

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94113747.3

[45] 授权公告日 2002 年 5 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 1084549C

[22] 申请日 1994. 11. 1 [24] 颁证日 2002. 5. 8

[21] 申请号 94113747.3

[30] 优先权

[32] 1993. 11. 1 [33] JP [31] 296116/93

[32] 1993. 11. 24 [33] JP [31] 317307/93

[32] 1993. 12. 22 [33] JP [31] 346429/93

[73] 专利权人 池田毅

地址 日本东京都

共同专利权人 冈村进

[72] 发明人 池田毅 冈村进

审查员 吴兴华

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所

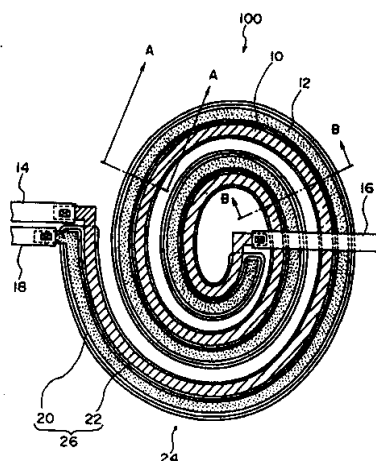
代理人 王以平

权利要求书 4 页 说明书 49 页 附图页数 45 页

[54] 发明名称 LC 元件、半导体器件及 LC 元件的制作方法

[57] 摘要

LC 元件、半导体器件及其制造方法。本 LC 元件由 p 型 Si 基片的表面附近形成的指定形状的 n^+ 区和在其一部分上形成的同样形状的 p^+ 区形成的 pn 结层和在该结层的表面沿其长度方向形成的第 1 和第 2 电极组成。两电极分别起电感器的作用,同时,借助于反向偏置在两电感器之间以分布参数形式形成电容器。该 LC 元件在宽频段内有良好的衰减特性。这种 LC 元件和半导体器件易于制作、可省去部件组装作业,且可形成 IC 和 LSI 的一部分。



权 利 要 求 书

1. 一种 LC 元件，其特征在于包括：

两个电感器电极，它们相互邻接地配置在半导体基片的同一侧，且形成为螺旋状、蛇形状、曲线状和直线状中的一种形状；

一个在反向偏置状态下使用时起着电容器作用的 pn 结层，它沿着上述两个电感器电极的位置形成于半导体基片上，其 p 区沿着所述两个电感器电极之一形成，而 n 区沿着所述两个电感器电极中的另一个形成；以及

上述两个电感器电极中的至少一个被用作信号传输线路。

2. 一种 LC 元件，其特征在于包括：

两个电感器电极，它们夹着半导体基片互相相对地配置，且形成为螺旋状、蛇形状、曲线状和直线状中的一种形状；

一个在反向偏置状态下使用时起着电容器作用的 pn 结层，该 pn 结层沿着上述两个电感器电极的位置形成于半导体基片上，其 p 区沿着所述两个电感器电极之一形成，而 n 区沿着所述两个电感器电极中的另一个形成；以及

上述两个电感器电极中的至少一个被用作信号传输线路。

3. 按照权利要求 1 和 2 中任一项的 LC 元件，其特征在于：

具有分别设置于上述两个电感器电极之一的一端附近和另一端附近的第 1 和第 2 输入输出电极，和设置在上述两个电感器电极中的另一电极的一端附近的地电极；

从上述第 1 和第 2 输入输出电极之一输入信号而从另一个输出信号，同时，

上述地电极接地或接于固定电位的电源上。

4. 按照权利要求 1 和 2 中任一项的 LC 元件，其特征在于：

具有设置于上述两个电感器电极中之一的一端附近和另一端附近的第 1 和第 2 输入输出电极，和设置于上述两个电感器电极中另一电极的一端附近和另一端附近的第 3 和第 4 输入输出电极；其中，

