

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G11B 5/31

G11B 5/127

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94113426.1

[45] 授权公告日 2001 年 8 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 1069773C

[22] 申请日 1994. 12. 29 [24] 颁证日 2001. 5. 9

[21] 申请号 94113426.1

[30] 优先权

[32] 1993. 12. 29 [33] JP [31] 351628/1993

[73] 专利权人 索尼公司

地址 日本东京

[72] 发明人 山元哲也 大森广之

杉山康成 庄子光治

[56] 参考文献

EP 233086A2 1987. 8. 19 G11B5/31

审查员 张 景

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

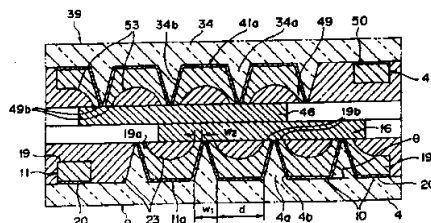
代理人 杜有文 叶恺东

权利要求书 3 页 说明书 18 页 附图页数 28 页

[54] 发明名称 磁头及其制造方法

[57] 摘要

将两个半头(9)与(39)固定在一起制成一个磁头,在半头的基板(1)与(31)上的玻璃层(4)与(34)中形成凹入部分(10)与(40),并在凹入部分中形成螺旋线圈图案(11)与(41)。线圈图案上复盖绝缘保护膜(23)与(53)。在线圈图案的内侧端部的位置的玻璃层(4)上形成多个斜面(4b、34b),借此形成多个凸出物(4a、34a)。线圈图案内侧端部位于凸出物(4a、34a)上,并在其上形成有金膜(16)与(46)。这些金膜互相连接,并将线圈图案(11)与(41)连接成一个线圈。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种磁头，其特征在于，它包括：

一对配套的基板，搭配在一起，且电气上通过分别配置在各基板上的连接用的各电气互连端子互连起来；

一个薄膜线圈，在其中一个基板上形成，该线圈具有一个绕制成线圈的导线部分，该导线部分的一端有一个内端子，该内端子用作其中一个所述连接用的电气互连端子；和

多个凸出部分，在一个基板的形成有所述内端子的位置，凸出部分的各个斜面与所述线圈所界定的平面相交，所述凸出部分将所述内端子支撑在高出所述平面的位置，从而使它与另一个基板在电气上互连，同时使所述线圈和另一个基板保持一定间距；

所述凸出部分支撑所述内端子，使该内端子处在所述被支撑在所述其中一个所述基板上的绕制成线圈的导线部分的上方。

2. 如权利要求 1 所述的磁头，其特征在于，各个凸出部分的总宽度为 1 微米至 10 微米，各凸出部分之间的间距为 1 微米至 10 微米。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的磁头，其特征在于，薄膜线圈的没有电气互连端子的各部位用绝缘膜覆盖住。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的磁头，其特征在于，除内端子外，薄膜线圈配置在相应基板上形成的一个凹口中。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的磁头，其特征在于，各配套基板上都形成有一个薄膜线圈，且这些薄膜线圈在电气上彼此连接，构成一个线圈。

6. 如权利要求 1 所述的磁头，其特征在于，各凸出部分的总宽度大于 1 微米。

7. 如权利要求 1 所述的磁头, 其特征在于, 各凸出部分之间的间距大于 1 微米。

8. 如权利要求 1 所述的磁头, 其特征在于, 凸出部分的截面大致呈三角形。

9. 如权利要求 1 所述的磁头, 其特征在于, 各凸出部分的斜面与线圈所界定的平面成 30 度至 90 度的角度相交。

10. 如权利要求 1 所述的磁头, 其特征在于, 各凸出部分的截面大致呈三角形, 凸出部分的斜面与线圈所界定的平面成 30 度至 90 度的角度相交。

11. 如权利要求 1 所述的磁头, 其特征在于, 各所述多个凸出部分的总宽度为 1 微米至 10 微米, 各所述凸出部分之间的间距为 1 微米至 10 微米, 各所述凸出部分的斜面与线圈所界定的平面成 30 度与 90 度之间的角度相交。

12. 如权利要求 11 所述的磁头, 其特征在于, 薄膜线圈的没有电气互连端子的部位都用绝缘膜覆盖住。

13. 如权利要求 11 所述的磁头, 其特征在于, 除内端子外, 薄膜线圈配置在相应基板中形成的一个凹口中。

14. 如权利要求 11 所述的磁头, 其特征在于, 各个配套基板上形成有一个薄膜线圈, 这些薄膜线圈彼此电连接, 构成一个线圈。

15. 如权利要求 11 所述的磁头, 其特征在于, 各凸出部分的截面大致呈三角形。

16. 如权利要求 1 所述的磁头, 其特征在于, 各所述多个凸出部分的部宽度为 1 微米至 10 微米, 各凸出部分之间的间距为 1 微米至 10 微米, 且各凸出部分的截面大致呈三角形。

17. 如权利要求 16 所述的磁头, 其特征在于, 薄膜线圈没有

19. 如权利要求 16 所述的磁头, 其特征在于, 各配套基板上都形成有一个薄膜线圈, 这些薄膜线圈彼此在电气上互连, 构成一个线圈。

21. 一种磁头的制造方法, 其特征在于, 它包括以下步骤:

制备一个薄膜线圈，在其中一个基板上形成，线圈具有一个绕制成线圈的导线部分，该导线部分一端有一个内端子，该内端子用作其中一个所述连接用的电气互连端子；和

通过所述凸出部分支撑所述内端子，使该内端子处在所述被支撑在所述其中一个所述基板上的绕制成线圈的导线部分的上方。

磁头及其制造方法

本发明涉及一种磁头及制造该磁头的方法，例如涉及一种适用于带式录象机或磁盘装置的磁头及制造该磁头的方法。

美国专利 4376337, 4532620, 4738021 及 4774755 公开了与本发明有关的现有技术。

在诸如带式录象机 (VTR) 等磁记录与再生设备中，为了改进画面质量而首先数字化以后再记录信号的数字记录正在进步，并且记录密度与记录频率正在增加以实现这种数字记录。

当磁记录采用较高的密度与频率时，对于用于记录与再生的磁头要求在高频上具有高输出与低噪声。例如在广泛地用作 VTR 的磁头并由镀有一层金属磁性薄膜的铁材料及线绕构成的所谓组合隙间金属 (compound metal-in-gap) 头中，磁头的感应是高的，并且由于感应引起的输出降低而在频区中的输出是低的，因此难于用这种磁头满意地执行数字图象记录，后者要求高频与高密度。

有鉴于此，采用通过薄膜形成工艺制成的所谓薄膜磁头作为能处理高频的磁头已加以研究。

一个薄膜磁头是通过用诸如光刻等薄膜形成法在两块陶瓷基板的每一块上形成一个螺旋线圈然后将两块基板合在一起而制成的。在连接时，螺旋薄膜线圈的端部电连接在一起而形成一个线圈。有必要在螺旋薄膜线圈中除了端部上的上述连接部分 (此后称作接触电

极)以外的区与基板的结合表面之间保留一个一定的距离,并从而在线圈之间互相保留一个一定的距离而绝缘。

因此,必须进行用离子碾磨或离子蚀刻降低接触电极以外的薄膜线圈区的上表面或者抬高事先形成低一个预定尺寸的薄膜线圈的接触电极部分这样的烦琐处理步骤。并且,上述连接是没有保证的。

另外,也可以只在一块基板上形成一个薄膜线圈而在另一块基板上形成一条连接在一个接线端上的内部连线,然后电连接薄膜线圈与内部连线;然而,在这一情况下也存在上面提到的相同问题。

本发明是有鉴于上述问题而设计的,本发明的一个目的为提供一种能够容易地形成薄膜线圈并且该线圈的电连接是有保证与高度可靠的磁头。

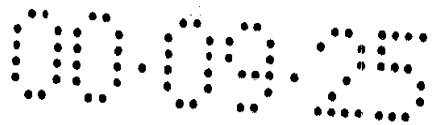
根据本发明的一种磁头,其特征在于,它包括:

一对配套的基板,搭配在一起,且通过分别配置在各基板上的连接用的各电气互连端子互连起来;

一个薄膜线圈,在其中一个基板上形成,该线圈具有一个绕制成线圈的导线部分,该导线部分的一端有一个内端子,该内端子用作其中一个所述连接用的电气互连端子;和

多个凸出部分,在一个基板的形成有所述内端子的位置,凸出部分的各个斜面与所述线圈所界定的平面相交,所述凸出部分将所述内端子支撑在充分高出所述平面的位置,从而使它与另一个基板在电气上互连,同时使所述线圈和另一个基板保持一定间距;

所述凸出部分支撑所述内端子,使该内端子处在所述被支撑在所述其中一个所述基板上的绕制成线圈的导线部分的上方。



在本发明中，最好用与形成薄膜线圈的表面斜交方向上的多个凸出表面形成间隔为1至10 μ m及宽度为1至10 μ m的多个凸出表面。

另外，在本发明中，薄膜线圈上连接部分以外的区上最好是复盖一层绝缘膜。

另外，在本发明中，薄膜线圈连接部分以外的区最好是布置在各基板上形成的一个凹入部分中的。

此外，在本发明中，最好在每一块基板上形成一个薄膜线圈并将这两个薄膜线圈电连接在一起构成一个线圈。

根据本发明所提供的一种磁头的制造方法，其特征在于，它包括以下步骤：

制备一对配套的基板，搭配在一起，且通过分别配置在各基板上的连接用的各电气互连端子互连起来；

制备一个薄膜线圈，在其中一个基板上形成，线圈具有一个绕制成线圈的导线部分，该导线部分一端有一个内端子，该内端子用作其中一个所述连接用的电气互连端子；和

形成多个凸出部分，在一个基板上的形成有所述内端子的位置，凸出部分的各个斜面与所述线圈所界定的平面相交，所述凸出部分将所述内端子支撑在高出所述平面的位置，从而使它与另一个基板在电气上互连，同时使所述线圈和另一个基板保持一定间距；

通过所述凸出部分支撑所述内端子，使该内端子处在所述被支撑在所述其中一个所述基板上的绕制成线圈的导线部分的上方。

图1A与1B示出按照本发明的一个较佳实施例的磁头的构造的剖视图；图1A是线圈图案部分的剖视图，而图1B则为图

1A 中 1b 部分的放大图;

图 2 为展示完工以前在线圈图案的内侧端部上的一层镀铜层的放大剖视图;

图 3 为展示完工后在线圈图案的内侧端部上的镀铜层的放大剖视图;

图 4 为展示线圈图案的内侧端部上的镀铜层及其上的一层金膜的放大剖视图;

图 5 为说明在玻璃层上形成凸出物的步骤的说明图;

图 6A、6B 与 6C 示出保护层上的隙缝的间隔与形成在玻璃层上的凸出物的形状之间的关系;图 6A 示出隙缝间隔大的情况,图 6B 示出狭缝间隔小的情况,而图 6C 示出隙缝间隔更小的情况。

图 7 为一对半头(head half)的平面图;

图 8A 与 8B 示出一对半头的剖面结构:图 8A 为图 7 中 VII a - VII a 线上的剖视图,而图 8B 为图 7 中 VII b - VII b 线上的剖视图;

图 9 为用在制造一个半头中的一块基板的透视图;

图 10 为展示在基板上执行的第一槽加工步骤的透视图;

图 11 为展示金属磁性膜的形成步骤的透视图;

图 12 为展示玻璃填充步骤的透视图;

图 13 为展示在基板上进行的第二与第三槽加工步骤的透视图;

图 14 为展示玻璃填充步骤的透视图;

图 15 为展示在基板上进行的第四与第五槽加工步骤的透视图;

图 16 为展示玻璃填充与整平步骤的透视图;

图 17 为图 16 中的 XV II 部分 (一个未加工完的半头) 的放大图;

图 18A 为图 17 的未加工完的半头的平面图, 而图 18B 则为其剖视图;

