反射到接受换能器。尽管该经反射的波作为一 Stoneley - shear - Stoneley 传感装置的一部分也可为斯通利波，经两次反射的波可以是另一类型的波、例如雷利波。该基片在反射器区中可为比方说一夹在两



层塑料中的玻璃片，而在传感区中为玻璃或三层玻璃片。换能器可通过除去该部位的塑料而与中间层玻璃片连接。

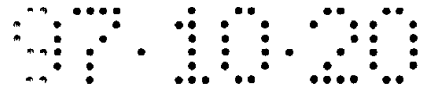
该装置还可使用作用与光学装置中的反射涂层相同的特殊波型过滤器。因此比方说若要从许多高阶水平偏振切变波中选择选出一 4 阶水平偏振切变波，可在基片的一反射边上设置一由适用于各种切变波的不同相速度的交替材料层构成的层压构件。这种层压件示出在图 17 中。这种层压件的宽度做成加强所需波而衰减阶数、入射角或相速度不同的波。同样，可在多元件过滤器中使用具有一中间局部反射平面的沿宽度方向叠置的层压件。事实上，整个基片可做成一层压件，从而选择性地传播相应阶数的切变波以及低阶和高阶谐波。在这种情况下，可交替层压厚度和声传导特性受到严格控制的塑料薄膜和玻璃基质材料而根据该薄膜相对于基片 Z 轴上的波长的厚度选择性地只传导一高阶水平偏振切变波。

可把具有光涂层的塑料片、例如具有由 OCLI 制造的 HEA 涂层的薄膜压制到基片的底面上而消除或减小光反射。基片背面上的这种塑料涂层不仅提高了基片的光学特性，而且可防止玻璃基片爆裂对人造成伤害。由于该塑料片具有过滤作用，其声学性能受到良好控制，例如材料、厚度、层压条件和其他已知因素。

任何反射平面或部分反射平面或与波的传播轴线平行的一波的相速度的空间变化都会过滤该波而选择性地传导某些波型。此外，具有变动声学特性、例如吸收性的任何层也会过滤波而选择性地传导某些波型。层状构件不必对称于基片的中间平面，可使用任何类型的各种材料一起选择性地传导所需波型。在选择所需波时也可使用其他类型的三维结构和共振器。

在一优选实施例中，使用标准的安全玻璃，例如包括 3/32" 玻璃、1/32" 聚合粘接剂、3/32" 玻璃的汽车挡风玻璃。该装置的工作频率决定于所选择阶数波以及基片的机械和声学特性。

在另一优选实施例中，使用一为切变型体波的洛夫波 (Love wave)，该波的波能在一表面上，而另一面上的波能大大减少。使用由两层或多层相速度不同的基质材料构成的层压件、把较低相速度的层设置在敏感顶面上有利于生成洛夫波。洛夫波可有不同阶数，例如 $n=0, 1, 2, 3, \dots$ ，其中，与 HOHPS 波类似， n 为无波动的相交波节面数。此时，层压基片结构的作用与上述空间波过滤器稍有不同而表明可



使用本发明的传感器结构选择所需波类以及该波类中的阶数。从而该层压件可包括更多层，它们的相速度变化呈单调增加；或使用一种过滤结构特别选择所需洛夫波，例如相速度高低交替材料层，但总体上不对称而选择所需洛夫波。

在一优选实施例中，一 3mm 厚的硼硅酸盐玻璃片压制到一 3mm 厚的钠钙玻璃片上而截获阶数 $n=0$ 、1 的洛夫波，造成 $n=0$ 时前面比后面的接触敏感性大约 55dB。一 1mm 厚的硼硅酸盐玻璃片压制到一 3mm 厚的钠钙玻璃片上可截获阶数 $n=0$ 的洛夫波，造成前面与后面的接触敏感性相差约 40dB，而一 2mm 厚的硼硅酸盐玻璃片可截获阶数 $n=0$ 、1 的洛夫波，造成 $n = 0$ 时前面与后面的接触敏感性相差约 50dB。

电子过滤

如上所述，在本发明的主动消除技术中，用一在该传感器旁的换能器施加一波形而选择性地消除、衰减或补偿输出从而减小接受换能器及其电子线路所需的动态范围。一主动过滤装置的核心可以是比方说一具有受驱叉指的压电基片或许多装在该基片上的换能器，它们协同工作而生成所需波而抑制不希望有的波。一相关的装置包括一相控换能器阵列。

主动过滤装置或相控换能器阵列一般与一数字信号处理器（DSP）或 SAW 过滤器一起使用。当使用数字信号处理器时，该装置计算干扰波中的反向响应而把该反向响应作为一信号传送而抵销所接受波中的不希望有的波。SAW 过滤器在模拟域中以与压电基片上的声波相同的方式工作。DSP 可有适应能力，即可学习新的补偿方法或细节而在需要时使用之。SAW 不容易改变成象可编程的数字装置那样具有适应性。应该看到，DSP 的功能可用专用的半导体设计实现，例如 DSP 或数字过滤器或可作为通用处理器的软件控制功能。合适的 DSP 装置包括 Texas Instruments 的 TMS320C2X、C3X 或 C5X；Motorola 的 MC56000 系列 DSP 以及 Zilog 的 Z8 系列 DSP 等。

主动过滤可由发射和/接受换能器实现，也可使用独立的发射换能器。

也可实现被动过滤功能，这依赖于一种传感装置，接受换能器可有一独立的补偿换能器装置，以便减小干扰并精确检测波的扰动特性即一接触的位置。这一被动过滤器可是适应性的而可用 DSP、数字过滤器或其他计算系统实施。

使用复杂过滤器补偿共振、非线性、各种反射波型和其他干扰即可分析一主要包括扰动的效果的信号。从而该过滤器补偿传感器本身的背景和特性，而与扰动影响有关的信息可通过以便进行特别分析后输出。

本发明的主动过滤装置不限于使用 HOHPS 波检测接触的传感器，而可用于各种设计，在这些设计中，发射换能器、有效传感区和接受换能器使用各种公知的声波。因此接触板的具有一体化过滤器的声波换能器、例如具有可以公知方式连接成主动或被动装置的叉指电极的压电基片也在本发明范围内。把补偿发射换能器用作主动消除装置的声波接触传感器也在本发明范围内。

波型区分物理过滤器

原则上，用来选择各种波型的过滤器有许多种实施方式，包括高通、低通、带通和复杂传导功能设计。首先，不希望有的波可吸收掉，它们的能量可在一传导或反射过滤器中扩散。这种过滤器比方说可包括不支持切变波传播的基片部分或一布置成需要一禁用反射波型的反射器。其次，过滤器可包括一供一分量通过而反射另一分量的半反射元件。该不希望有的分量以后专门扩散或在其后对所需分量的分析中予以忽略。也可使用专用带通过过滤器选择所需波型。这些过滤器可与基片或换能器制成一体，也可以是独立部件。

应该看到，当所需切变波在反射面上的人射角不为零时，必须小心防止由于公知的波动力学出现的禁用波型。另一方面这些禁用的反射波型可用来消除不希望有的切变波波型。

例如，在一反射阵列旁或基片的与反射阵列相对的一反射边可包括一过滤器用来选择性地反射所需波型而衰减或以不同方式反射其他波型。若反射这些不希望有的波型，最好用一吸收器扩散这些不希望有的波的能量。由于所需波与不希望有的波分开，因此该吸收器本身不必是波型选择性的。

可使用只根据相速度来区分波型的过滤器，例如如反射阵列的反射元件那样放置在切变波的与人射角正交的路径上的一连串反射元件。由于切变波的能量分布在基片的整个体积中，因此这些元件可设置在基片的一个表面或正反两面上。

尽管过滤器可环绕基片的有效区,但过滤器最好不降低用作 CRT 触摸屏的基片的光学性能。

如果不希望有的传播波干扰接受换能器且这些波型有不同的相速度或其他可区分特性,则在该波到达该接受换能器前的路径上放置一选择性的过滤器。在这种情况下,最不希望有的波型为具有纵向分量的波、特别是低阶波(雷利波或低阶兰姆波)。因此,可把一连串设置在基片的顶面或正反两面上、根据波长、体能分布和传播角供所需波通过而衰减不希望有的波的相间距元件用作选择性过滤器。

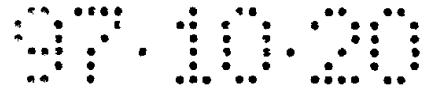
也可把具有斜反射边的基片用作波型选择过滤器。随着基片变薄, HOHPS 波的截止频率提高。随着“波导”截止频率提高,组速度减小。当基片薄到截止频率等于工作频率时,组速度为零而反射波。这一反射点对不同的波型是不同的,从而波型的阶数 n 越大,反射点离基片的边越远。声波对放置在反射点附近的吸收材料的敏感性提高。

因此,如果所需的 HOHPS 的阶数为 n 、比方说 $n = 4$,则阶数为 $n - 1$ 、比方说 $n = 3$ 的波最接近组速度而造成最多干扰。当然所需波的阶数须大于零,因为零阶切变波不受斜边的反射从而无法有效选择波型。在具有斜边的基片上,位于阶数 $n = 4$ 的反射点远端的密封胶、粘接剂或胶带之类的吸收材料会过滤 $n = 0$ 、 1 、 2 和 3 的波。该材料可设置在基片的一个或正反两个表面上。为了过滤阶数为 $n + 1$ 的波,可在阶数 n 的反射点旁放置另外的吸收材料而由于波能的集中和在该点的低相速度而吸收 $n+1$ 阶的波。因此斜边上的吸收条可在 n 接波的反射的位置处中断。

也可用斜边方法使用狭条换能器在基片的一边上选择性地激发和接受所需阶数的 HOHPS 波。

基片斜边可做成在基片一面或正反两面上的狭窄刻面或圆锥体。这一斜边可使用在每一轴有两个换能器的传感器中,每一轴一个换能器和两根轴一个换能器。但最好在有反射元件的边上不使用斜边,除非波反向传播相邻边进行过滤。

因此反射边可用作波型选择过滤器的一部分。该波型选择过滤器与反射阵列的平行间距最好非常精确以便加强所需波并沿所需路径反射回所需波。



电物理过滤器

或者也可如图 1G 所示使用许多接受元件进行波形的空间瞬时分析，例如，该接受换能器包括内部选择过滤器选择性地接受所需特性的波形。

尽管最好使用图 1C 和 1G 所示压缩型压电接受晶体，但接受换能器也可平装在基片上而生成有用信号。此时，一压电接受换能器最好装在一传导层上，该换能器顶面上的各元件把换能器分隔成各部分。此时，该压电晶体的顶面上有一连串电极，如图 1H 所示，该压电晶体为 PZT 或铌酸锂压电晶体，其间距为波形的 $\lambda/2$ 或更小。在换能元件相隔该波的波长的情况下，可合计或独立分析交替电极而从不希望有的波中选择所需波。当电极间距不精确等于波长的一半时，可独立分析各电极。

从不希望有的波导出的 VLCW 在基片中的传播轴线与所需波形不同。因此可增加从反射阵列到接受换能器的距离以便提高波的空间分离从而提高换能器的选择性。此时可在另一轴线上使用另一换能器接受与另一波有关的信息。从而反射阵列也用作物理过滤器。