所述元件可以用作分别把上述两个电感器电极当作信号传输线路的共模型器件。

5. 按照权利要求 1 和 2 中任一项的 LC 元件，其特征在于：

上述两个电感器电极的长度不同、且

上述 pn 结层至少在上述两个电感器电极中较短的那个电极的全长上形成。

6. 按照权利要求 3 的 LC 元件，其特征在于：

上述两个电感器电极的长度不同，且

上述 pn 结层至少在上述两个电感器电极中较短的那个电极的全长上形成。

7. 按照权利要求 4 的 LC 元件，其特征在于：

上述两个电感器电极的长度不同，且

上述 pn 结层至少在上述两个电感器电极中较短的那个电极的全长上形成。

8. 按照权利要求 1 和 2 中任一项的 LC 元件，其特征在于：

仅把上述电感器电极之一用作信号传输线路，将上述电感器电极中的另一个分割成多个，或者把上述电感器电极中的另一个和与其相对应的 pn 结层都分割成多个，并把被分割开来的多个电感器电极片中的每一个相互电连接。

9. 按照权利要求 3 的 LC 元件，其特征在于：

仅把上述电感器电极之一用作信号传输线路，把上述电感器电极中的另一个分割成多个，或者把上述电感器电极中的另一电极和与其相对应的 pn 结层一起分割成多个，并把被分割开来的多个电感器电极片的每一片相互电连接。

10. 按照权利要求 1 和 2 中任一项的 LC 元件，其特征在于还包括：

通过改变加在上述 pn 结层上的反向偏压来改变上述 pn 结层所具有的电容值的装置。

11. 按照权利要求 3 的 LC 元件，其特征在于还包括：

通过改变加在上述 pn 结层上的反向偏压来改变上述 pn 结层所具有的电容值的装置。

12. 按照权利要求 4 的 LC 元件，其特征在于：

通过改变加在上述 pn 结层上的反向偏压来改变上述 pn 结层所具有的电容值的装置。

13. 按照权利要求 1 和 2 中任一项的 LC 元件，其特征在于：

在上述信号传输线路的输出一侧接有缓冲器。

14. 按照权利要求 3 的 LC 元件，其特征在于：

在上述信号传输线路的输出一侧接有缓冲器。

15. 按照权利要求 4 的 LC 元件，其特征在于：

在上述信号传输线路的输出侧接有缓冲器。

16. 按照权利要求 1 和 2 中任一项的 LC 元件，其特征在于包括：覆盖所述两个电感器电极的绝缘膜，以及，形成在所述绝缘膜上、通过形成在该绝缘膜的一部分上一直通到所述各电感器电极的孔而与各电感器电极电连接的端子。

17. 一种 LC 元件的制作方法，其特征是包括：

在半导体基片的表面上形成螺旋状、蛇形状、曲线状或直线状的 p 区或者 n 区之一的第一工序；

通过在包括于第一工序中形成的一个区域的表面的一部分上、沿着所述一个区域形成反型层的 n 区或 p 区的另一区域，以在半导体基片的上述表面侧形成螺旋状、蛇形状、曲线状或直线状的 pn 结层的第二工序；

分别沿着在半导体基片表面上的上述 pn 结层的一方和另一方的区域形成分别具有指定电感的两个电感器电极的第三工序；
以及

形成分别连接到上述两个电感器电极的布线层的第四工序。

说明书

LC 元件、半导体器件及

LC 元件的制作方法

本发明涉及的是可以将其组装入半导体器件等中去或者以单个元件的形式使指定的频段进行衰减的 LC 元件、半导体器件及 LC 元件的制作方法。

随着近年来电子技术的发展进步，电子电路被广泛地应用于各个领域，因而，人们希望各个电子电路能稳定可靠地工作而不受来自外部的影响。

但是，来自外部的噪声会直接或间接地侵入这样的电路。为此，就存在着在不少情况下使应用了电子电路的各种电子机器产生误动作的问题。

特别是在电子电路中，作为直流电源，大多使用开关稳压器。因而，由于开关等瞬态电流或起因于所用数字集成电路的开关动作的负载变动等原因，在开关稳压器的电源线上大多将会产生具有各种频率成分的很大的噪声。这样一来，这些噪声就会经由电源线或辐射被输送到同一机器的其他电路中去，使其受到产生误动作或使 S/N (信噪比) 下降等不良影响，有时候还会使附近正在工作的别的电子机器产生误动作。