图 19A 为在玻璃层上设置有光刻胶的未加工完的半头的平面图, 而图 19B 则为其剖视图;

图 20A 为在玻璃层中开有凹入部分的未加工完的半头的平面图, 而图 20B 则为其剖视图;

图 21A 为设置有镀铜基膜的未加工完的半头的平面图, 而图 21B 则为其剖视图;

图 22A 为在基膜上设置有光刻胶的未加工完的半头的平面图, 而图 22B 则为其剖视图;

图 23A 为设置有镀铜膜的未加工完的半头的平面图, 而图 23B 则为其透视图;

图 24A 为在其上通过去掉上而没有镀铜层的基膜而形成一个线圈图案的未加工完的半头的平面图, 而图 24B 则为其剖视图;

图 25A 为在镀铜层上设置一层光刻胶的未完工的半头的平面图, 而图 25B 则为其剖视图;

图 26A 为已经去掉了不必要的镀铜层部分以后的未完工的半头的平面图, 而图 26B 则为其剖视图;

图 27A 为在凹入部分中设置有一层绝缘保护膜的未完工的半头的平面图, 而图 27B 则为其剖视图;

图 28A 为其表面整平后的未完工的半头的平面图, 而图 28B

则为其剖视图;

图 29A 为在其表面上形成了一层金膜的未完工的半头的平面图, 而图 29B 则为其剖视图;

图 30A 为在金膜上形成一层光刻胶的未完工的半头的平面图; 而图 30B 则为其剖视图;

图 31A 为金膜已构成图案后的未完工的半头的平面图, 而图 31B 则为其剖视图;

图 32 为展示一对未完工的半头沿其切割的线的透视图;

图 33 为展示一对半头如何固定在一起的透视图;

图 34A 为固定在一起的一对半头的透视图, 而图 34B 则为它们的剖视图;

图 35 为已去掉不必要部分的磁头的透视图;

图 36 为按照另一个较佳实施例的一对半头的平面图;

图 37 为沿图 36 中的 E-E 线的剖视图;

图 38 为类似于图 37 的按照另一个较佳实施例的已固定在一起的一对半头的剖视图; 以及

图 39 为类似于图 37 的按照又一个较佳实施例的已固定在一起的一对半头的剖视图。

下面参照附图描述本发明的一个较佳实施例。

本较佳实施例的磁头是通过将各用薄膜形成法在其上形成的一个螺旋形线圈图案的一块基板构成的一对半头固定在一起制成的。图 7 为这些半头的放大平面图, 图 8A 为沿图 7 中 VIII a-VIII a 线的剖视图, 而图 8B 则为沿图 7 中 VIII b-VIII b 线的剖视图。该磁头由一个半头 9 如图中箭头所示地固定在基本上与这半头 9 相同形状的一个

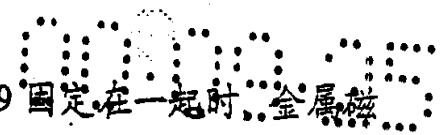
半头39上而构成的。

半头9具有下述构造：在一块陶瓷基板1上的一层玻璃4的表面上提供一个凹入部分10，并用薄膜形成法在凹入部分10的底面10a上形成一个线圈图案11。在线圈图案11的内侧端部11a附近有一个部分，其中没有凹入，并且构成后间隙3b的金属磁性膜部分3暴露在玻璃4的表面上。该金属磁性膜3是埋藏在从构成后间隙3b到基板一端的玻璃4中的，基板的这一端形成构成前间隙3a的一个部分。

一个接线端部分12从线圈图案11的外侧端部延伸到基板1的另一端，另一个离开线圈图案11的接线端部分13与接线端部分12平行地设置。金属磁性膜3是形成在基板上设置的一条槽的一个斜表面上的，该槽将在后面讨论。

一块金膜14粘接在凹入部分10的外侧的玻璃上，一块金膜15在金属磁性膜3的后间隙部分3b上，一块金膜16在线圈图案11的内侧端部11a上，一块金膜17在连接线圈图案11的接线端部分12的部分上，一块金膜18在接线端部分13的内侧端部上。用填入凹入部分10中的一层绝缘保护膜23复盖线圈图案11。线圈图案的内侧端部11a暴露在绝缘保护膜23的表面上，并且金膜16是粘接在这一暴露的内侧端部11a上的。

半头39在接线端部分12与13的位置上设置有连接部分42与43（短于接线端部分12与13）用于连接接线端部分12与13，并且半头39短于半头9。半头39的其余部分具有与半头9相同的构造。构成半头39的部件用在半头9的对应部件的参照数字上加上30得到的参照数字示出。



从图 7 与图 8 可以理解, 当半头 9 与 39 固定在一起时, 金属磁性膜 3 与 33 形成闭合的磁路, 并且金膜 14 与 44 形成一个前间隙, 而金膜 15 与 45 则形成一个后间隙。线圈图案 11 与 41 通过金膜 16 与 46 互相连接构成一个单一的线圈。

通过接线端部分 12 输入的电流流经线圈图案 11、金膜 16 与 46、线圈图案 41 及连接部分 42 上的金膜 47 到接线端部分 13。电流也在反方向上流过。金膜 17 与 48 对于线圈图案的电连接是没有必要的, 但对防止半头 9 与 39 固定在一起时的不稳定性有所帮助。

在这一较佳实施例中应注意的地方是在玻璃层 4 与 34 中在线圈图案 11 与 41 的内侧端部 11a 与 41a 的位置上设置了小的凸出物。这一点将参照图 1 至图 6 详细说明。

图 1A 是与包含一对固定在一起的半头的一个磁头的图 8B 对应的放大剖视图, 而图 1B 则是图 1A 中用虚线所示的部分 Ib 的放大视图。

线圈图案 11 是形成在半头 9 的玻璃层 4 中的凹入部分 10 中的, 并且线圈图案 11 除了其内侧端部 11a 以外是用一层绝缘保护膜 23 复盖的。多个具有三角形截面与宽度 W_1 的凸出物 4a 以互相间隔 d 形成在玻璃层 4 上线圈图案 11 的内侧端部 11a 所在的位置上。

线圈图案 11 包括用电镀方式镀在包含氧化铝、铬与铜并按此次序叠层形成的基膜 20 上的铜镀层 19。线圈图案 11 的内侧端部 11a 的铜镀层 19a 具有随着形成在玻璃层 4 中的多个凸出物 4a 构成的脊隆起的形状。绝缘保护膜 23 便是填充在这些脊之间的凹入部分中的。

金膜 16 是粘接在铜镀层 19a 上的, 并且铜镀层 19a 与在其上表

面上的多个位置上复盖宽度 W_2 的金膜 16 接触。由于在线圈图案 11 的内侧端部 11a 上, 铜镀层 19a 是形成在由玻璃层 4 的凸出物 4a 构成的脊状表面上的, 在这一区中的铜镀层 19a 的上表面 19b 是高于铜镀层 19 的其余螺旋部分的。

如上所述, 半头 9 是固定到另一个半头 39 上来构成磁头的, 构成半头 39 的部件是由在半头 9 的对应部件的参照数字上加上 30 所得出的参照数字示出在图中的。通过在压紧在一起的同时将半头 9 与 39 加热到 200 至 400°C 而将它们固定在一起。

以这一方法, 只要简单地将线圈图案 11 与 41 的内侧端部 11a 与 41a 制造得比线圈图案的其余部分高, 便能保证线圈图案 11 与 41 的内侧端部 11a 与 41a 之间通过金膜 16 与 46 的电连接, 并且其可靠性是高的。

如果玻璃层中的凸出物 4a 与 34a 的宽度 W_1 及间隔 d 均小于 $1\mu\text{m}$, 则凸出物太精细且难于充分地抬高线圈图案内侧端部 11a 与 41a, 而当它们均超过 $10\mu\text{m}$ 时, 则凸出物显得太少并且接触金膜 16 与 46 的区域 (宽度 W_2 的整数倍) 也太小; 在以上两种情况下, 电连接是不能令人满意的。使凸出物的斜面 4b 与凹入部分 10 的底面 10a 构成的角 θ 大于 30° 及小于 90° 非常适合于产生上述效果。

下面描述在玻璃层中形成三角形截面的凸出物的一种方法。

当将玻璃层上的光刻胶制成带缝隙的图案并通过离子研磨形成凸出物时, 理想上, 基本上垂直于玻璃层 4、34 的主表面的壁面 (如图 5 中所示) 将形成在光刻胶的缝隙下方。然而, 实际上这并不出现, 而是形成斜坡的壁面, 得到的是基座形的凸出物, 如图 6A 中所示。当光刻胶中的漆隙间的距离变小时, 凸出物变成图 6B 中所示的窄基

座,然后变成图 6C 中所示的三角形截面。

如图 2 中所示,当在基膜 20 与 50 上形成铜镀层 19 与 49 时,铜镀层 19 与 49 采取依照凸出物 4a 与 34a 形成的脊状表面的形状。然后将绝缘保护膜 23 与 53 填充进铜镀层 19 与 49 的凹入部分,并整平表面,如图 3 中所示。接着,将金膜 16 与 46 粘接在铜镀层 19 与 49 上并制成图案,如图 4 中所示。在上述表面整平工艺中不论表面切割的深度多大,在表面上总有铜镀层存在。这是因为在电镀工艺中,铜镀层形成在凸出物 4a 的斜面上。

以这一方法,在线圈图案的内侧端部上,铜镀层形成为好象是堆起的一样。此外,这一工艺只包含上述简单操作。

下面描述本较佳实施例的磁头的制造工艺。

首先,如图 9 中所示,制备一块平板形基板 1。基板 1 可由诸如铁等磁性材料制成,但从例如防止多通道应用中的交扰及减小磁头的阻抗的观点上,最好用诸如钛酸钾这样的非磁性材料。

当然不仅上述钛酸钾,也能使用其它各种非磁性材料;其中包括钛酸钙、钛酸钡、氧化锆(锆氧)、氧化铝、碳化铝钛、 SiO_2 、 $\text{MnO} - \text{NiO}$ 混合烧结材料、铁酸锌、晶化玻璃及高硬度玻璃。

接着,如图 10 中所示,在基板 1 的主表面 1a 上进行第一槽加工工艺。进行这一槽加工工艺是为了在稍后的步骤中形成的金属磁性膜能够相对于基板 1 的主表面 1a (这便是磁隙形成表面) 成一个角度。从而,第一槽 2 是在深度方向上以预定的斜面 2a 形成的。

进行完上述槽加工之后,在包括槽 2 (以及尤其是在上述斜面 2a 上) 在内的基板 1 的整个主表面 1a 上形成金属磁性膜 3,如图 11 中所示。诸如真空镀膜或喷镀等各种薄膜形成工艺可用作形成金属磁

性膜3的方法。

任何具有高饱和磁通量密度与良好的软磁性特征的材料都可用于金属磁性膜3,其中包括晶体合金诸如Fe-Al-Si合金(尤其是铝硅铁粉)、Fe-Al合金、Fe-Si-Co合金、Fe-Ga-Si合金、Fe-Ga-Si-Ru合金、Fe-Al-Ga合金、Fe-Ga-Ge合金、Fe-Si-Ge合金、Fe-Co-Si-Si合金及Fe-Ni合金等。

作为替代,也能使用非晶体合金诸如包含元素Fe、Co、Ni中一种或多种及元素P、C、B、Si中一种或多种的合金所例示的金属-准金属非晶体合金,或者具有这些元素作为主要成分并包含Al、Ge、Be、Sn、In、Mo、W、Ti、Mn、Cr、Zr、Hf或Nb的合金、及具有稀土元素与Co、Hf、Zr等过渡金属作为它们的主要成分的金属-金属非晶体合金。

接着,在将玻璃4填充进形成在基板1上的第一槽2中并整平表面之后,如图12中所示,用切割工艺形成与第一槽2正交的第二槽5与第三槽6,如图13中所示。

第二槽5对应于普通块状磁头的线圈槽,并且是为了设定早先形成的金属磁性膜3的前侧深度与后侧深度及使金属磁性膜3构成的磁路成为一个闭环而形成的。第三槽6是为了清除磁头最终组装后成为不需要的金属磁性膜3而设置的。