优点

因此本发明接触位置传感器具有如下一部分或全部优点：

其他参数相同的条件下，HOHPS 的信噪比比零阶水平偏振切变波接触传感器高。

由于基片底面对在能量集中在顶面上的雷利波区域中的接触的敏感性为零，因此安装简化，从而基片底面的边可套在被安装物上。

厚的基片可使用回火玻璃，刚性增加且不易脆裂，即厚约 0.090" - 0.125" 的基片可使用刚性增加而不易脆裂的回火玻璃。平板玻璃的断裂强度与其厚度平方成正比，而刚性与厚度的三次方成正比。厚玻璃容易制造，特别可做成与 CRT 管形状一致的圆柱形或球形。

附图的简要说明

下面结合附图说明本发明优选实施例，附图中：

图 1A 为现有表面声波传播板的立体图；

图 1B 为在图 1A 的现有板中传播的表面声波的放大立体图；

图 1C 为图 1A 所示现有板的侧视剖面图，示出该板中所生成波的性质；

图 1D 示出一雷利波；

图 1E 示出一对称兰姆波；

图 1F 示出一反对称兰姆波；

图 1G 示出一多元件接受换能器；

图 1H 示出一具有多电极的接受换能器；

图 2A 为本发明切变波传播板的立体图；

图 2B 为在图 2A 的板中传播的切变波的放大图；

图 3 为本发明第一实施例的 HOHPS 波接触位置传感器的立体图；

图 4 示出构成图 3 所示一反射阵列的高度可变的反射元件；

图 5 为图 3 所示接触位置传感器的信号处理部的方框图；

图 6 为说明本发明传感器的位置确定操作的流程图；

图 7 为说明由图 6 所示软件程序访问的接触扫描程序的流程图；

图 8 示出图 3 接触位置传感器所生成的 X 和 Y 波形；

图 9 示出一 HOHPS 波与一表面声波的相对灵敏性之间的差别；

图 10 为本发明接触位置传感器的第二实施例的俯视图；

图 11 为本发明 HOHPS 波接触位置传感器的第三实施例；

图 12 为图 11 所示传感器生成的波形与图 3 所示传感器生成的波形的比较；

图 13 为其上装有寄生波抑制反射器的图 3 所示接触位置传感器的俯视图；图 14 为其上装有吸收条的图 3 所示接触位置传感器的俯视图；

图 15 为图 5 所示计算机所执行的自动设置程序的流程图；

图 16 为本发明一实施例的接触位置传感器的俯视图；

图 17 为层状波形选择过滤器的立体图；

图 18 为换能器接口线路的方框图；以及

图 19 为包括一洛夫波传感器的第四实施例的立体图。

对优选实施例的详细说明

基片

本发明接触位置传感器包括一可传播图 2A 所简示的切变波 12 的基片 10。基片 10 由 0.090" 厚的钠钙玻璃片制成。

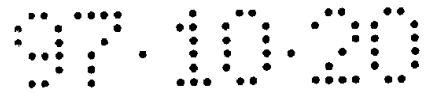
钠钙玻璃基片 10 可作回火处理，虽然可不使用玻璃熔块形成反射阵列的元件 28 或过滤元件之类的表面件等，因为固化玻璃熔块所需高温超过玻璃基片的退火温度。

换能器

为了生成在 X 方向上传播的切变波，图 1A 所示的一压电换能器 14 安装成生成一在基片 10 的 Y 轴线上传播、具有垂直和纵向分量、其波能大部分限制在基片表面处的准雷利波。换能器 14 在一驱动信号的作用下生成一传给基片的振荡。该准雷利波由反射阵列转换成沿 Y 轴线传播的一切变波。

如图 1A 和 C 所示，用一装在一塑料楔形体上的压电换能器把表面声波传入基片，而该塑料楔形体装在该板的接触面上。换能器振动而生成一沿与换能器和塑料楔形体的界面正交的轴线传播的压缩体波。该波在楔形体中传播而把一具有垂直和纵向分量的表面声波 VLCW 传入基片。楔形体伸展在板的上方，因此基片的反面或无效面可不接电路或关键元件。此外，基片中波能为雷利波或准雷利波的部位对反面或无效面的安装不敏感。压电换能器粘接到塑料楔形体上，然后把其上有换能器的该楔形体粘接到玻璃接触板上。一导电层夹在塑料楔形体与压电换能器之间而形成合适的电连接。

使用一种简单结构而比较由一接触造成的准雷利波与切变波的衰减，0.040" 基片中的准雷利波从 4.8v 衰减到 3.2v，降低 33.3%。0.090" 基片中的切变波从 1.5v 衰减到 1.4v，降低 6.6%。因此，为了获得同样的灵敏性，用于切变波传感器的换



能器的脉冲串振幅应提高约 5 倍，例如 + 14dB。经计算得出，对于 0.040” 基片中的切变波，提高约 $20 \log (0.090” / 0.040”) = 3.5\text{dB}$ 。也可增加激发信号的脉冲串长度来提高灵敏性。

与使用 0.040” 基片的准雷利波接触传感器比较，使用 0.040” 基片的切变波传感器的换能器脉冲串振幅应提高约 1.67 倍 (+ 4.5dB)，而使用 0.090” 基片的切变波传感器的换能器脉冲串振幅应提高约 5 倍 (+ 14dB)。

反射阵列

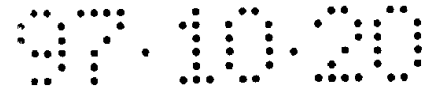
其反射角连续变动的一测试反射阵列用来在基片的各部分生成垂直于反射阵列的轴线传播的阶数顺序变化的截然不同的切变波。另一方面，同一阶数的 HOHPS 以对应于反射阵列的元件的角度的变动的角度传播。这种测试反射阵列可用来确定给定基片设计中的反射元件的最佳角度。可用一装在基片表面的探头传感器检测各波。

同样，反射角度固定的一反射阵列用作线性绕射光栅，以不同角度传播相速度不同的波，相速度越快，其角度越呈锐角。这一设计可用作接触传感器。

反射阵列由一连串放置成与波传播轴线成 52° 角的丝网玻璃熔块线构成。熔块在换能器和塑料楔形体装到基片上之前在较后阶段在一炉子中固化。这些熔块线以等于所发射波的波长的不变间隔相间距。然后焙烤熔块以便熔融熔块。熔块的数量随着离开换能器的距离增加而增加，以便确保所反射的波能均匀。反射元件根据换能器和接触的期望方向制成在基片的顶面上。当然也可使用其他反射元件构型。

传感装置的第一实施例

图 3 所示本发明第一实施例的接触位置传感器 16 包括与其上坐标要确定的每一轴线有关的一对发射和接受换能器 18、20 和 22、24。尽管接触位置传感器 16 有 4 个换能器 18、20 和 22、24 分别与 X 轴和 Y 轴相联，从而可确定一接触的 X 和 Y 坐标，但若只需要一个坐标、例如 X 轴上的坐标，与 Y 轴相联的换能器 22 和 24 就可除去。这些换能器为塑料楔形体，该楔形体一表面上的一导电片上粘接有压电元件。这些楔形体用粘接剂以标准方式装在基片上并对齐成压电换能器在楔形体中生成一



压缩波而在玻璃基片中转换成沿反射阵列的轴线传播的一 VLCW 波或在楔形体中接受一由在玻璃基片中沿反射阵列传播的一 VLCW 转换而成的压缩波。

发射换能器 18 生成的一 VLCW 沿 X 轴传播到下文详述的一反射元件阵列 28。反射阵列 28 的每一元件的角度选择成传导一特别的 HOHPS 波以与 VLCW 传播轴线正交的方向横越基片。反射元件的这一角度对于 0.090" 厚钠钙玻璃基片来说与波传播轴线成约 52° 。因此，经反射的 HOHPS 波在 Y 方向上传播到反射阵列 30 中的一对应反射元件。反射元件阵列 30 所在轴线与反射阵列 28 所在轴线平行。

同样，为了界定 Y 轴，Y 发射换能器 22 装在基片 10 的顶面上。发射换能器 22 振动而生成一沿 Y 轴传播到下文详述的反射元件阵列 34 的 VLCW 波。X 和 Y 的装置相同。反射阵列 34 的每一元件放置成与波传播轴线成约 52° 角从而把入射其上的一部分 VLCW 波沿 X 方向反射到反射阵列 36 中的对应反射元件。反射元件阵列 36 所在轴线与反射阵列 34 所在轴线平行。阵列 36 中的每一反射元件的角度与该发射阵列对应，与阵列 36 的轴线成约 -52° 从而把来自反射阵列 34、沿 X 方向传播的一 VLCW 反射到接受换能器 24。该接受换能器 24 以公知方式与阵列 36 的轴线垂直地安装在基片 10 的顶面上从而传感由阵列 36 反射其上的 VLCW 而生成一表示该 VLCW 的信号。

阵列 28 和 30 中的各反射元件决定了在基片的轴线上的特征路径程度，从而由阵列 28 中各相继元件反射的各 HOHPS 波传播到接受换能器 20 的路径不断增长，例如时间延迟不断加长。

在本装置中，按照优选设计参数，例如在用浮法工艺生产的 0.090" 钠钙玻璃中传播的 4 阶水平偏振切变波，换能器的工作频率为 5.53MHz，则反射阵列的元件与入射波传播轴线所成的角约为 52° ，尽管这一角度随设计细节的微小改动而变。

由反射阵列 28 和 30 决定的各路径以 Y 方向平行地穿过基片 10，每一平行路径决定一 X 坐标。同样，阵列 34 和 36 中的反射元件决定一组不同长度的路径从而由阵列 34 中相继各元件反射的 HOHPS 波到达接受器 24 的路径不断增大。由反射阵列 34 和 36 决定的各路径以 X 方向平行地穿过基片 10，每一平行路径决定一 Y 坐标。

图 8 示出由接受换能器 20 和 24 生成的 X 和 Y 信号，其中，如下所述，使用高度和/间距可变的反射阵列 28、30、34 和 36 而提供其振幅大致不随时间而变的 X 和 Y 信号。关于 X 轴信号，如换能器 18 开始生成一 VLCW 的时间为 t_0 ，则换能器 20 接

受第一 VLCW 的时间为 $2t_1 + t_2 + t_0$ ，其中， t_1 为 VLCW 从基片边 26 传到阵列 28 中第一反射元件所经时间，也是 VLCW 从阵列 30 中第一反射元件传到边 26 而被换能器 20 传感所经时间。在该方程中， t_2 为所选 HOHPS 波沿 Y 方向穿过基片 10 的时间。由反射阵列 28 中最后元件反射而由阵列 30 中最后元件接受的 HOHPS 波在接受时间为 $2t_1 + t_2 + 2t_3 + t_0$ ，其中， t_3 为 VLCW 沿 X 方向在阵列 28 的第一元件与最后元件之间传播的时间以及 VLCW 沿 X 方向在阵列 30 的最后元件与第一元件之间传播的时间。同样，如换能器 22 生成一 VLCW 的时间为 t_3 ，则接受换能器 24 接受由阵列 34 和 36 反射的第一 VLCW 的时间为 $2t_1 + t_3 + t_3$ ，而接受换能器 24 接受由阵列 34 和 36 反射的最后 VLCW 的时间为 $2t_1 + t_3 + 2t_2 + t_0$ 。 $2t_1 + t_2 + t_0$ 与 $2t_1 + t_2 + 2t_3 + t_0$ 之间的每一值 t_x 表示 X 轴上的一坐标；而 $2t_1 + t_3 + t_0$ 与 $2t_1 + t_3 + 2t_2 + t_0$ 之间的每一值 t_y 表示 Y 轴上的一坐标。应该看到，在该优选实施例中，为了减少干扰，驱动信号加到 Y 轴发射换能器 22 上的时间在驱动信号加到 X 轴发射换能器 18 的时间之后，也在 X 轴接受换能器 20 接受由阵列 28 和 30 反射的最后 HOHPS 的时间之后。