为了除去这样的噪声，一般是在电子电路中使用各种噪声滤波器。特别是由于近年来使用了多个各种结构的电子机器，故对噪声的限制变得越来越严了。为此，人们期望开发出一种 LC 元件，它是可以确实地除掉所产生的噪声的小型的且起到高性能的噪声滤波器作用的元件。

作为这种 LC 器件之一，已知有公布于特开平 3—259608 号公报中的 LC 噪声滤波器。该 LC 噪声滤波器是一个其 L 分量和 C 分量以分布参数的方式存在着的器件，和集中参数方式 LC 噪声滤波器相比，该器件可以在比较宽的波段内得到良好的衰减特性。

可是，上述 LC 噪声滤波器是在两个绝缘薄膜中的一个的两个面上分别形成指定形状的导电体之后，通过将此绝缘薄膜进行折叠的办法而制成的。由于需要折叠绝缘薄膜等工序，制作工艺变得复杂了起来。

此外，当把此 LC 噪声滤波器直接插入到 IC 或 LSI 的电源线或信号线上使用时，还必须在 LC 噪声滤波器与 IC 等之间进行布线，要花费组装部件的时间。

再说，由于这种 LC 噪声滤波器作成为单独的部件，故几乎不可能使其包含在 IC 或 LSI 电路之中，即几乎不可能插入到 IC 或 LSI 等的内部布线之间。

再者，在该 LC 噪声滤波器中，由于以分布参数方式形成的电容器是由导电体的各自的形状和布局决定的，故存在着作成部件

之后其电容值就变为恒定值，整体的特征也被确定，因而没有通用性这样的问题。比如说，在想改变电容值的时候，就必须改变形成电容器的导电体的形状，因而就难于在装入该 LC 噪声滤波器的电路中根据需要任意改变电容值来使用它。

本发明是鉴于上述那些缺点而创造出来的。其目的在于提供一种 LC 元件、半导体器件及 LC 元件的制作方法。本发明的 LC 元件制作简单且可省略掉后部工序中的部件组装作业，而且可以形成 IC 和 LSI 的一部分。

本发明的另外一个目的在于提供一种 LC 元件、半导体器件及 LC 元件的制作方法，这种 LC 元件可通过根据需要改变以分布参数方式存在着的电容值的办法来改变其特性。

为了解决上述课题，本发明提供了一种 LC 元件，

它具有大致平行地排列并分别具有指定电感的两个电感器电极，以及一个反向偏置状态下起着电容器作用的 pn 结层，这个 pn 结层沿上述两个电感器电极的位置形成于半导体基片上，而两个电感器电极中的一个在整个长度上电连接到 p 区，另一个在整个长度上电连接到 n 区；其中，

由上述两个电感器电极分别形成的电感器和由沿此两个电感器电极的上述 pn 结层所形成的电容器以分布参数的方式存在着，而且，

上述两个电感器电极中的至少一个用作信号传输线路。

在本发明的这种 LC 元件中,具有指定电感值的两个电极几乎是平行地形成的。一般说,把导体形成为螺旋状而使其起到电感器的作用,但通过研究其导体的形状或者在不同的频率下使用的办法,把导体作成为螺旋状以外的形状,比如说蛇行形状、波形形状、直线形状等等,也可以起到电感器的作用。