接着,如图14中所示,将玻璃4填充进第二槽5与第三槽6中,并将主表面1a整平。

然后,如图15中所示,用切割工艺形成与第一槽2平行的第四槽7与第五槽8。这里,第四槽7形成为使它们与形成在槽斜面2a上的金属磁性膜3的一条边接触,并控制金属磁性膜3的邻接宽度,即

道宽度。第五槽8是为清除位于槽2的底面上的不必要的金属磁性膜3而设置的。

接着,如图16中所示,将玻璃4填充进第四槽7与第五槽8中,并整平表面。

用上述步骤形成由金属磁性膜3构成的磁路部分。图17示出从图16中取出与放大的(从不同角度观察的)与一个单独的磁头(以虚线示出的部分XV II)对应的一个部分。下面描述在图17中用虚线示出的区XV III中形成一个线圈的方法。

图18与图17一样,为基板1上对应于一个单独的磁头的部分的放大图;图18A为展示图17中用虚线示出的矩形区XV III的进一步放大的平面图,而图18B则展示沿图18A中的虚线的剖面(在以下的图中也是这样)。

如图18A中所示,金属磁性膜3在两个分离的位置上出现在磁隙形成表面上;中心位置部分是后间隙部分3b,而用槽5与这一后间隙部分3b隔开的部分则为前间隙部分3a。两个部分都是如图18B中所示斜向形成在基板1上的。后间隙部分3b是被填充进各槽中的玻璃4包围的。

在这一玻璃层4上用光刻法形成大致上与线圈的外形相当的一个保护层61,如图19中所示。此时,在对应于线圈图案内侧端部的保护层61部分上开有多条隙缝61a。

然后,如图20中所示,用离子研磨进行选择性地蚀刻来形成与线圈的外形对应的凹入部分10,并洗掉光刻胶60。

这里,由于在上述离子研磨中所蚀刻的为玻璃4,因此凹入部分10是以良好的精度形成的。并且,在上述保护层中的隙缝61a之间

形成三角形截面的凸出物 4a。各种基板经过两个小时离子碾磨后得到的凹入部分的深度及凹入部分的底表面粗糙度示出在下表中。作为替代,可提供多个小直径透孔来代替保护层中的隙缝。在这一情况中三角形截面的凸出物将是岛形的。

表

基 板	深 度	粗糙度
TiO-CaO	2.0 μm	50nm
单晶铁酸MnZn (Monocrystalline MnZn Ferrite)	2.2 μm	20nm
SiO-PbO-B ₂ O ₃ 玻璃	4.3 μm	10nm

从上表中可以看出,为了以良好的精度,较深地形成线圈部分的凹入部分 10,最好采用玻璃。

除了上述离子碾磨,也能使用化学侵蚀、活性离子蚀刻、粉末束蚀(powder beam etching)等作为形成凹入部分 10 的方法。由于这些方法物理或化学地断开被蚀刻部分的原子,因此当被蚀刻的部分为多晶体时,断开的原子的比率随着晶粒差而不同,便难于形成一个平坦的凹入部分 10;然而,如果材料是诸如玻璃等非晶体材料,便有可能形成平坦的凹入部分 10。用机械加工难以在所需之处形成空间(凹入部分)。

接着,如图 21 中所示,通过喷镀在整个表面上形成构成线圈图案的铜镀层的基底的基膜。基膜 20 是通过形成一层氧化铝膜(0.2 μm 厚)、一层铬膜(0.01 μm 厚)及一层铜膜(0.2 μm 厚)的次序制成的,但在图中未示出这种分层结构。

然后施加一种光刻胶,并按照要形成的线圈图案制成图 22 中所示的图案。在图 22 中,参照数字 62 表示制成图案后的光刻胶。

接着,使用光刻胶 62 作为掩膜进行镀铜,借此形成一层厚度大约为 $3.5\mu\text{m}$ 的铜镀层 19,并将光刻胶 62 洗掉,如图 23 中所示。

然后,如图 24 中所示,用离子碾磨除去在上面没有铜镀层 19 的基层 20,从而完成了线圈图案 11。此时,铜镀层 19 起掩膜的作用。

接着,如图 25 中所示,施加一层光刻胶 63,并将其制成图案而使其留在不想蚀刻掉的区域上。

然后将基板浸入氯化铁溶液中,借此用化学浸蚀去掉不必要的铜,而留下包含铜镀层 19 的线圈图案 11。可采用离子碾磨、活性离子蚀刻或粉末束蚀刻之类代替化学浸蚀来进行铜镀层的不必要部分的清除。

接着,施加一种绝缘保护材料,并如图 27 中所示那样将其制成图案,从而将它保留在凹入部分 10 中,借此,线圈图案 11 受到绝缘保护膜 23 的保护。在本较佳实施例中,采用一层光刻胶作为绝缘保护材料并通过加热至 200 至 400°C 加以硬化而成为绝缘保护膜 23。

然后用抛光整平表面,并且如图 28 中所示,借此暴露在线圈图案 11 的内侧端部 11a 上的铜镀层。

接着,通过喷镀到间隙长度一半的厚度而形成用于构成磁隙的非磁性膜 74,如图 29 中所示。该非磁性膜 74 是按钛、金的次序形成到 $0.1\mu\text{m}$ 的总厚度的。

然后将一层光刻胶施加在非磁性膜 74 上并制成图案,使光刻胶 64 留在线圈图案 11 的内侧端部 11a、金属磁性膜 3 的后间隙部分 3b 及凹入部分 10 的外侧区(形成前间隙的部分)上,如图 30 中所示。

然后用光刻胶 64 作为掩膜进行离子研磨,借此清除金膜(非磁性膜)的不必要部分。以这一方法,如图 31 中所示,留下凹入部分 10 的外侧的区域上的金膜 14 (包含前间隙形成区),后间隙形成部分上的金膜 15,线圈图案 11 的内侧端部 11a 上的金膜 16,接线端部分 12 上的金膜 17 及接线端部分 13 上的金膜 18。

接着,如图 32 中所示,分别沿线 A-A、B-B 及 C-C、D-D 切出在上述方法中制成的半头 9 及用相同的工艺制成的半头 39。这一切割如上面参照图 7 所提及的,半头 39 的连接部分 42 与 43 短于半头 9 的接线端部分 12 与 13。

接着将切成图 32 中的预定尺寸的半头 9 与 39 如图 33 中所示那样固定在一起,借此制成图 34 中所示的未完工的磁头。图 34A 为未完工的磁头的透视图,而图 34B 则为通过线圈内侧端部 11a 的一条线上的剖视图。上述固定,如早些时候所描述过的,是在 250 至 300°C 上通过热压进行的。

然后切掉未完工的磁头的不必要侧边部分,并借此得到图 35 中所示的磁头。

在图 18 至图 34 中所示的步骤的描述中,讨论了一个单一的半头;但是实际上,上述工艺是在一块包含一组图 16 中所示的多个半头的板形工件上进行的,并通过切开这一工件而最终得到单个的未完工的半头。

如上所述,在按照本实施例的一个磁头中,由于线圈图案的内侧端部是形成在玻璃层中由凸出物形成的脊状表面上的,这一端部是高于线圈图案的其余部分的。结果,该对线圈图案的内侧端部便能容易与可靠地连接在一起,而保证了高生产率与高可靠性。

并且在这种磁头中，由于在后间隙周围形成与线圈图案的形状相对应的形状的凹入部分，并且线圈图案是形成在这一凹入部分中的，没有在磁记录介质于其上方滑动的表面上形成不必要的开口(孔)，也不必要用玻璃来填充任何这种开口。结果，消除了由填充玻璃引起的薄膜线圈图案的破裂及短路。

并且在这种磁头制造工艺中，由于是在事先用离子研磨形成的凹入部分中形成线圈图案之后再进行邻接表面(即磁隙形成表面)的整平的，因此保证了良好的间隙精度。

除了光刻胶以外，还可采用诸如玻璃、氧化铝与氧化硅等氧化物、氮化硅等氮化物这类稳定的绝缘材料作为绝缘保护膜的材料。当采用其中之一时，通过喷镀到6至8 μm 的厚度形成一层膜，然后整平其表面。

在一个作为比较的实例中，作了下述改变：在上述较佳实施例中参照图19与图20描述的形成凹入部分的步骤中，用离子研磨形成深度大约为4.5 μm 的一个凹入部分而不在保护层中设置隙缝；在上述较佳实施例中，参照图23描述的形成铜镀层的步骤中，将铜镀层形成成为大约5 μm 的厚度；在上述较佳实施例中参照图31描述的制成金膜的图案的步骤中，去除了不必要的部分(包含绝缘保护膜与内侧端部的线圈图案的上方部分的0.5至1 μm 厚的部分)。

在这一实例中，清除了线圈图案上的绝缘保护膜使之不复存在。因此，需要若干另外的步骤来用一层绝缘保护膜重新复盖线圈图案并升高构成使线圈图案与另一个线圈图案电连续的的部分的内侧端部。

在上述较佳实施例中，在两块基板上都形成薄膜线圈图案；然

而,也可以只在一块基板上设置一个线圈图案,而在另一块基板上设置一条内部连线。这便是,设置在这一基板上的线圈图案的内侧端部与一个接线端部分(接线端部分不在这块基板上连接到线圈图案上)是用设置在另一块基板上的一条内部连线电连接的。

图 36 为展示以这一方法构成的半头的与图 7 相似的平面图,图 38 与图 39 为两个半头固定在一起后沿图 36 的 E-E 线的剖视图。

在图 37 的实例中,用在上述较佳实施例中的半头 9 是用作半头之一,而用参照数字 101 所示的半头则用作另一个半头。

在半头 101 中,通过在玻璃层 102 中的凹入部分 103 内部进行电镀而设置一条 L 形铜内部连线 104, 用金膜 105 与 106 将它连接到半头 9 的金膜 16 与 18, 并通过内部连线 104 将接线端部分 13 连接到线圈图案 11 的内侧端部 11a。在内部连线 104 上复盖一层绝缘保护膜 108。在图 37 中,参照数字 107 表示一块金膜,它与金膜 14 一起构成一个磁隙。

在图 38 中的实例中,用在上述较佳实施例中的半头 9 是用作半头之一的,并且用以参照数字 111 所示的一个半头作为另一个半头而不用图 37 中所示的实例中的半头 101。

在半头 111 中,在玻璃层 112 中不设置凹入部分,在玻璃层 112 上的铜内部连线 114 上没有金膜而是直接与半头 9 上的金膜 16 与 18 相连的。在图 38 中,参照数字 114a 表示用于与金膜 14 一起构成一个磁隙的铜底层。此外,本实例与图 37 中所示的实例相同。

在图 39 中所示的实例中,用参照数字 131 与 121 示出的半头是用来代替图 37 中的半头 9 与 101 的。

在半头 131 的玻璃层 132 上不设置任何凸出物,将线圈图案

141 的表面制成平的, 并且在线圈图案 141 上不复盖绝缘保护膜 153。

在半头 121 的玻璃层 122 中设置凹入部分 123, 并在玻璃层中面对线圈图案 141 的内侧端部 141a 的连接部分及半头 131 的接线端部分 148 的位置上, 分别形成凸出物 122a 及 122b。结果在玻璃层 122 上这些位置上的铜内部接线 124 的部分便凸出在铜内部接线之外, 并且布置在这里的金膜 125 与 126 分别与线圈图案内侧端部 141a 与接线端部分 148 相连。

图 36 至 39 中实例有下述优点, 当薄膜线圈中少数匝数便足够时, 半头之一的结构可以简化。

上面描述了本发明的一个较佳实施例, 但在本发明的技术概念的基础上可对这一较佳实施例作出各种修正。

例如, 上述以外的适当材料与形状可用作磁头的组成部分。并且, 除了 VCR 的磁头, 本发明也能应用在声频及其它用途的磁头上。

在本发明中, 由于在对应存在于一对基板之间的薄膜线圈的电连接部分的基板位置上, 形成了多个与形成薄膜线圈的表面斜交方向上的表面, 便在由这些斜面形成的脊状表面上形成薄膜线圈或连接在薄膜线圈上的电连接部分。