在基片 10 的顶面 40 或底面 42 上的一接触会吸收穿过基片 10 的 HOHPS 在接触位置处的一部分能量。能量的这一局部吸收造成其能量被吸收的 HOHPS 波的扰动，该扰动表达成接受换能器 20 和 24 生成的信号的振幅的变动。例如，基片 10 的顶面或底面上的一接触的坐标在图 8 中分别表示为在 X 和 Y 换能器信号中扰动出现的时间 t_{ix} 和 t_{iy} 。在换能器与反射阵列之间传播的 VLCW 只对顶面即其上形成有反射阵列的表面上的接触敏感，而这些波在该阵列的底面上的传播区域中的接触大致不扰动所接受的波形，从而有利于基片的安装。

控制系统

使用 VLCW - HOHPS - VLCW 技术确定接触位置所使用的控制系统一般为公知公用的触摸屏控制技术。由于各换能器都相同，换能器所发射和接受的信号也相同，因此本发明传感器无需使用不同的控制器。但应看到，由于可能发生干扰以及是多路反射，因此先进的控制器设计有利于降低成本、提高信噪比、提高接触灵敏性、加快响应时间并减少出现假象的可能性和严重性。

图 5 所示接触位置传感器的控制系统为一其程序指令存储在一非易失性存储器

中的数字微电脑系统。它最好为一具有内部 CPU、RAM、计数器和定时器以及其他功能的 8 位微控制器。例如可使用工业标准 8052 型微控制器。本发明范围内也包括其他实施例。该控制器控制对换能器 18 和 22 的驱动信号的施加并根据表示接触的信号扰动的出现时间 t_{ix} 和 t_{iy} 确定基片 10 上的接触的坐标。图 5 所示接触板 70 包括基片 10、X 和 Y 发射换能器 18 和 20、X 和 Y 接受换能器 20 和 24 以及反射阵列 28、30、34 和 36。可包括一微处理器的一主计算机 72 对一控制器 74 发出指令而启动接触板 70 的一扫描周期。该控制器 74 响应该计算机 72 发出的启动扫描周期指令而经一 X 驱动器把一驱动信号加到 X 发射换能器 18 上，其中，控制器 74 的定时由一时钟/振荡器 78 确定。加到换能器 18 上的驱动信号为一其周波数等于阵列 28 的宽度除以一常数的正弦波脉冲串驱动信号。合适的驱动电路也可见本申请的参考材料 US4,644,100 和 Re. 33,151。该控制器 74 还把一 X/Y 开关 80 设定在 X 位置上而使 X 接受换能器 20 与一射频 (R.F.) 放大器 82 连接。当换能器 20 传感到由阵列 28 和 30 反射的 VLCW 时，换能器 20 生成一表示经开关 80 连接到放大器 82 的 VLCW 的 X 轴信号。放大器 82 输出的放大 X 轴信号传到一解调器 84 而除去该放大 X 轴信号中的交流分量而生成图 8 所示包络波形。解调器 84 的输出传到一阈值装置 86，该阈值装置根据输入输出信号，若装置 86 的输入大于其阈值才有输出。但当输入信号小于其阈值时阈值装置 86 没有输出。阈值装置 86 的输出传到一模拟/数字转换器 88，该转换器的输出经一缓冲器 90 传到内部母线 91。控制器 74 把模拟/数字转换器 88 的输出存储在一静态 RAM92 (随机存取存储器) 中从而一表示由模拟/数字转换器 88 取样的每一时间点 t_x 上的 X 轴信号的振幅的值存储在该静态 RAM92 中一表示该时间点的存储单元中。

在 X 轴数据存储于静态 RAM92 中后，控制器 74 控制 Y 驱动器 76 把一脉冲串驱动信号加到接触板 70 的 Y 轴发射换能器 22 上。控制器 74 还改变 X/Y 开关 80 的状态而使 Y 接受换能器 24 与射频放大器 82 连接。表示模拟/数字转换器 88 所输出 Y 轴信号的数字数据同样存储于静态 RAM 中从而一表示由模拟/数字转换器 88 取样的每一时间点 t_y 上的 Y 轴信号的振幅的值存储在该静态 RAM92 中一表示该时间点的存储单元中。

在初始化过程中，主计算机 22 根据存储于静态 RAM92 中的未经接触的板 70 的值经一其输出连接到一数字/模拟转换器 96 的缓冲器设定射频放大器 82 上的增益。阈

值装置 86 结合由反馈回路 98 提供的自动增益控制变换基带响应的零水平而提高表示接触点与未接触点的换能器输出信号的振幅的差别，从而可更容易检测接触点。这一方法是可能的，因为基片的有效区中从由反射阵列反射 VLCW 生成的 HOHPS 波的信噪比很高。这一特征从而补偿了图 9 所示 HOHPS 波较之（基片的有效区中的）准雷利波的较低的相对灵敏性。

图 6 示出主计算机 72 在确定接触板 70 上的接触位置时的工作情况。在该系统的初始化过程中，对未受接触的板 70 进行扫描周期而把 X 和 Y 振幅值存储在静态 RAM92 中作为时间 t_{x0} 和 t_{y0} 的基线。在初始化过程中，从静态 RAM92 读取的每一取样时间点 t_{x0} 和 t_{y0} 的 X 和 Y 振幅值存储在主计算机 72 的一 RAM101 中。在初始化后，在方块 100 主计算机 72 把 t_{ix} 和 t_{iy} 设定成零，而把变量 X 和 Y 设定成 1。然后在方块 102 主计算机访问图 7 所示接触扫描程序。该接触扫描程序为一“终止后常驻”程序，即一存储在主计算机 72 的 RAM101 中、无需再装入而可周期性地执行的程序。主计算机 72 在方块 104 按照接触扫描程序把 X 轴的射频放大器的自动增益控制值设定成初始化时所确定的值。然后在方块 106 主计算机 72 向控制器 74 发出指令启动 X 轴的扫描脉冲串。当时间 t_x 的 X 轴值存储在静态 RAM92 中后，主计算机 72 在方块 107 设定 Y 信道的自动增益控制值并在方块 108 指示控制器 74 启动 Y 轴的扫描。在时间 t_y 的 Y 轴值存储在静态 RAM92 中后，主计算机 72 把存储在静态 RAM92 中的时间 t_x 和 t_y 的每一振幅值读入 RAM101 的一部分中。然后在方块 112 主计算机 72 返回图 6 所示程序。静态 RAM92 用作从接受换能器截获数据的缓冲器，因此主计算机 72 可以比该数据采集子系统慢的数据率运行。

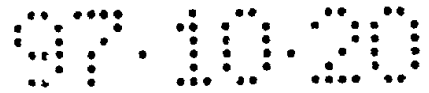
在时间 t_x 和 t_y 的 X 和 Y 振幅值从静态 RAM92 读入主计算机 72 的 RAM101 中后，主计算机 72 在方块 114 根据 t_x 存储的振幅值（其中， x 在方块 100 初始化成 1）与 t_{x0} 存储的振幅值（即 $x=1$ 时为 t_{10} ，其中， t_{10} 为初始化过程中第一取样时间所存储德文振幅值）之间的差确定差值 t_{x0} 。然后该计算机在方块 116 确定差值 t_{x0} 是否大于一阈值，如是，计算机 72 在方块 118 确定差值 t_{x0} 是否大于 X 轴检测的最大差值 DX 。如 t_{x0} 大于 DX ，计算机 72 在方块 120 把 DX 设定成差值 t_{x0} ，把该差值的出现时间 t_{ix} 设定成 t_x 。在方块 122 计算机 72 作 $x + 1$ 运算，若如计算机 72 在方块 124 确定的那样 x 不大于 X 轴的时间取样点数 N ，计算机 72 返回方块 114 确定下一个差值。在方块

114 为由模拟/数字转换器 88 取样的每一时间点和存储在 RAM101 中的振幅值确定差值后, 计算机 72 在方块 126 确定最大振幅差 DX 的出现时间 t_{ix} 是否为零。若 t_{ix} 为零, 表明 X 轴上未检测到接触, 则计算机 72 在方块 127 退出该程序。但若 t_{ix} 不为零, 表明一接触的出现时间为 t_{ix} , 则计算机 72 进到方块 128。

在方块 128, 计算机 72 比较在时间 t_y 存储的振幅与在时间 t_{y0} 的同一点存储的初始值并将其差存储为 t_{y0} 。在方块 130 计算机 72 比较 t_{y0} 与在方块 128 计算的 Y 轴信号的最大差值 Dy 。然后, 若在方块 132 确定 t_{y0} 大于 Dy , 则计算机 72 在方块 134 把 Dy 设定成 t_{y0} , 而把最大差信号 Dy 的出现时间 t_{iy} 设定成 t_y 。在方块 136 计算机 72 作 $y + 1$ 运算后在方块 138 比较 y 与 Y 轴信号的取样点数 Z 。若 y 小于或等于 Z , 计算机 72 返回方块 128。若 y 大于 Z , 表明对 Y 轴上的每一取样点计算出一差信号, 则计算机 72 在方块 140 根据 t_{ix} 和 t_{iy} 的值确定一接触的 X 和 Y 坐标。然后计算机 72 在方块 142 退出该程序。

接触板的大小也可按照图 15 所示流程图自动确定, 从而各种大小的接触板可用来控制微处理器和同一电子设备的预定软件配套使用而在安装或使用确定接触板的大小。在进入自动设置程序后, 计算机 72 在方块 200 指示控制器 74 把一驱动信号加到发射换能器 18 上而把一脉冲串传给阵列 28, 计算机 72 存储第一脉冲串信号的传导时间。然后, 在计算机 72 存储接受器 20 接受第一信号的时间。在方块 204 计算机 72 存储随着接受换能器 20 接受第一发射脉冲串生成的最后信号的时间。计算机 72 然后使用已知的波在基片 10 中的传播速度在方块 206 根据在方块 200 存储的时间和分别在方块 202 和 204 存储的时间计算第一和最后反射波所经距离。特别是, 计算机 72 根据在方块 200 和 202 存储的时间确定接触板在 Y 轴线上的尺寸。计算机 72 还根据在方块 206 存储的时间以及在方块 200 和 202 存储的时间计算接触板在 X 轴线上的尺寸。在方块 208, 计算机 72 使用算得的接触板的尺寸自动证实其后所检测的接触点的坐标。

反射阵列 28、30、34 和 36 用基片 10 顶面 40 上的一模板筛分玻璃熔块而形成。反射阵列玻璃熔块可在在基片上形成其他熔块的同时形成。例如在本发明其他实施例中, 用导电熔块把换能器直接粘接到基片 10 上而不使用塑料楔形体。反射阵列也可由金属制成而粘接到基片 10 的顶面 40 上。



该线路也可用其他现有方法实施。最好使用能执行大多数功能的 ASIC，一装置包括基本数字控制线路，一装置包括模拟发射和接受线路，另外有标准设计的模拟/数字转换器、RAM 和控制器。也可使用分为各组件的装置，单芯片实施例也是有用的，包括数字线路以及低电压模拟线路。

在一优选实施例中，一数字控制器提供整个控制和处理以及传感器输出。该为一微处理器的控制器提供与外部装置的接口、检测基片上的污物并控制再学习和再处理事件的定时。一 ASIC 用来控制传感器的正常操作，执行脉冲串和采集周期、确定关于接触存在、位置和大小数据，并控制各增益受控元件的各种增益。还用一模拟 ASIC 放大和支配换能器的信号。