此外,在这两个具有指定电感值的电极之间形成了 pn 结层。此 pn 结层在反向偏置状态下使用,起着电容器的作用。而且,该电容器以分布参数的方式形成于具有指定电感值的电极的整个长度上。因此,输入到上述两个电极中至少一个上去的信号通过以分布参数式存在的电感器和电容器进行传送之际,可在广阔的频段内获得良好的衰减特性。

特别是本发明的 LC 元件可以在半导体基片上形成指定形状的 pn 结层的同时,再在其表面一侧形成与 pn 结层相对应的形状的两个电极,故其制作变得非常容易。另外,该 LC 元件由于是形成于半导体基片上,故可形成 IC 或 LSI 的一部分。在形成为这种部件的一部分的情况下,可以省掉后继工序中的部件组装作业。

本发明的另外一种 LC 元件具有下述特征:

它具有大致相向排列的各具有指定电感的两个电感器电极;
以及

在反向偏置状态下起着电容器作用的 pn 结层,这个 pn 结层形成于半导体基片中上述两个电感器电极之间,这两个电极中任

一个在整个长度上电连接于 p 区，另一个则在整个长度上电连接于 n 区；其中，

由上述两个电感器电极分别形成的电感器和由这两个电感器电极之间的上述 pn 结所形成的电容器以分布参数方式存在；并且，

上述两个电感器电极中的至少一个用作信号传输线路。

本发明的这种 LC 元件，把在前边说过的本发明的 LC 元件中大致平行地排列于同一平面内的、具有指定电感值的两个电极排列为夹着半导体基片大体上相对的布局，并在分别起着电感器功能的这两个电极之间以分布参数方式存在着通过使 pn 结层在反向偏置状态下使用而形成的电容器。因而，该 LC 元件在广阔的波段上有着良好特性，同时，还具有易于制作和可以形成为基片的一部分的效果。

本发明的 LC 元件中，起着前面说过的电感器作用的各个电极的形状，具体地说，可以是螺旋形状、蛇行形状、波形形状、曲线形状和直线形状。

即，把电极作成螺旋形状的时候具有电感这是不言而喻的。在把电极作成蛇行形状或波形形状的情况下，由于一个一个的凹凸部分各变成约 $1/2$ 匝的线圈而将其串联连接起来，故从整体上看仍然具有指定的电感。特别是通过把电极作成蛇行形状可以使相邻电极接近，可以求得有效地利用空间。此外，在把使用频带限于

高频区域时将电极作成曲线形状或直线形状等情况下，也将具有指定的电感值，可以使其进行和把电极作成螺旋形状的时候相同的动作。

本发明的再一种 LC 元件具有如下特征：

在上面说过的各 LC 元件中，具有

设于上述两个电感器电极之一的一端附近和另一端附近的第 1 和第 2 输入输出电极，和

设于上述两个电感器电极中另一个的一端附近的地电极，并且，

从上述第 1 和第 2 输入输出电极中之一输入信号，从另一个输出信号，同时，

把上述地电极连接到固定电位的电源上或将其接地。

在本发明的这种 LC 元件中，在前边说过的各个 LC 元件的起电感作用的任意一个电极的一端和另一端附近设有第 1 和第 2 电极，同时，在起电感器作用的另一个电极的一端附近设有地电极，这样就可以容易地形成了端子型 LC 元件。这种元件的设有第 1 和第 2 输入输出电极的一侧的电极被用作信号传输线路。

本发明的再一种 LC 元件具有如下特征：

在前边说过的各 LC 元件中，具有

设于上述两个电感器电极中的任一电极的一端附近和另一端附近的第 1 和第 2 输入输出电极，和

设于上述两个电感器电极中另一电极的一端附近和另一端附近的第3和第4输入输出电极；其中，

所述元件可以用作把上述两个电感器电极的每一个用作信号传输线路的共模型元件。

在本发明的这种 LC 元件中，借助于在另一个电感器电极的两端设有第3和第4输入输出电极而能够容易地形成4端子共模型 LC 元件。

本发明的再一种 LC 元件具有如下特征：

上述两个电感器电极的长度不同；

上述 pn 结层至少在上述两个电感器电极的较短的一个电极的整个长度上形成。

在本发明的这种 LC 元件中，起着前边说过的电感器作用的两个电极中任一电极作得比较短。即便是在这种情况下，长度不同的两个电极也同样分别起着电感器的作用，且在这两个电极之间以分布参数的形式存在着由 pn 结层形成的电容器。所以，这种 LC 元件在广阔的频段内具有良好的衰减特性，同时，还有着易于制作和可形成为基片的一部分的效果。