结果, 由于电连接部分的表面高于其它导电部分, 并且在处理后的表面上永远存在着一个导电层, 因而电连接是牢固的, 在电连接部分以外的地方不存在短路, 并且可靠性是高的。

没有必要使用任何独立的步骤使电连接部分的表面升高, 并且制造是简单的。

图 1A

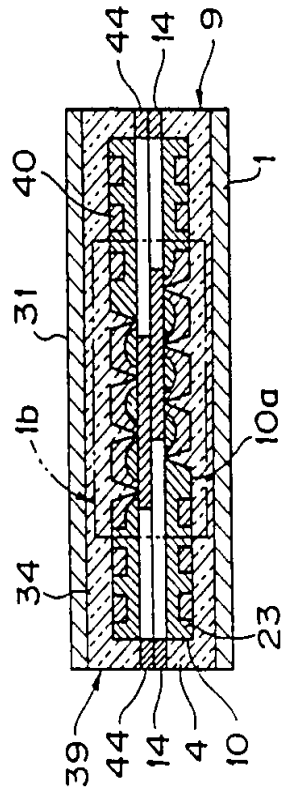


图 1B

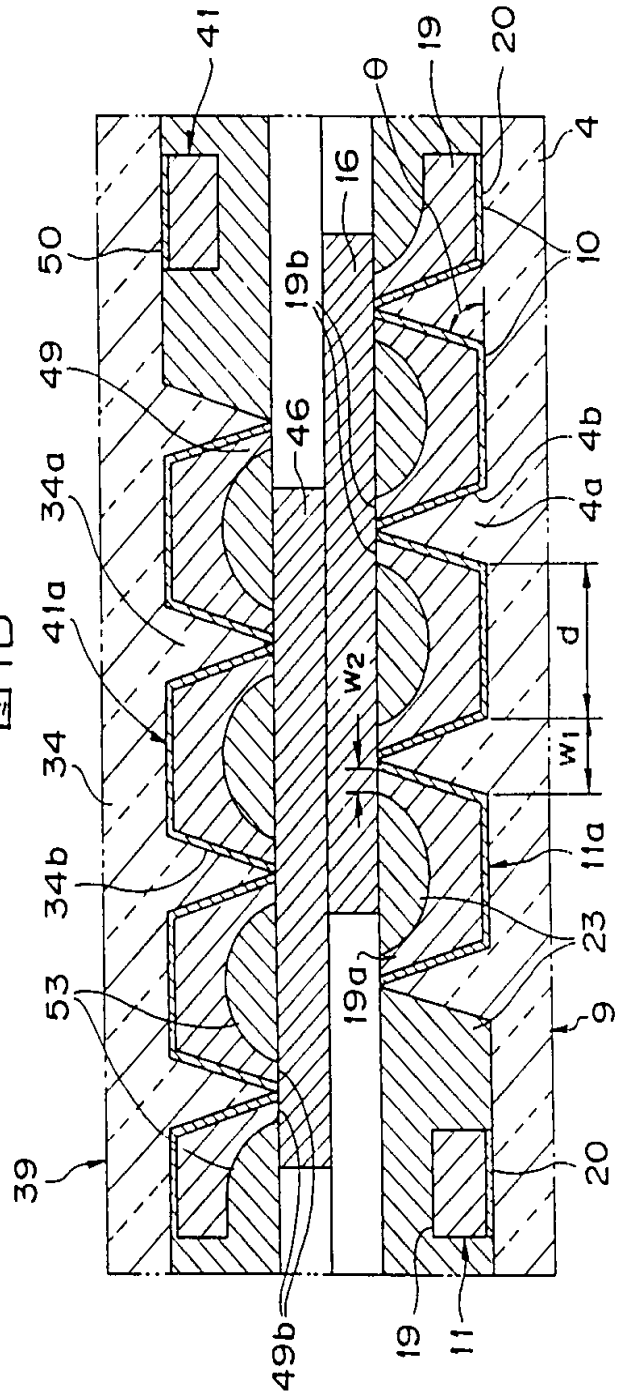


FIG. 2

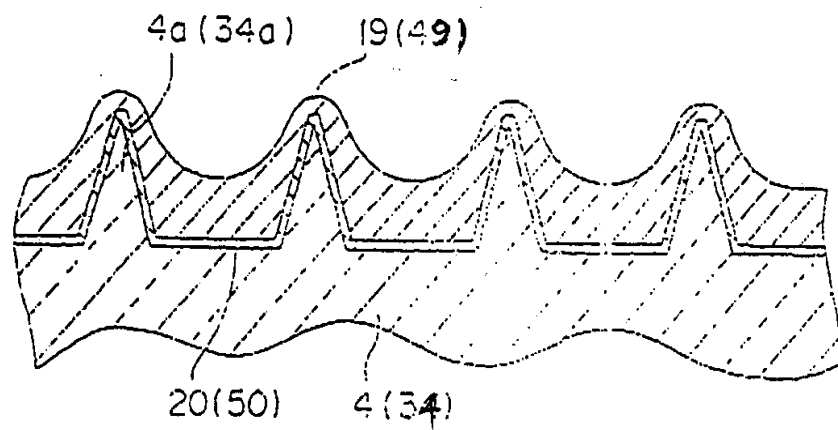


FIG. 3

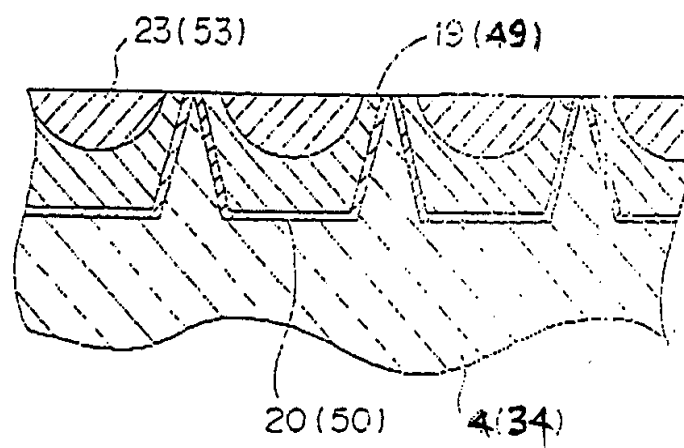


FIG. 4

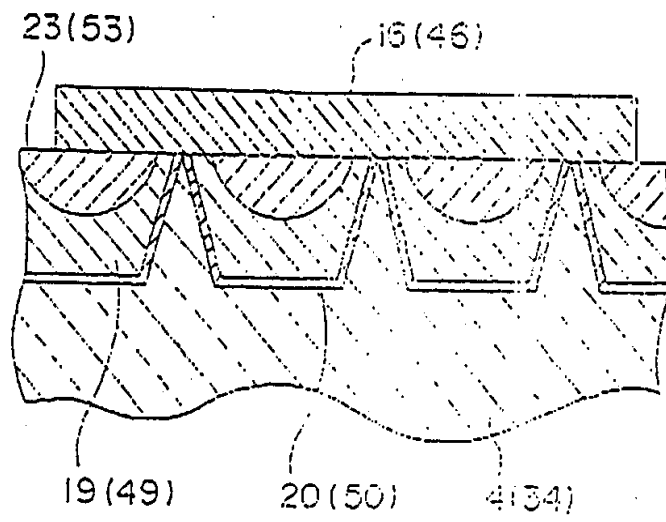


FIG. 5

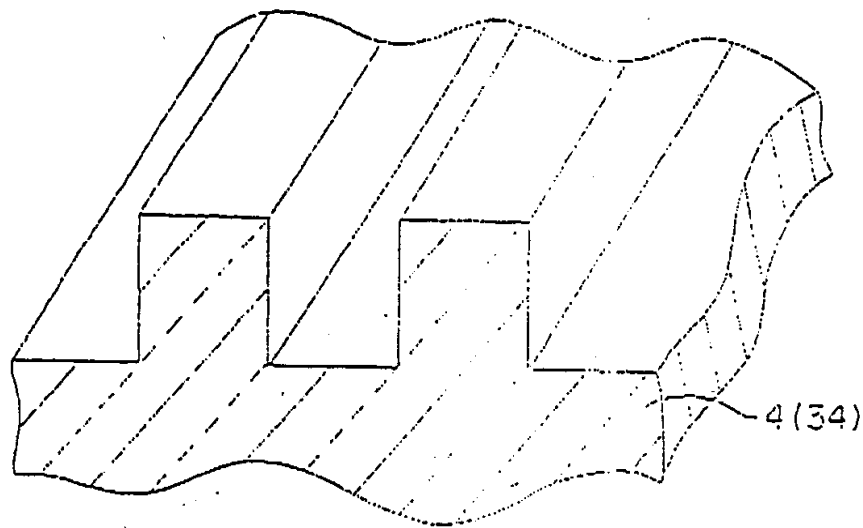


FIG. 6A