该系统可包括一用来确定所接受信号的信号基线的数字过滤集成电路而自动补偿环境因素的缓慢变化，同时提供对接触的敏感响应。

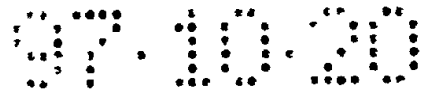
该检测系统还可包括同步检测、零差或超外差式接受器、全数字域处理、开关电容过滤器和 SAW 过滤器。

在使用多元件接受换能器时，可在一模拟预放大器中用电子装置组合各信号，也可分开处理各信号。接受换能器可构作成选择性地接受所需信号。在分开处理情况下，可用一 IF 混合器递降转换信号，然后在数字域中加以处理而提高灵活性，例如可使用不同工作频率和提高信噪比。

换能器接口

发射换能器为一其正反两面上有导电件、在受一比方说约 100V - 500V 高压信号激发时生成压缩波的压电件。波的振幅为了大到足以检测，必须使用高压，所需激发电压决定于换能器和传感器本身的效率。

接受换能器也是其两面上有导电件的压电件，事实上在某些实施例中把发射换能器本身用作接受换能器。当同一换能器用作发射和接受时，如上所述，低压高灵敏接受电子线路用一高阻抗开关暂时与发射电子线路断开。即使在使用两不同的换能器或不同轴线使用不同换能器时，在基片中激发波的过程中也可断开接受电子线路，因为把一发射波直接传到接受换能器会生成接受系统无法接受的高压。所接受的信号的振



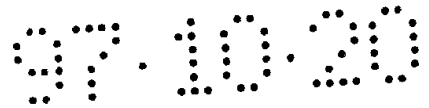
幅通常为约 1V - 约 10V RMS，尽管这一振幅可根据系统设计而变。

发射换能器接受直接由控制器控制的预定频率的正弦波或伪正弦波激发信号。优选的激发频率为在微电脑控制系统的直接控制能力内的 5.53MHz。对于给定系统来说，激发振幅一般保持不变，尽管在本发明中，该振幅在传感器使用条件变化下在单串脉冲行进过程中可变。通常该传感器调谐到用于特定频率或频率组，因此该参数是预定的，但该传感器也可具有补偿温度变化之类环境变化的工作频率。

按照本发明，也可使用线性调频脉冲或伪线性调频脉冲。线性调频脉冲使用在把声束集中于一特殊位置的场合，因此反射阵列设计成只把具有特定频率的波偏转到该位置上，例如，反射阵列具有一随距离而变的反射特性（不是振幅），例如反射元件的角度和/或间距。因此，该线性调频脉冲扫过这些位置区域，而一固定的频率选择一特殊位置。

图 18 为换能器的模拟线路接口的方框图。接受换能器在发射器不工作时与接受电子线路连接。接受换能器根据返回的声波信号发出一约为 1V - 10V RMS 的电压信号。从 X 和 Y 轴接受换能器 1801 和 1802 的输入分别去耦以防止发射换能器激发（未示出）过程中过载。该信号用电容耦合、例如经一高通滤波器 1803、1804 后用预放大器 1805、1806 放大。多路预放大器 1805、1806 的输出用一多路传输器 1807 时分多路传输。多路传输器 1807 的输出最好用一受控或增益可变放大器 1809、例如一电压受控放大器放大。合适的增益可变放大器为 MC1350，它是一 RF 自动增益控制放大器。多路传输器 1807 与增益受控放大器 1809 之间有一带通滤波器 1808。增益可变放大器 1809 的输出用高通滤波器 1810 中的电容或电感 AC 耦合到一 AM 检测器，该检测器比方说可为一全波整流电流 1811。合适的检测器为 MC1330 检测器。该检测器的输出为其振幅受位置信息调制的 DC 整流信号，该信号用一低通滤波器 1812 滤波而除去载波频率而保留该信息。该滤波器然后由一缓冲器缓冲并正确偏置。缓冲器的输出 1814 然后用分辨率为 8 - 12 比特的一模拟/数字转换器（ADC）以超过 Nyquist 率的一速率、例如约每秒 1 百万样本取样。由于该数据率可能超过微控制器的容量，因此该 ADC 的输出在一可构成成一 FIFO 缓冲器、环形缓冲器或随机存取存储器（RAM）的存储器中缓冲。

可使用反向二极管保护接受信号调节电路的输入，可用另一二极管以公知方式实



施频道选择电路。发射压电换能器的驱动器可以是比方说由一 TC1427 驱动程序从逻辑水平驱动的 SI9942 N 和 P 频道 MOS 驱动器。

信号获取后送到数字处理器进行分析。该分析可以只是检测信号振幅中表示接触的超阈值变动的与基线分析之间的偏离。该分析也可以包括使用 FIR (位移平均值)、IIR、自动回归的数字滤波或自动回归和滑动平均滤波之类更复杂的滤波器。在该处理过程中,一扰动的特征时间延迟转换成一接触的位置。这一转换还可包括补偿可预编程成适合于或响应环境传感器的该传感器装置中的非线性或变动。例如,基片的不均匀可使该传感器某一位置上的延迟时间与位置之间呈非线性关系。在校正过程中这可被发现后加以补偿。同样,环境条件的变动可改变时间与位置的关系。当把手指用作接触区接触件时,希望用指尖定位。在该传感器的整个范围上,对于不同的操作者,指尖相对于指印的声波吸收中心的位置是不同的。可使用基于普通逻辑或模型的方法、专家系统、模糊逻辑、中性网络或其他公知方法把该控制器编程成或赋予学习功能而补偿这些因素。

当所接受的信号很复杂、包括传感板的多路响应或其他干扰信号时,最好以很高的分辨率处理该信号,以便解析这些效果。例如,所接受信号可经预放大和标准的信号调节后直接数字化而使用一数字信号处理器 (DSP) 处理。此时,该 DSP 可实时操作,虽然最好在一 RAM 中缓冲所接受的数字化波形而以某一执行时间处理它。此时,若激发频率为 5.53MHz、回波分析为 0.500mS,则需使用约 8kB 的 RAM 缓冲器,约每 83nS 取得样本。当然,若无需充分分析整个信号,这一存储量可减小。例如,该信号可时分而连续分析连续样本块。该分析将集中在该传感器的每一激发脉冲串的各部分上。

反射阵列的形成

反射阵列最好用基片 10 顶面 40 上的一模板筛分玻璃熔块而成。反射阵列 28、30、34 和 36 也可用金属粘接到基片 10 的顶面 40 上而成。如上所述,反射阵列 28、30、34 和 36 的每一反射元件的角度选择成相对其换能器 18、20、22 和 24 把一特别阶数的 HOHPS 传向相对反射阵列的一对应反射元件或反射边上,从而一 VLCW 沿该反射阵列的轴线传播,同时该 VLCW 的能量作为 HOHPS 而横越该基片到相对边后又



转换回一 VLCW 而由该接受器检测。相邻反射元件在反射阵列轴线上的间距最好等于由其换能器传入基片 10 中的 VLCW 的波长的整数倍。反射元件的宽度最好约为波长的一半。此外，每一反射阵列 18、20、22 和 24 的宽度约等于换能器的宽度，在这里，加到换能器上的驱动信号为正弦波，该正弦波的周波数如上所述等于阵列宽度除以一常数。阵列的宽度也可随着所发射的 VLCW 在阵列上传播时加宽而变动。

波型选择过滤器

使用图 4 所示高度可变反射阵列并根据上述方程 2、3 和 4 而随着阵列上的点离开换能器的距离的增加而增加该点上的能量反射即可在基片中保持切变波的能量密度不变。使用高度可变反射元件可获得图 8 所示波形，其中，由阵列元件反射的 HOHPS 波的振幅在不存在接触时在整个阵列上大致保持不变。

图 13 和 14 示出进一步减少由不希望有的波造成的干扰的方法，这些干扰可由阶数与所需波不同的切变波造成。确切说，在图 13 中，在每一反射阵列 28、30、34 和 36 的旁边设置一与该阵列的轴线平行伸展的寄生波（HOHPS）抑制反射器 50。反射带之间的间距选择成等于待通过的波的波长的 $1/4$ 。在图 14 所示的另一实施例中，在基片 10 的顶面 40 和底面 42 上在每一反射阵列 28、30、34 和 36 的紧前方设置一反射材料带 52 以便吸收寄生兰姆波能量。最好相对 HOHPS 吸收兰姆波。有效的吸收带可由环氧树脂、硅酮之类或胶带制成。吸收带的宽度最好不大于阵列宽度的 25% 而约为 3mm。在实际应用中接触板需用硅酮 RTV 之类密封胶粘接到上覆凸缘或边框上，此时密封胶本身可用作上部吸收带。

在需要把一凸缘或边框套到接触板的周边上时，该凸缘或边框的宽度受到限制从而无法把反射阵列和吸收带隐藏在显示器的视区外。图 16 示出一减轻这一问题的非常有效的实施例。在这里，28' 和 30' 中的反射元件相对图 3 所示阵列 28 和 30 转动 90° 。这些吸收带抑制具有垂直分量的不希望有的波即雷利波和兰姆波。所需波型的 HOHPS 波现在向外反射到基片的作用引导波能横越基片到相对边 222 的高效反射元件的相邻边 220。在经边反射后，波穿过阵列 28'，一部分波能作为 VLCW 转向左边。相对边 222 把波反射到接受阵列 30'，反射阵列 30' 转而把波引入接受换能器 20，在波通过时相当一部分能量由接受阵列转向右边。这一实施例的目的是使一选

择过滤器 52 设置在阵列 28' 和 30' 的后部靠近基片 10 的边 220 和 222，从而阵列前方的空间空出。反射路径来回横越每一吸收带两次，从而吸收带的效力加倍从而宽度可减小。

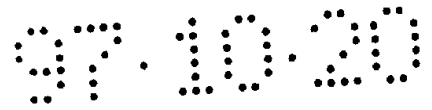
实际上，把发射和接受电缆贴到基片的边上的胶带即可用作吸收带。阵列在波经边反射后穿过阵列时从信号路径中选择性地除去更大部分 VLCW 波的作用进一步使 HOHPS 与寄生 VLCW 波分离。应该看得，图 16 中只示出两个阵列 28' 和 30'，另一检测轴线的相应一组阵列未示出。本领域普通技术人员可看出，说明本发明其他实施例的其他附图中的阵列的反射元件也可转动 90°。

应该看到，按照本发明，VLCW 受反射阵列的绕射而生成许多以各种角度传播的 HOHPS 波，而这些角度因各种波型的相速度不同而不同。因此，基片可提供一半反射结构件、例如边 32，该边与阵列的间距选择成形成强化性干扰而加强所需波型以及/或者破坏性干扰而阻断干扰波型。这一结构可以与反射阵列同样的方式、同样的工艺形成以便于设置这一结构件。因此，若 HOHPS 波选择成与反射阵列成直角传播而反射阵列与基片平行，那末若阵列设置成从该结构件的反射与所需 HOHPS 波同相，就可加强所需 HOHPS。

还应看到，所需 HOHPS 波不必以与反射阵列成直角传播而可以其他某一角度传播，只要相对阵列的位置放置成把所需 HOHPS 波转换成 VLCW 后把该 VLCW 引向接受换能器。此外，基片的一边可做成包括许多以所需方向引导 HOHPS 波的刻面或与反射阵列协作而选择所需 HOHPS 波的相应阵列样式。每一刻面通常有一表面放置成反射该波所需角度，每一表面偏置半波长的整数倍，以便保持波的相位一致。从而，整个基片用作所需波型的过滤器而可使用标准的调谐和最佳化方法。

可把具有光学涂层的一塑料片、例如 OCLI 制造的具有 HEA 涂层的一膜片压制到基片 10 的底面上而消除或减少光反射。基片底面上的这一塑料涂层可用来防止由于玻璃基片破裂对人造成伤害。玻璃还可回火，无需其他强化或防裂处理。因此，本发明的优选 0.090" 玻璃基片可回火、加涂层或其他公知的处理。该塑料片最好用作波型选择器，因此小心控制其厚度和声学特性。

总之，这类塑料涂层吸收切变波，因此不应用在不希望衰减切变波的地方，虽然这类涂层可用在与 VLCW 传感面相对的一表面上。



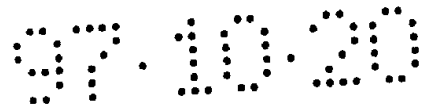
传感装置的第二实施例

图 10 示出本发明接触位置传感器的第二实施例，其中，每一在其上确定一接触的坐标的轴线有一同时用作发射和接受 VLCW 的换能器。此外，不是象图 3 所示实施例那样每一轴线有两个反射阵列，图 10 所示接触位置传感器的每一轴线只有一个阵列 28、34，其中，基片 10 的与阵列 28、34 相对的边 32、44 机加工成反射边。由于切变波的反射效率高，因此基片 10 的反射边 32 和 44 在反射垂直传播其上的 HOHPS 波时能量损耗小。

特别是，换能器 18、20 连接到受控制器 74 控制的发射/接受开关上从而 X 或 Y 驱动器 76 或脉冲串发生器在第一时段中连接到换能器 18、20 上而把驱动信号加到其上。换能器 18、20 响应该驱动信号而把一 VLCW 传到基片 10 上，该 VLCW 分别沿着阵列 28、34 的轴线传播。阵列 28、34 的反射元件把入射其上的一部份 VLCW 反射成所选波型 HOHPS 波而与人射 VLCW 正交地沿 Y 或 X 方向横越基片 10 而分别到达基片 10 的反射边 32、44。基片的边 32、44 把垂直传播其上的 HOHPS 波反射回反射阵列 28、34，反射阵列 28、34 转而把这些波反射成 VLCW 而返回换能器 18、20。在驱动信号加到换能器 18、20 上后，控制器把发射/接受开关的状态改变成接受位置，从而换能器 18、20 连接到 R.F. 放大器 82，从而由换能器感应的 VLCW 连接到位置检测线路。

传感装置的第三实施例

图 11 示出本发明接触位置传感器的第三实施例，其中，在其上确定一接触的坐标的两垂直轴线共用同时用来发射和接受 VLCW 的换能器。在该实施例中，使用两个反射阵列，第一反射阵列 28 沿一垂直于其上装有换能器 18 的边 26 的轴线伸展，第二反射阵列 36 沿一与第一阵列 28 的轴线垂直并邻接阵列 28 的该端的轴线伸展。为了把沿反射阵列 28 的轴线传播的 VLCW 耦合到垂直的反射阵列 36 上，基片 10 的与阵列 28 和 36 的轴线相交的转角切去而形成一与基片 10 的相邻边 44 和 48 成 45° 角的反射边 46。当然，不难看出，按照本发明，该转角也可呈其他形状，其角度选择成把波转换成沿反射阵列 36 传播的 HOHPS，然后该 HOHPS 反射成 VLCW 而横越基片，从



而在这两根不同轴线上出现双重波型，或用作其他用处。

换能器 18 响应驱动器 76 发出的驱动信号而把一 VLCW 传到基片 10 上沿阵列 28 的轴线传播。阵列 28 的反射元件把一份份 VLCW 反射成所选 HOHPS 波沿与 Y 轴线平行的许多路径传播到基片 10 的机加工成一反射边的边 32。基片 10 的边 32 把垂直传播其上的 HOHPS 波反射回阵列 28，阵列 28 转而把从边 32 返回的 HOHPS 波反射成 VLCW 而返回换能器 18。当沿反射阵列 28 的轴线传播的 VLCW 碰到反射边 46 时，边 46 沿第二阵列 36 的轴线反射 VLCW。

第二阵列 36 的反射元件把一份份 VLCW 反射成所选 HOHPS 波沿 - X 方向的许多平行路径传播到基片 10 的机加工成第二反射边的边 26。基片的边 26 把垂直传播其上的 HOHPS 波反射回第二反射阵列 36，反射阵列 36 转而把 HOHPS 波反射成 VLCW 传播到反射边 46。反射边 46 然后把该 VLCW 反射回换能器 18。换能器 18 传感反射回来的 VLCW 而生成一表示该 VLCW 的信号。

这种工作方式称为三重转换方式。在三重转换方式中，由换能器 18 生成的信号的振幅比图 3 所示换能器 20 生成的信号的振幅小，其差别示出在图 12 中。由于三重转换方式的局部灵敏性比单转换方式提高约 3dB，因此可不使用阈值装置 86，因为波通过吸收结构两次，从而更大比例的波能被吸收。应该看到，在该实施例中，换能器 18 设置在基片 10 的与较长反射阵列的轴线垂直的一边上，从而与 X 阵列和 Y 阵列有关的路径长度不重叠。

传感装置的第四实施例

图 19 示出本发明接触位置传感器的第四实施例，其中，在其上确定一接触的坐标的两轴线各有一同时用作发射和接受 VLCW 的换能器。该接触位置传感器的两轴线各有一反射阵列 28、34，其中，基片 10 的与反射阵列 28、34 相对的边 32、44 机加工成反射边。其线路与上述第二实施例相同。

应该看到，洛夫波为具有纵向表面波能分量、垂直波能分量和（沿垂直轴线）非均匀分布的切变波波能分量的复杂波。因此，洛夫波满足这样一种声波的条件，即具有与传播介质的表面平行的水平切变波分量，在与该表面垂直的轴线上体能密度不均匀，此外具有纵向表面能分量。因此，发射换能器可生成一轴向传播的洛夫波，它可

把一空间散射的洛夫波反射入基片的有效区，它还可以任何合适的方式被检测，包括把空间散射的洛夫波反射成一轴向传播洛夫波到一接受换能器上。事实上，若该基片为一均匀的压层板，则所有传播波由于基片的非均质性而具有洛夫波能量。本发明的原理可用来反射洛夫波，同时选择一特殊的洛夫波波型用作传感。此外，基片不必在整个面积上均匀，从而基片的有效区可支持洛夫波传播，而换能器四周的区域可支持另一种波的传播。当然，此时应小心防止不希望有的不连续性，不连续会减小波从基片的一区域到另一区域的耦合效率。

该基片为由 3mm 厚硼硅酸盐玻璃片 230 和 3mm 厚钠钙玻璃片 231 层压而成。它们用比方说光固化透明树脂粘接剂 232 层压在一起。当激发频率为 5.53MHz 时，硼硅酸盐玻璃片 230 的切变波速度为 328m/sec，而钠钙玻璃片 231 的切变波速度为 3350m/sec，其比为 0.98。该基片支持洛夫波传播。见 Auld, B. A., 声波场和固体中的波，卷II，第 95 - 99 页。

洛夫波为满足下列方程的非对称波：

$$\tan(k(t_s)b) = V_s' Z_s', \quad n\pi < k(t_s)b < n\pi + \pi/2 \quad \text{方程 5}$$

其中，n 为洛夫波的阶数。这些波的能量随着深度的增加而呈指数衰减，从而大部分体能密度集中在传播速度较慢的一面上，另一面的体能密度很低而对接触不敏感。这些波与切变波类似从而反射效率高。

另一基片用可用来把换能器楔形体粘接到玻璃基片上的优选粘接剂 Dymax 628 - T UV 型可固化粘合剂把 0.090" 厚钠钙玻璃和 0.100" 厚硼硅酸盐玻璃粘接而成。所制成的层压基片约为 7.6" × 10.8"。该层压基片以每分钟 20°C 的速率从室温加热到 100°C 进行测试。未见有脱胶、开裂或其他变化，只是由于各层的热膨胀系数不同而使基片成弓形。在 100°C 时，（热膨胀系数较低的）硼硅酸盐层位于凸面一边，在 10.8" 长度上的弯矢为 0.045"，接近理论值。