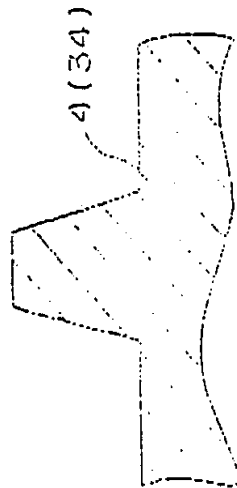


FIG. 6B



FIG. 6C



FIG. 7

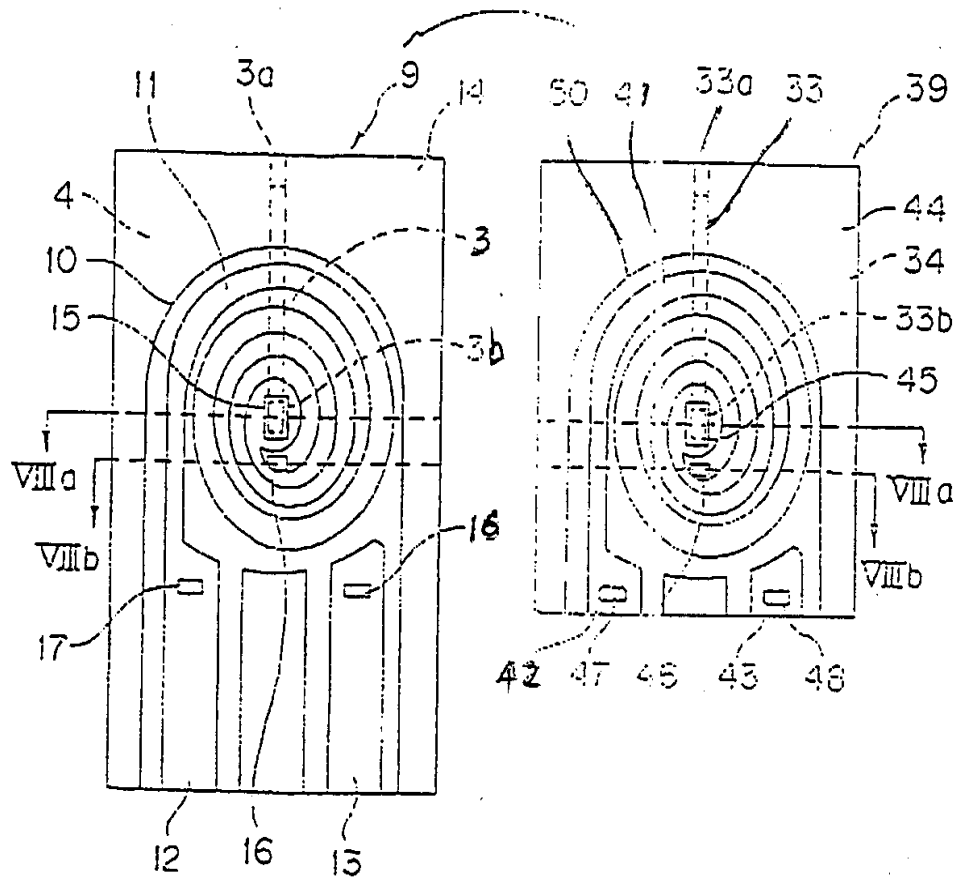


FIG. 8A

~~FIG. 9~~

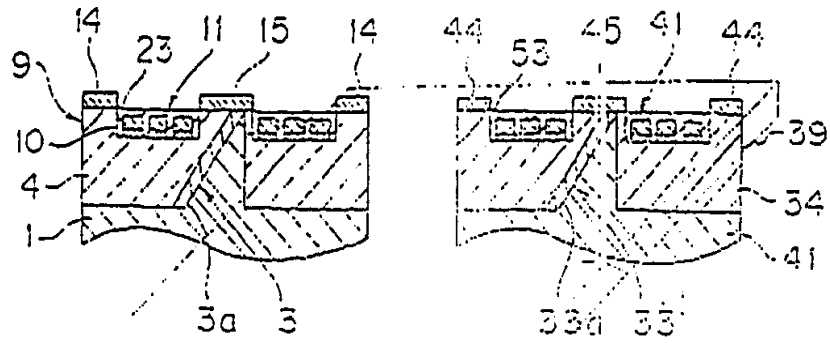


FIG. 8B

~~FIG. 10~~

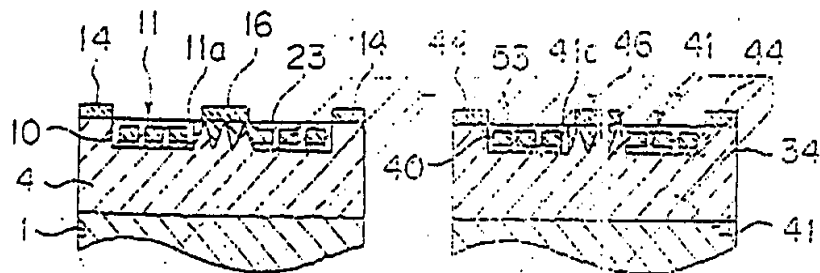


FIG. 9

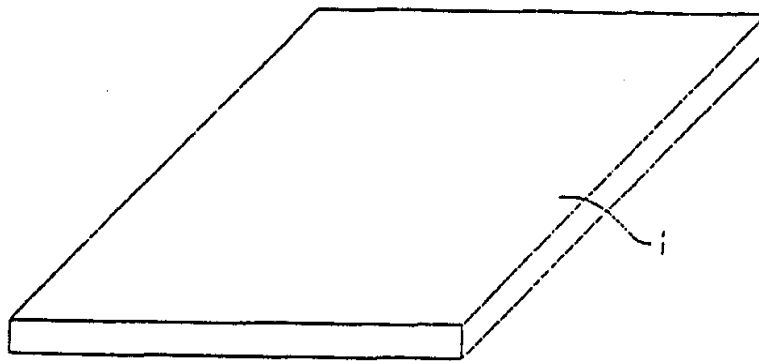


FIG. 10

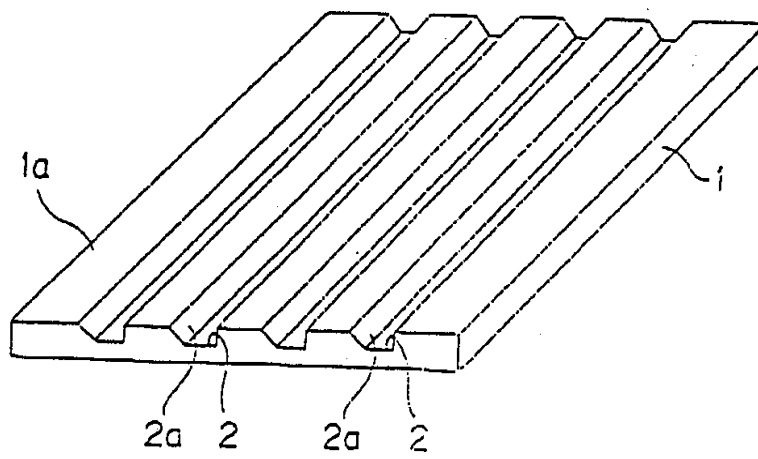


FIG. 11

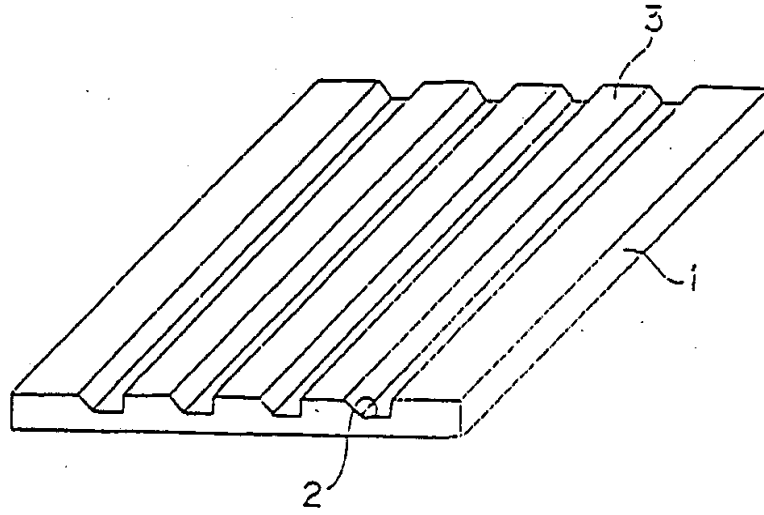


FIG. 12

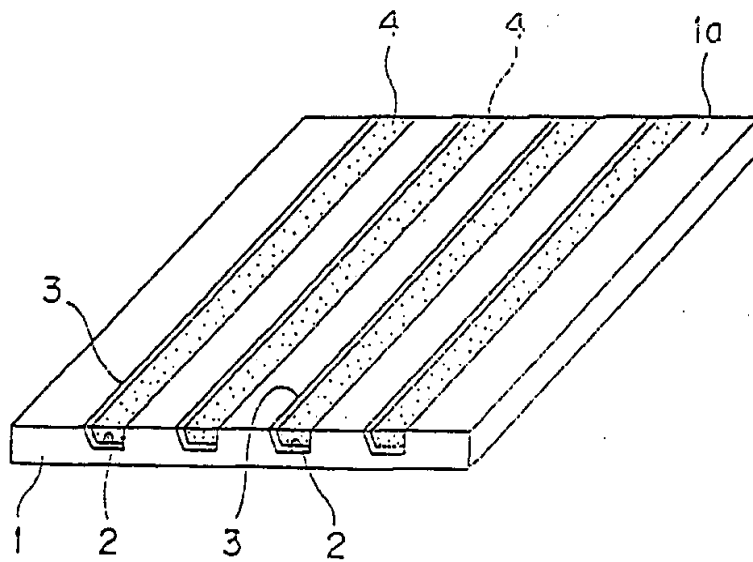


FIG. 13