由 0.100" 厚硼硅酸盐玻璃层和 0.090 厚钠钙玻璃层层压而成的基片的前后表面接触灵敏性的预期比例为约 40d - B。

用作换能器的装在塑料楔形体上的压电元件用 Dymax 628 - T UV 型可固化粘接剂粘在基片的硼硅酸盐玻璃一边上。

应该看到，上述优选实施例只是例示性的，不应看成对只由后附权利要求限定的本发明范围有所限制。

图1A

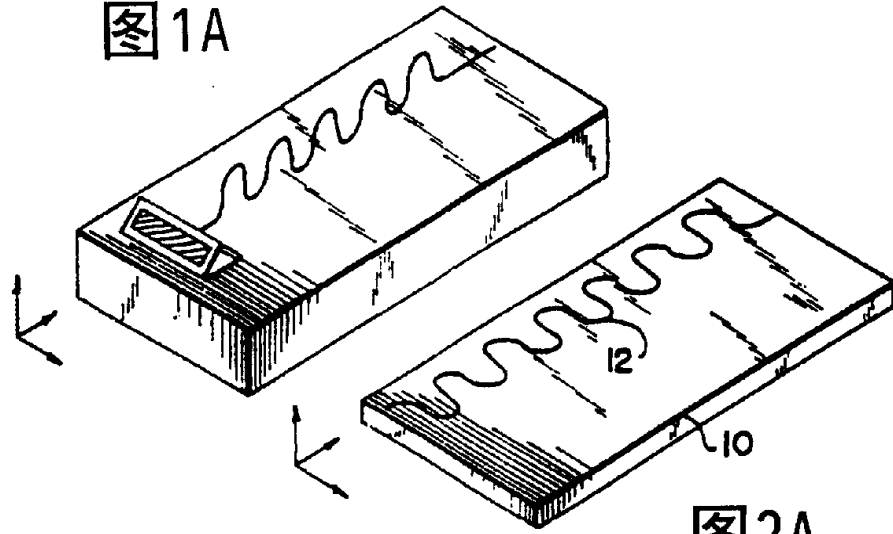


图2A

图1B

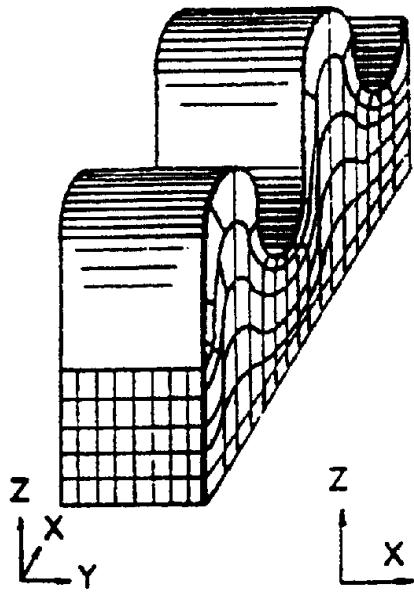


图1C

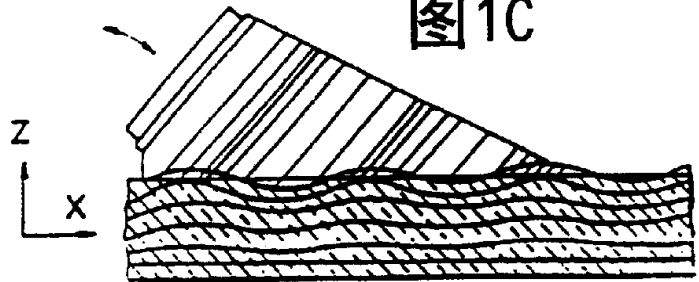


图 1D

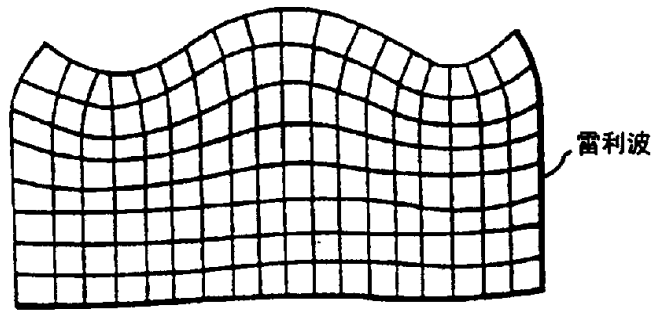


图 1E

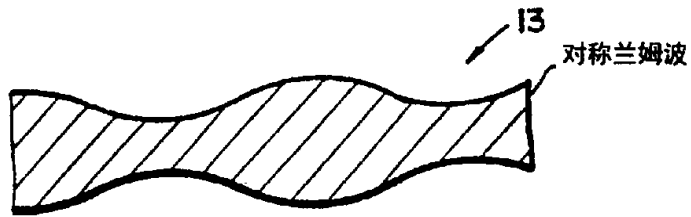


图 1F

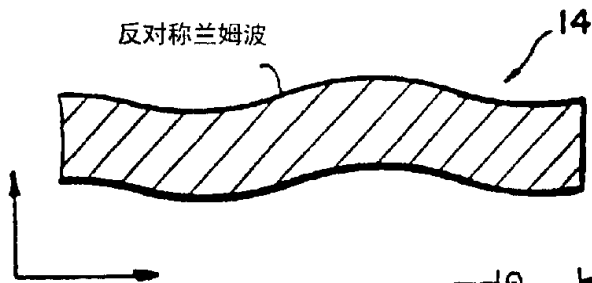