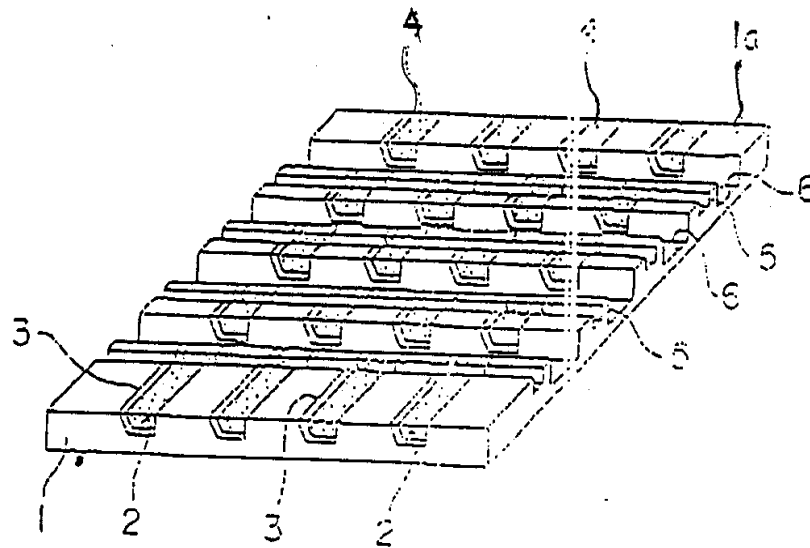


FIG. 14

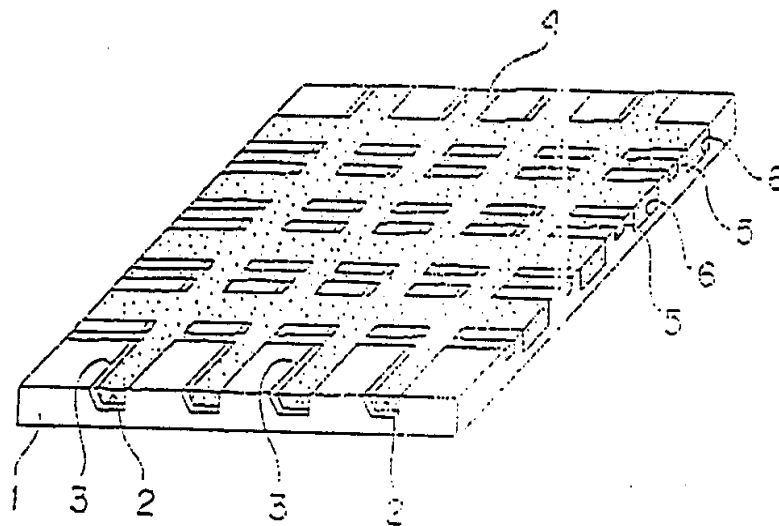


FIG. 15

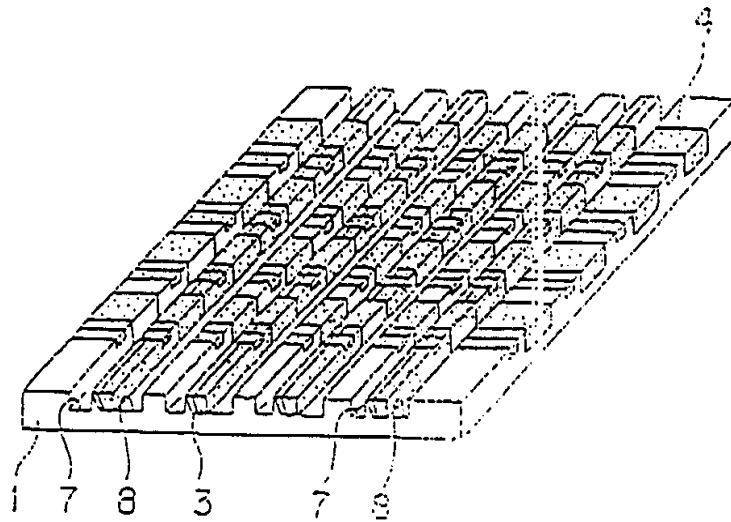


FIG. 16

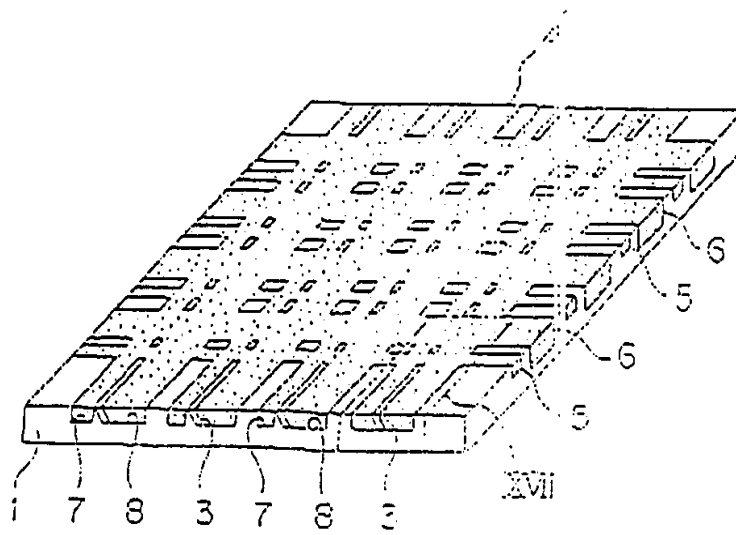


FIG. 17

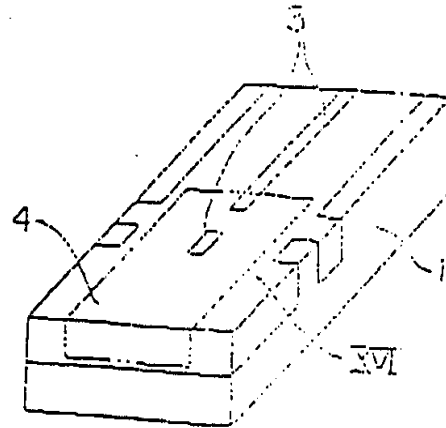


FIG. 18A

FIG. 18B

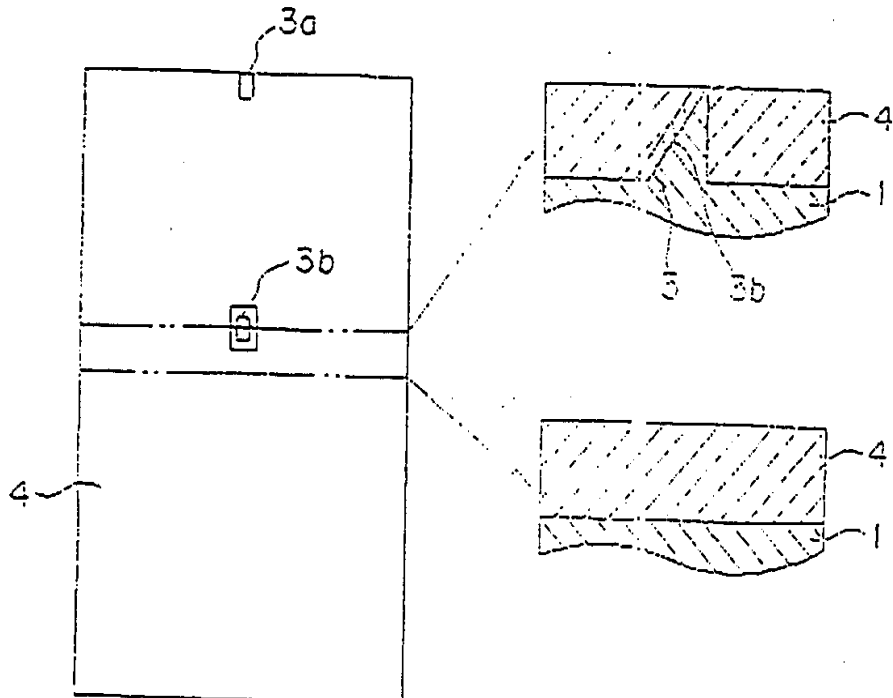


FIG. 19A

FIG. 19B

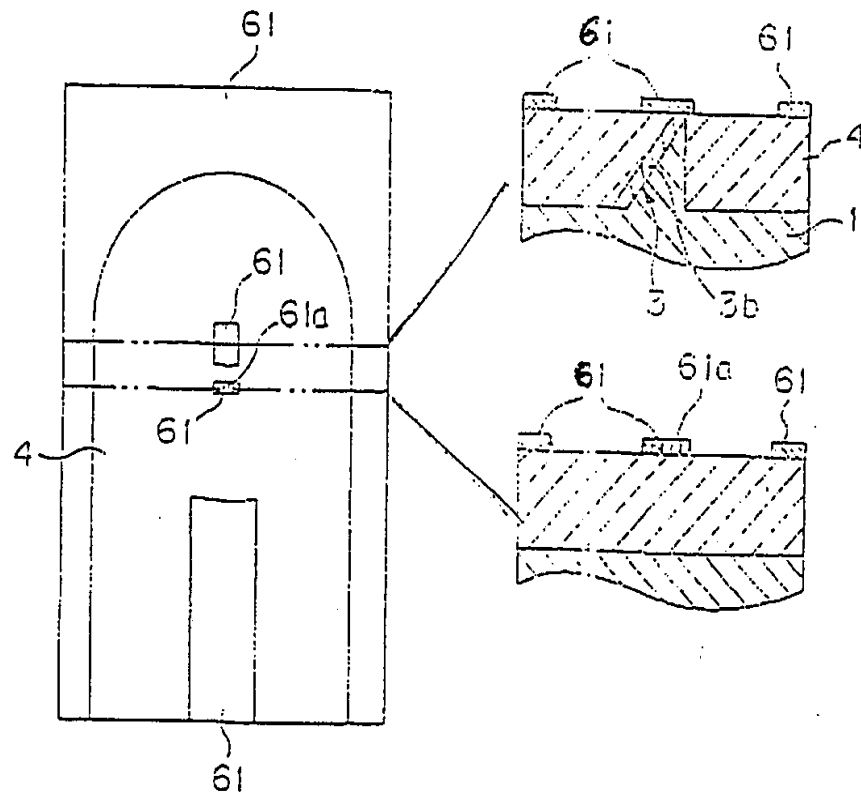


FIG. 20A

FIG. 20B

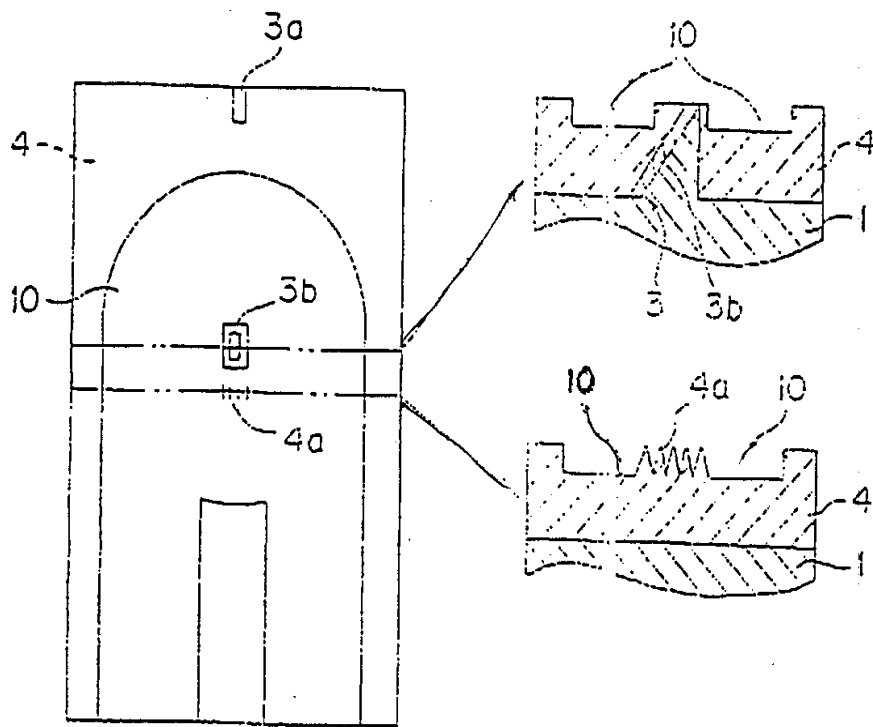


FIG. 21A

FIG. 21B