图 1G

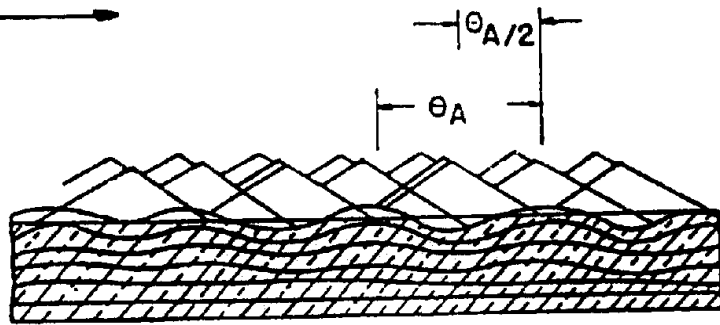


图 1H

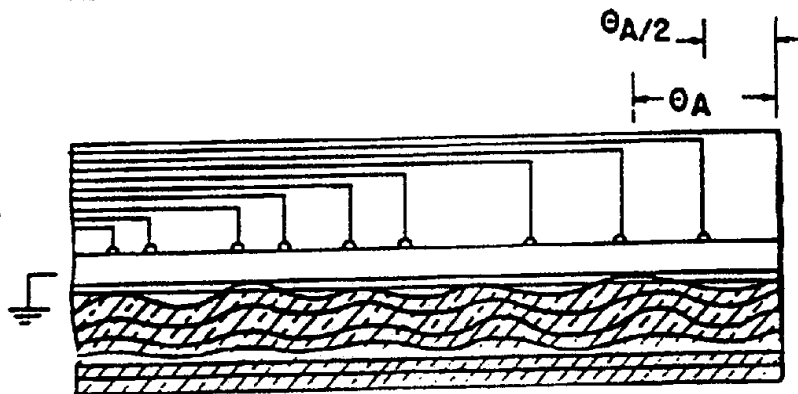


图2B

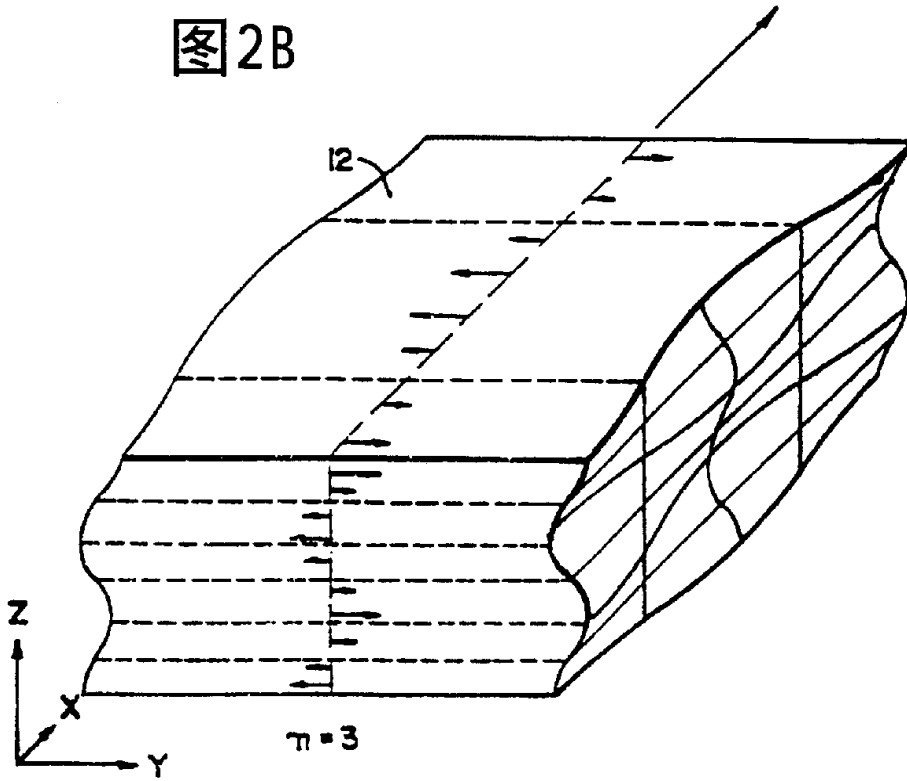


图3

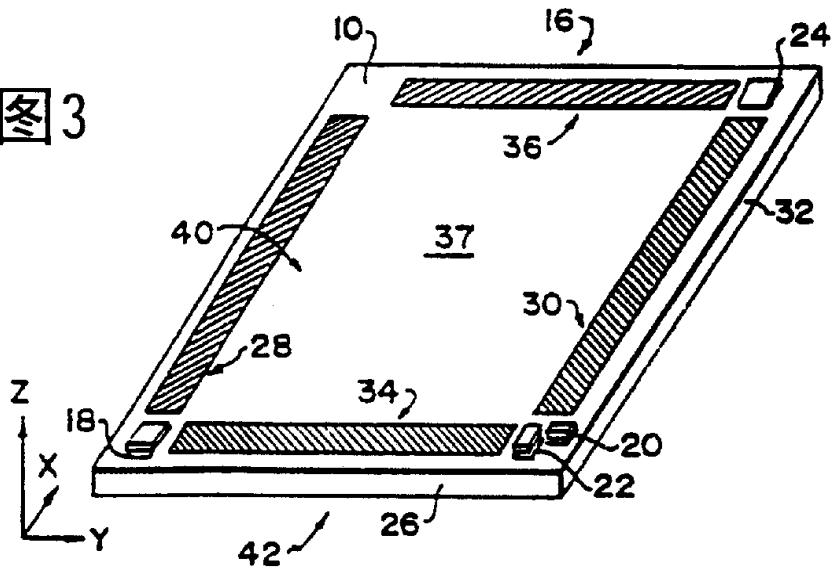


图4



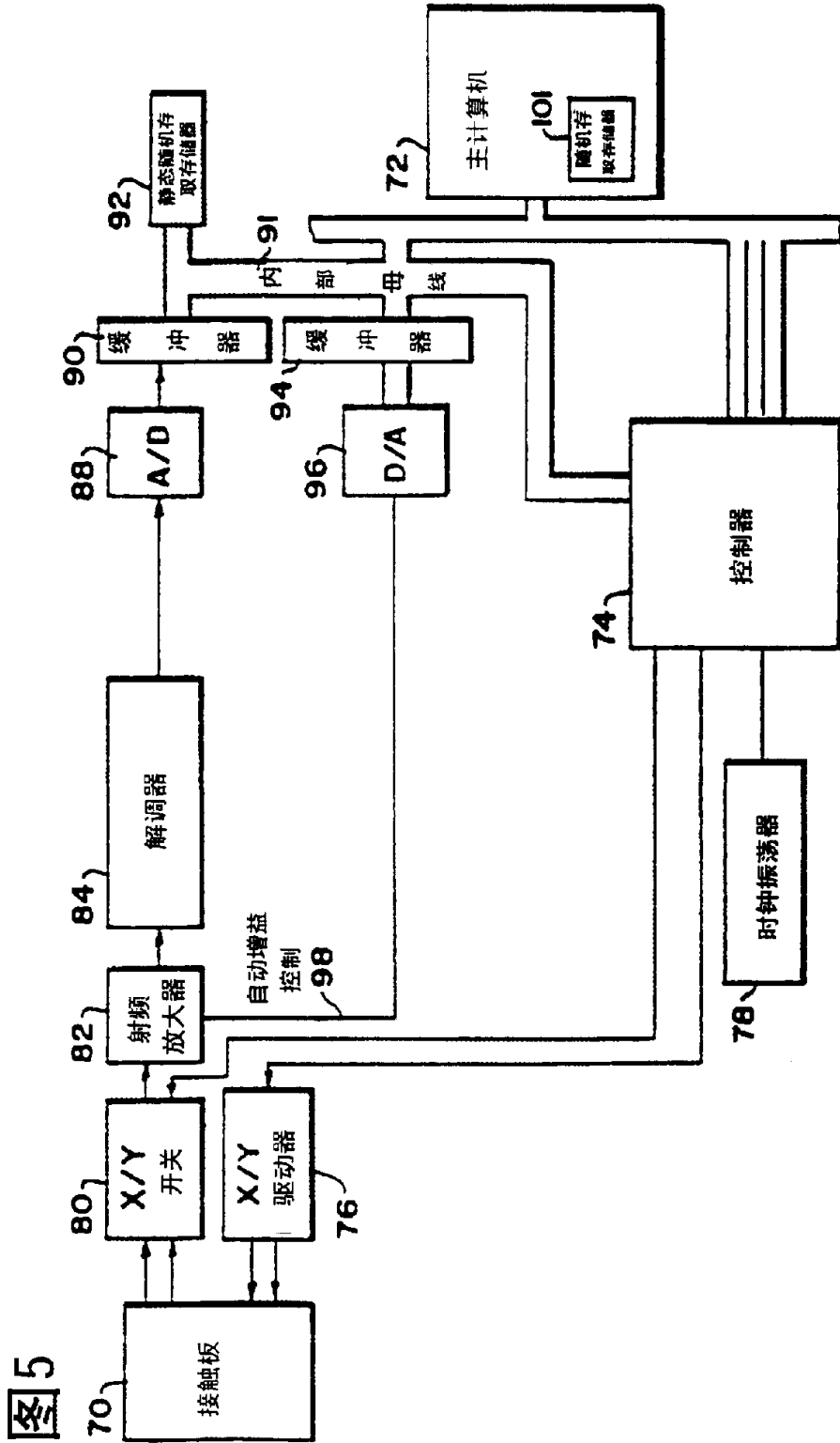


图5

图6

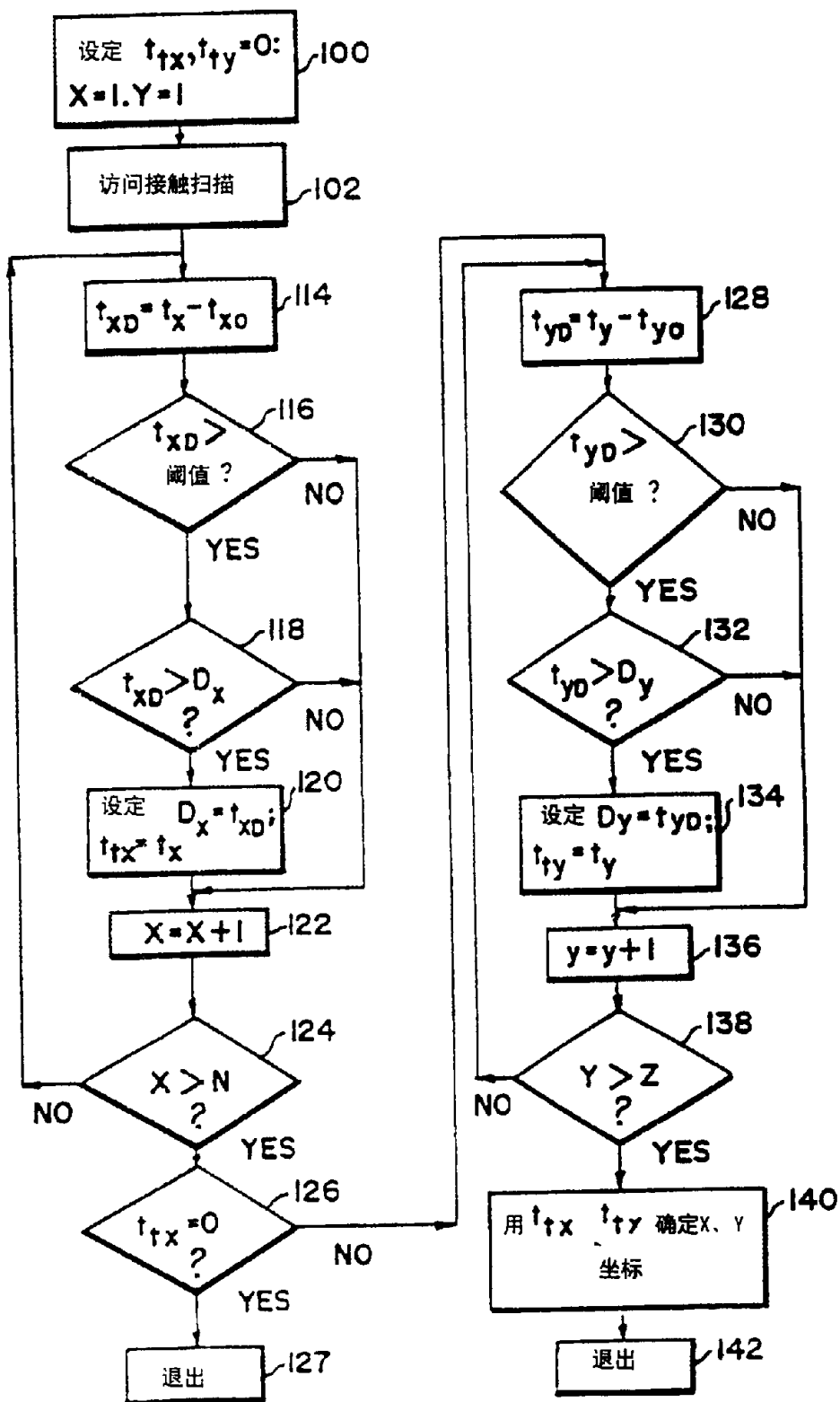


图7

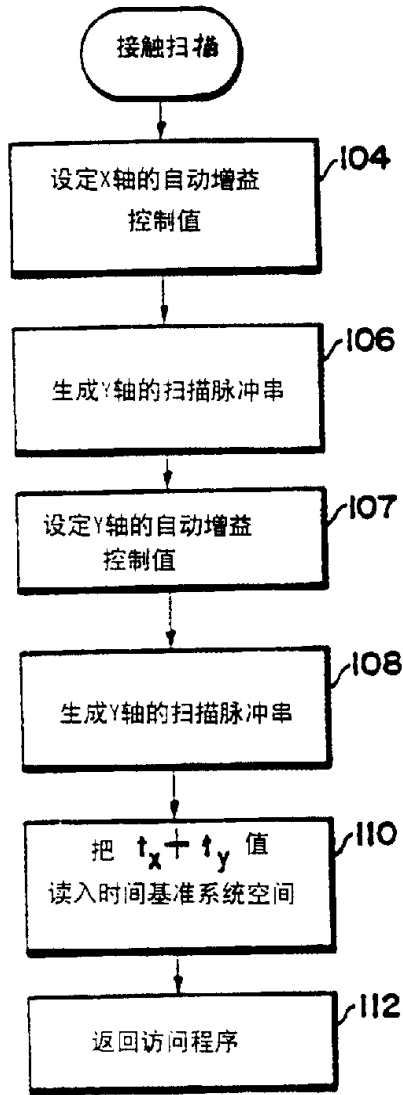


图8

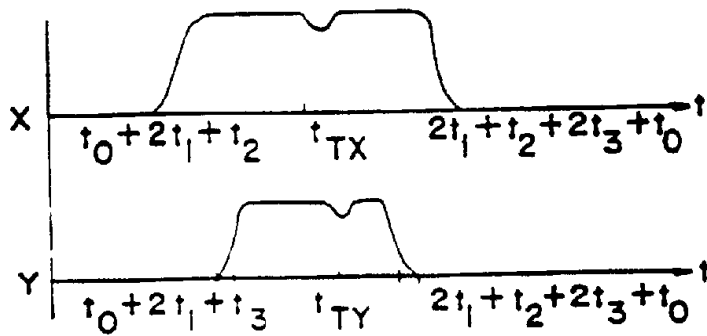


图 9

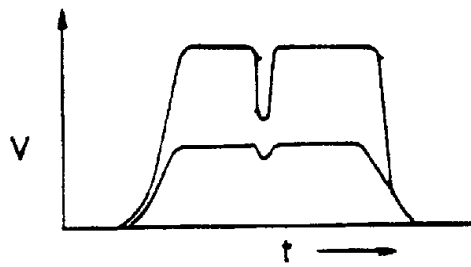