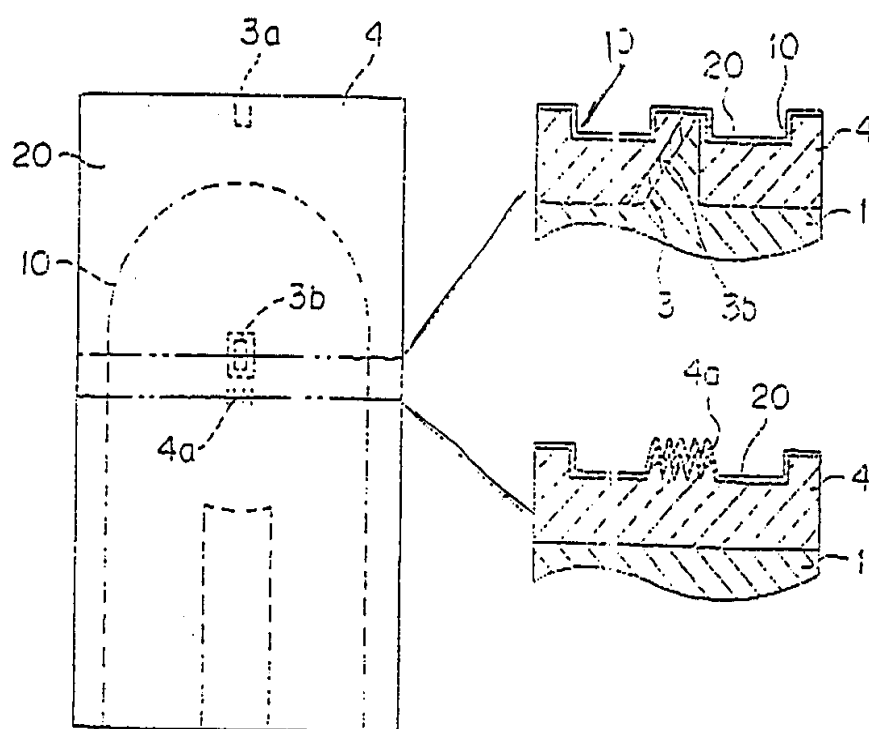


FIG.22A

FIG.22B

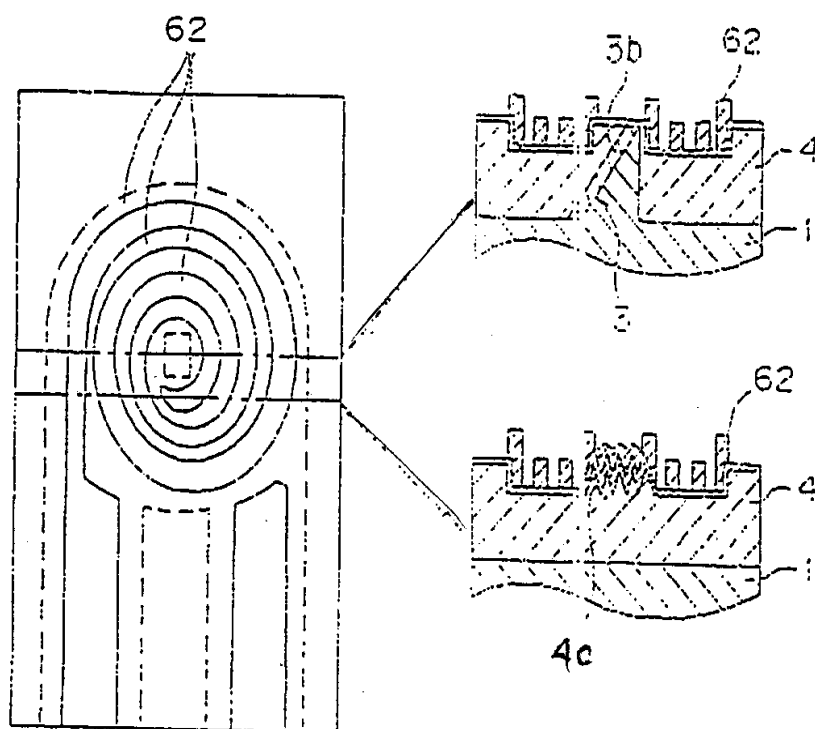


FIG. 23A

FIG. 23B

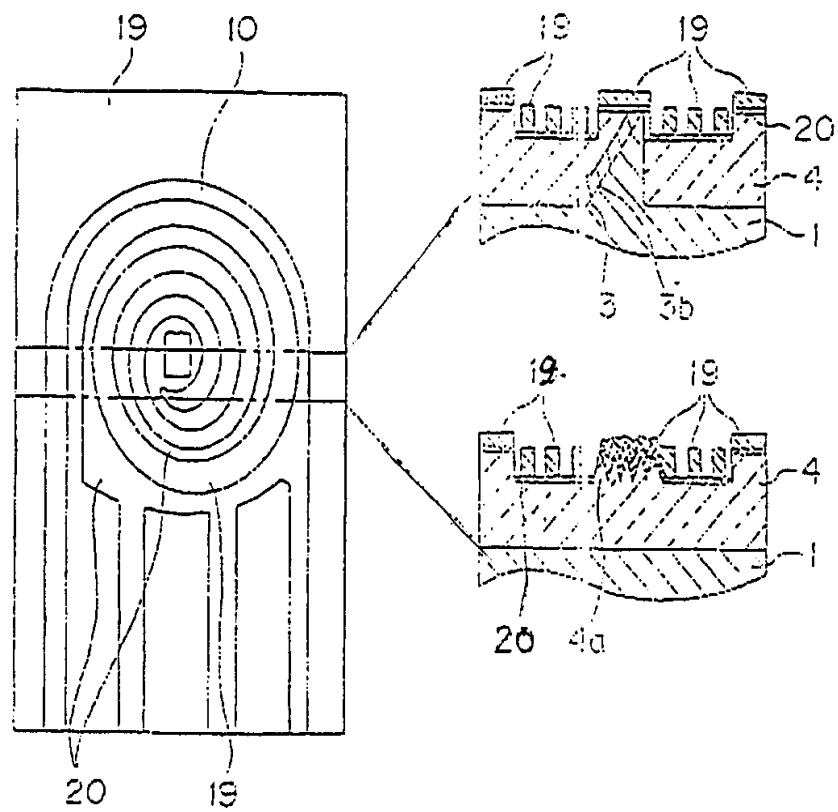


FIG. 24A

FIG. 24B

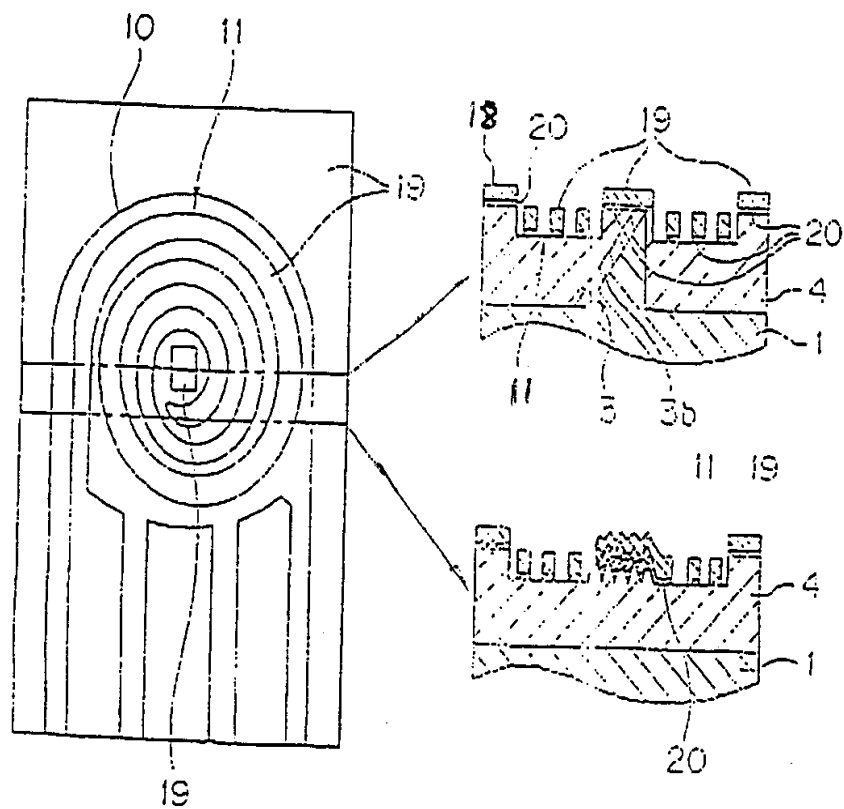


FIG. 25A

FIG. 25B

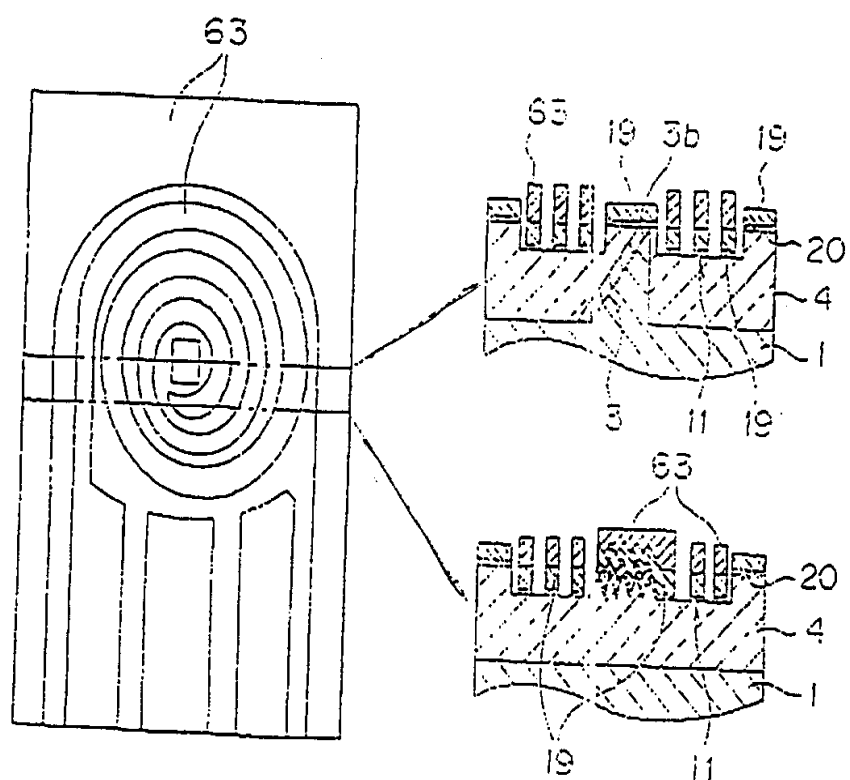


FIG. 26A

FIG. 26B

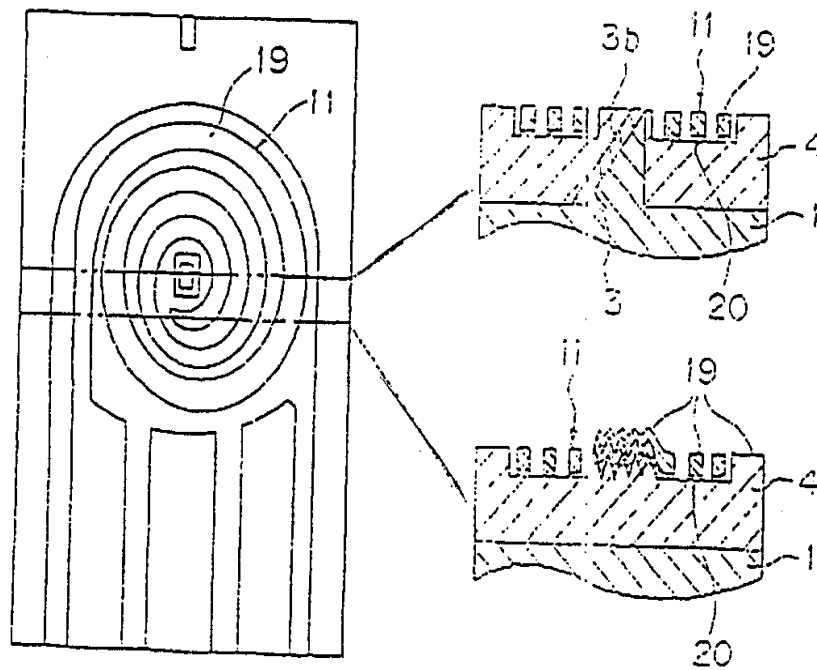


FIG. 27A

FIG. 27B

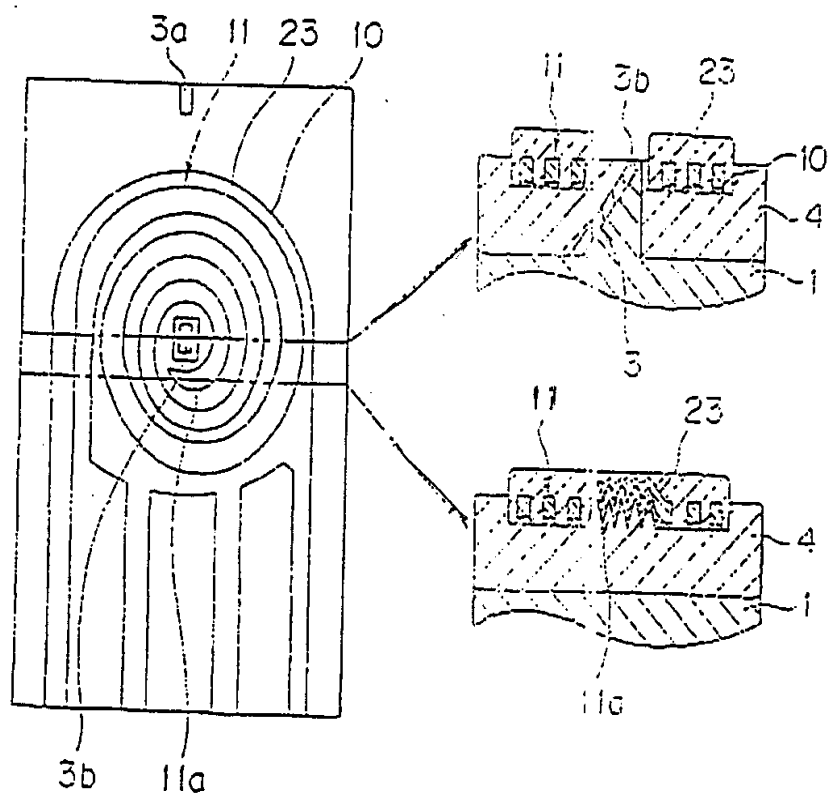


FIG. 28A

FIG. 28B