图 10

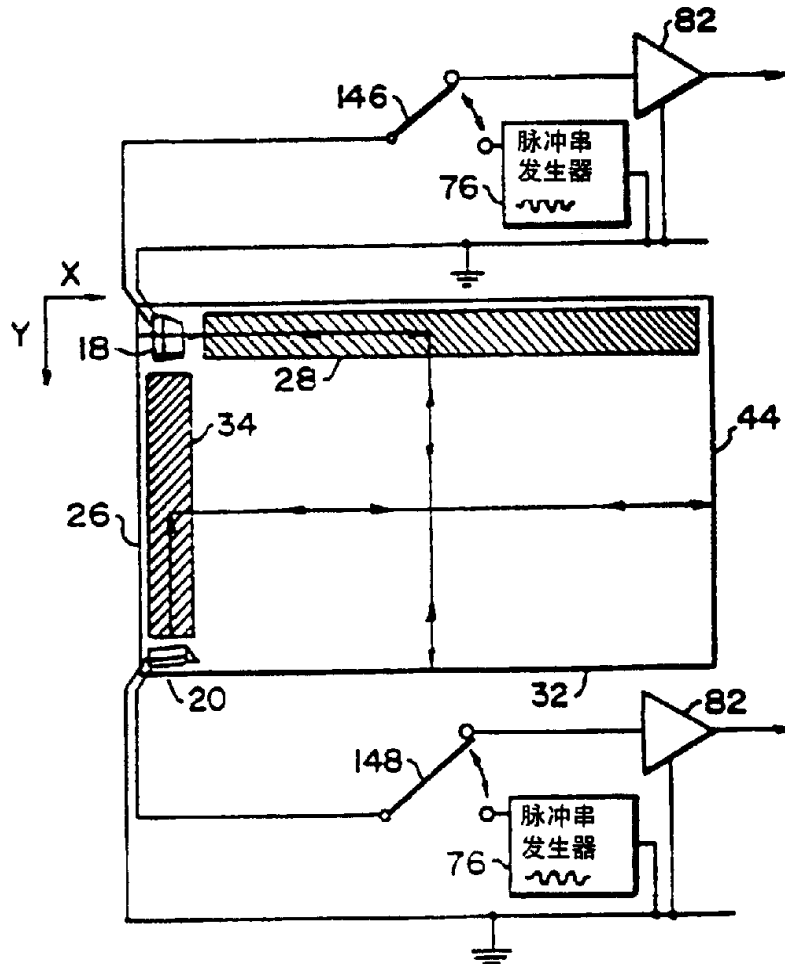


图 11

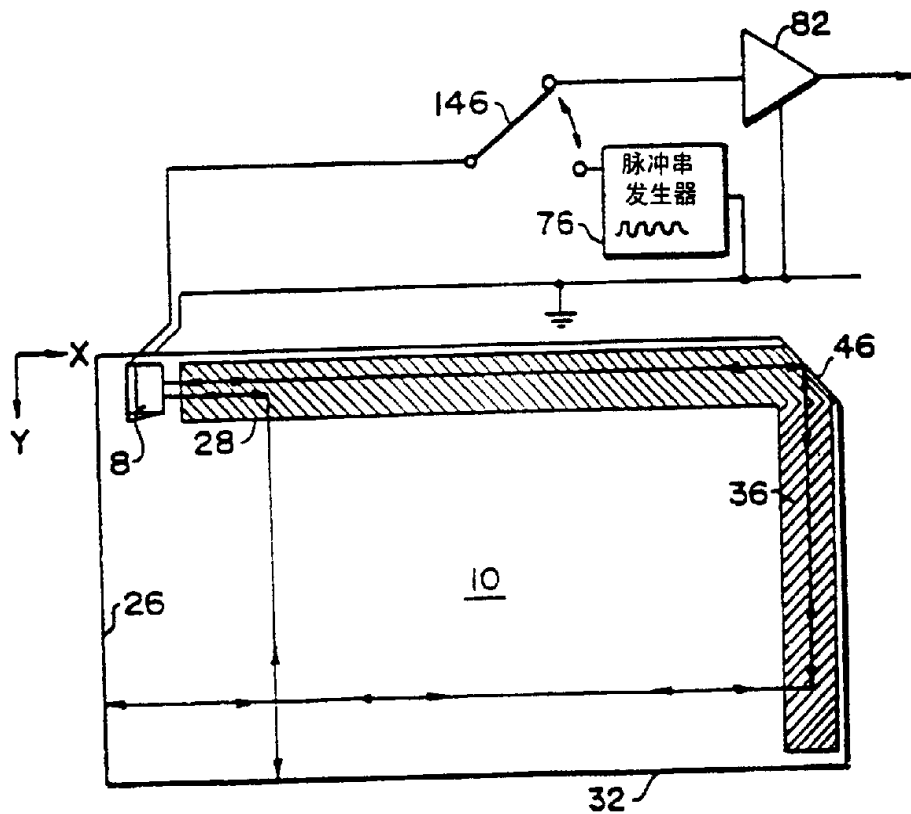


图 12

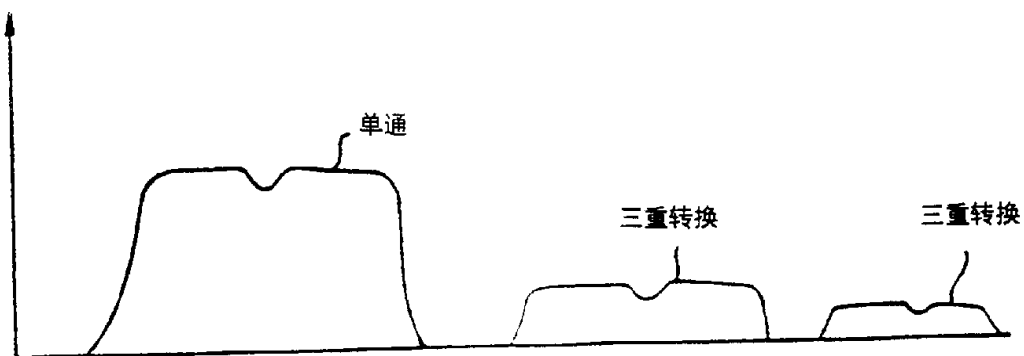


图13

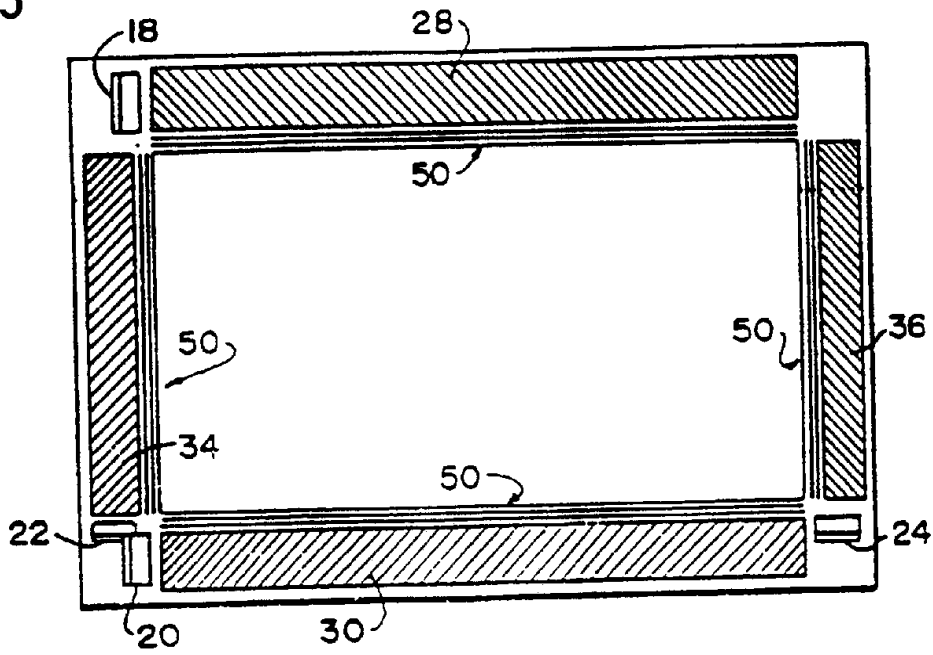


图14

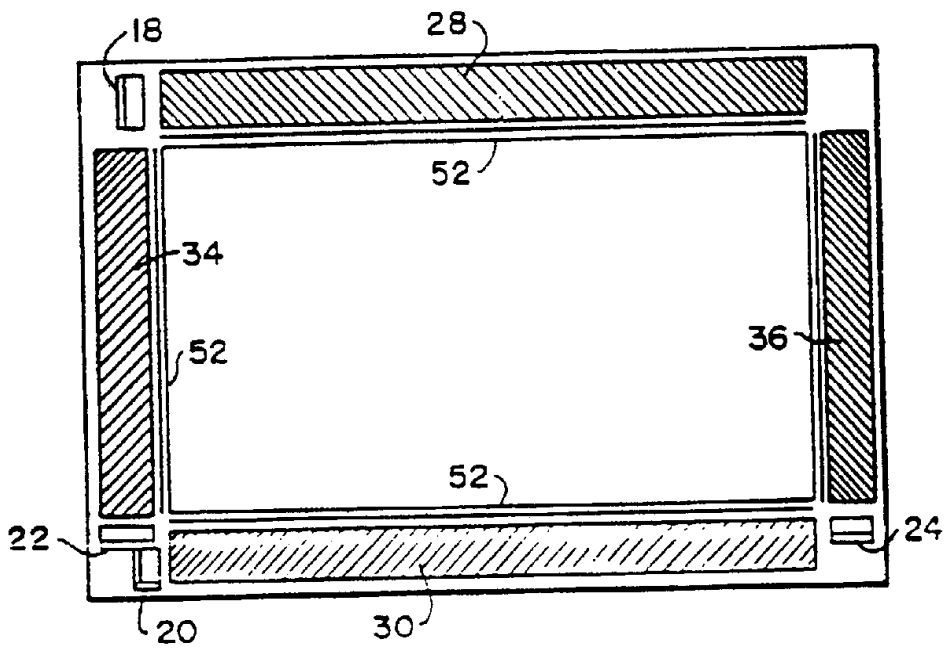


图 15

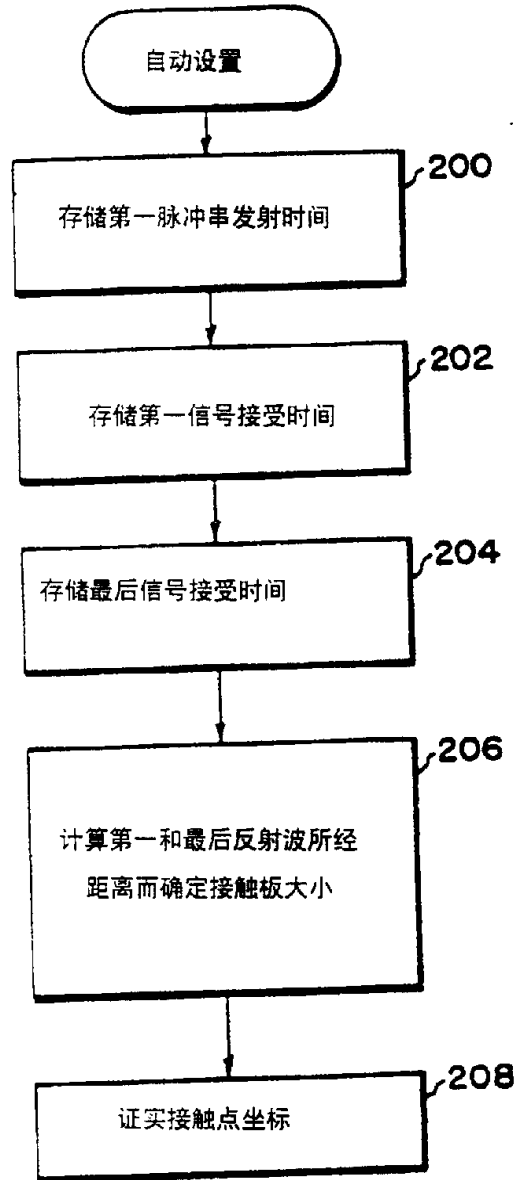


图 17

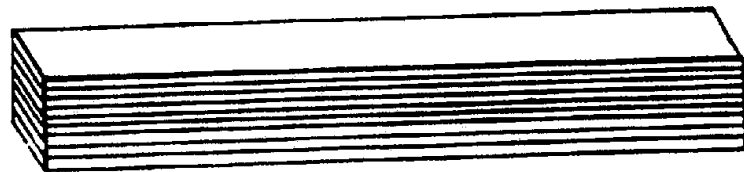


图 16

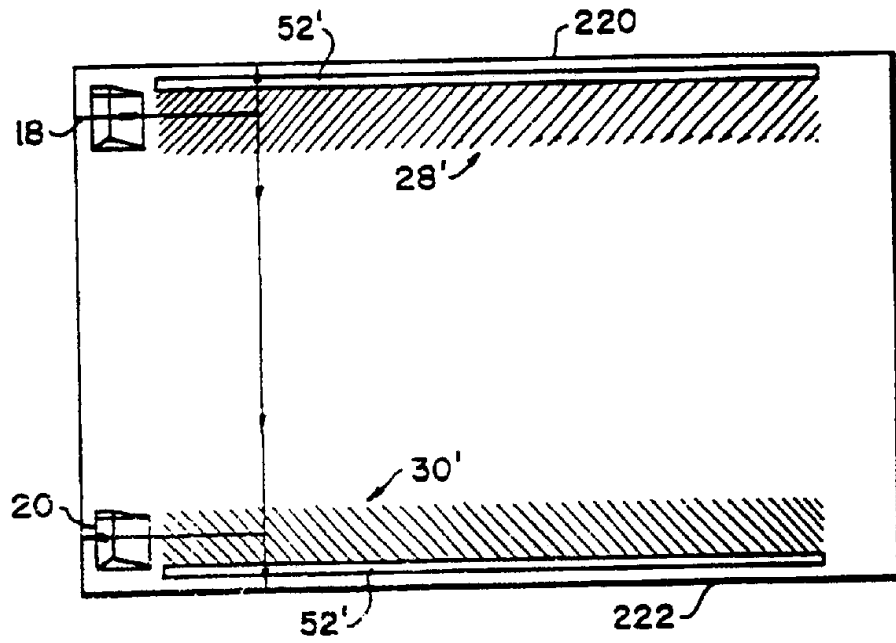


图 19

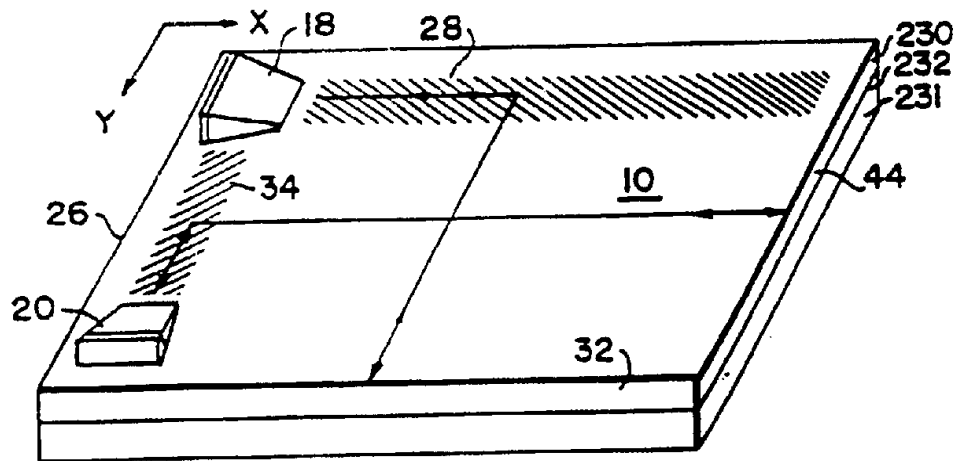


图18