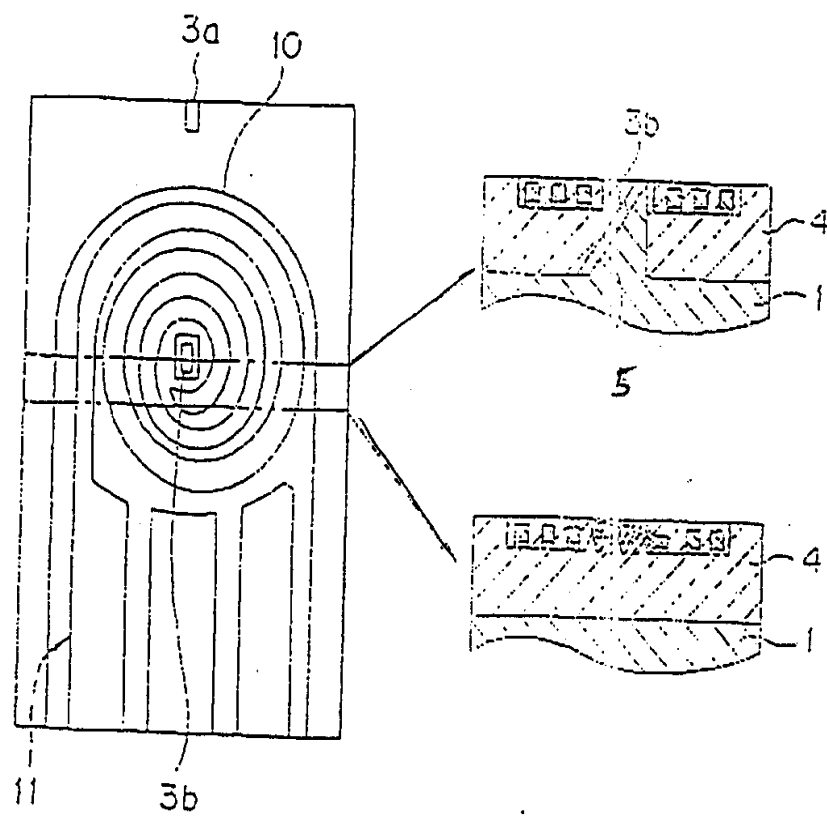


FIG. 29A

FIG. 29B

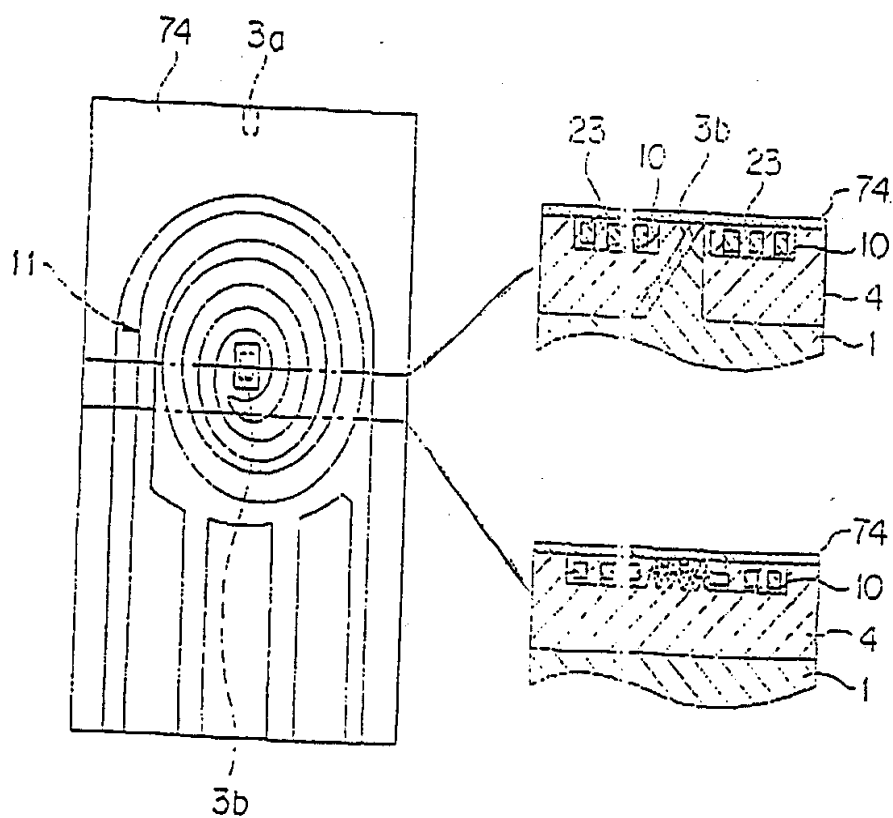


FIG. 30A

FIG. 30B

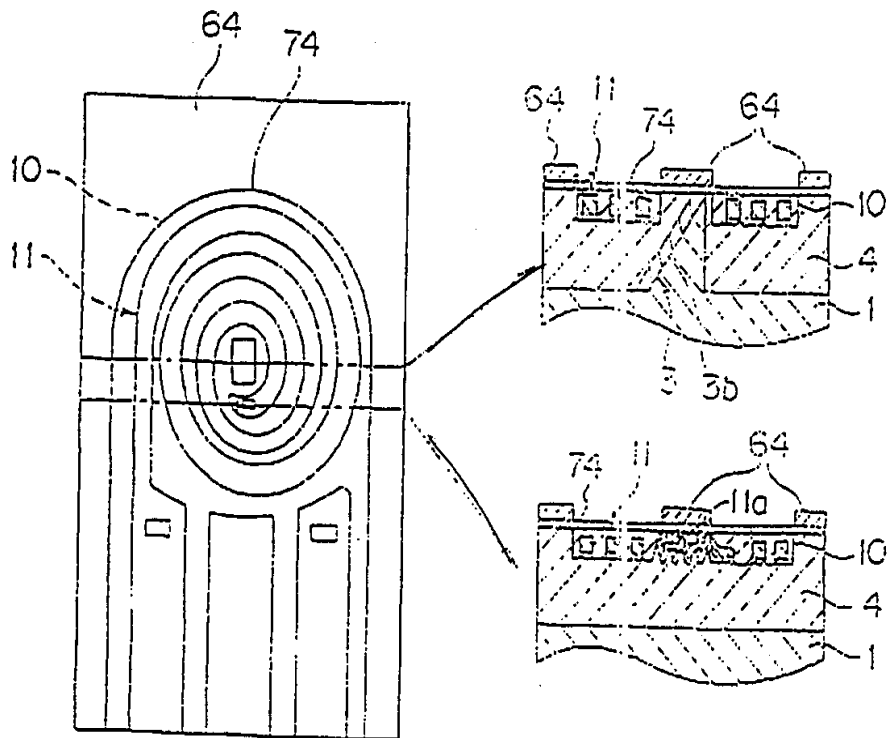


FIG. 31A

FIG. 31B

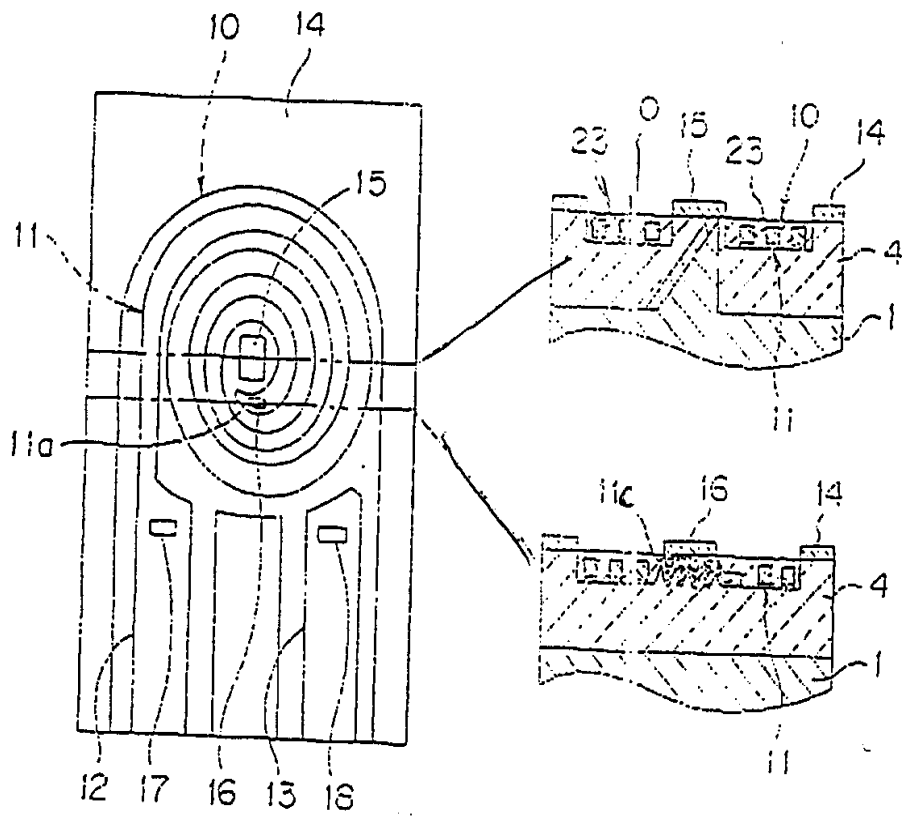


FIG. 32

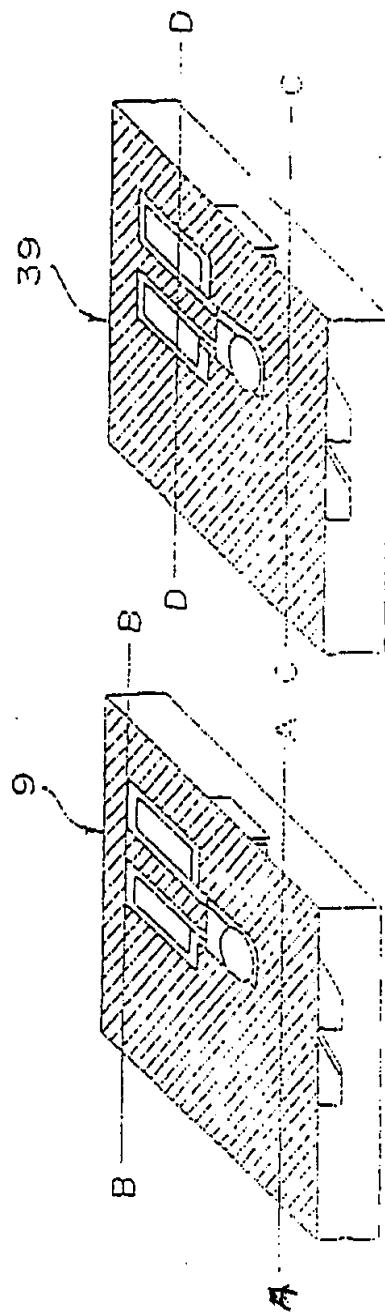


FIG. 33

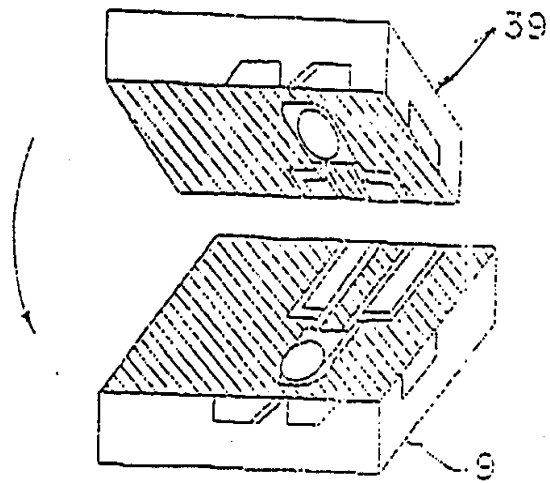


FIG. 34A FIG. 34B

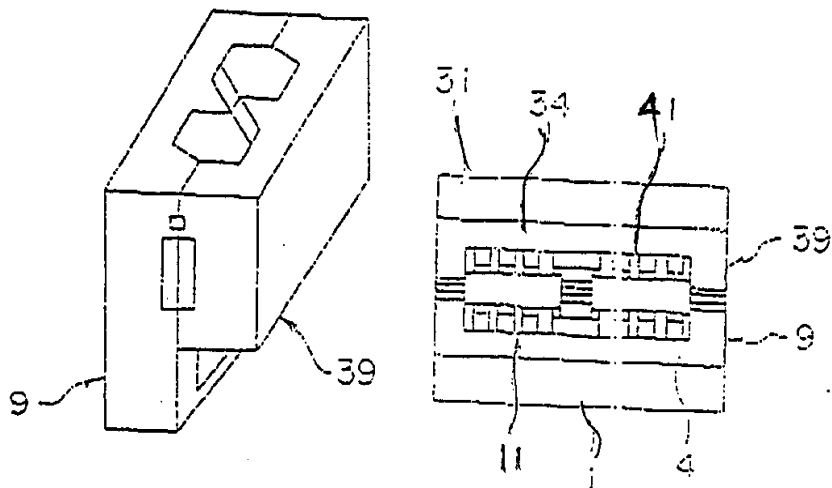


FIG. 35

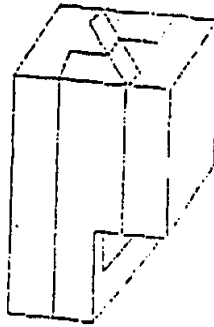


FIG. 36