本发明的再一种 LC 元件具有下述特征：

在前边说过的本发明的各 LC 元件中，

仅把上述电感器电极中之一用作信号传输线路，并把上述电感器电极的另一电极分割成多个，或者和上述电感器电极的上述

另一电极一起把相对应的上述 pn 结层也分割成多个，然后把被分割开来的多个电感器电极片的每一个互相电连接。

在本发明的这种 LC 元件中，把前边说过的起电感器作用的两个电极之一分割成多个电极片，同时把它们互相电连接起来使用。在这种情况下，被分割开来的各电极片的自感将变小，从而变成自感影响小的分布参数式 LC 元件。

另外，本发明的另一种 LC 元件具有可借助于改变加在上述 pn 结层上的反偏电压而改变上述 pn 结层所具有的电容值的特征：

在本发明的这种 LC 元件中，可以可变地设定反偏电压。因此，可以变更形成于起电感器作用的两个电极之间的电容器的容量，并可根据需要可变地控制衰减特性。

本发明的另外一种 LC 元件的特征是：在前边说过的任一 LC 元件中，上述信号传输线路的输出一侧连接有缓冲器。

在本发明的这种 LC 元件中，连接有把经由前边说过的各 LC 元件的信号传输线路输出的信号进行放大的缓冲器，这就使得可以进行信号放大、输出阻抗匹配和防止来自后级电路的影响等等。

本发明的另外一种 LC 元件的特征是：

在形成于半导体基片上的前边说过的任一种 LC 元件中，在该半导体基片的整个表面上形成绝缘膜，并用刻蚀法或用激光进行照射除掉该绝缘膜的一部分而开孔，然后用焊锡把该孔密封成鼓出表面的程度，由此形成端子。

在本发明的这种 LC 元件中，前面说过的任一 LC 元件形成于半导体基片上，之后，用化学液相生长法等方法在整个面上形成绝缘膜。其后，在此绝缘膜的一部分上用刻蚀法或激光照射开孔，然后在此孔上填充焊锡而装上端子。因而，可以简单地制作表面组装式的 LC 元件，并使这种 LC 元件的组装作业变得易于进行。

另外，本发明的另外一种半导体器件，具有下述特征：

先把前述任一 LC 元件形成为半导体基片的一部分，接着把上述两个电感器电极的至少一个电极插入到信号线或电源线上以形成一个整体。

在本发明的这种半导体器件中，把前边说过 LC 元件中任意一个插入到该半导体器件的信号线或者电源上以形成为基片的一部分。因此，可以和半导体基片上的其他部件制作成为一个整体，这样，制作可变得容易，同时，还可省去后继工序中的部件装配作业。

本发明的 LC 元件的制作方法包括下列步骤：

在半导体基片上形成指定形状的 p 区或 n 区；

在含有上述步骤中形成的 p 区或 n 区的表面的一部分上形成反型层 n 区或 p 区，以此来形成指定开关的 pn 结层；

把 p 区或者 n 区分别在其整个长度上电连接于上述 pn 结层的表面上，分别形成具有指定电感值的两个电感器电极；以及

形成分别连接于上述两个电感器电极的布线层。

本发明的 LC 元件的制作方法是用半导体制作技术制作前述各 LC 元件的方法。就是说，先形成指定形状的 p 区或 n 区，接着，在其一部分上形成反型层 n 区或 p 区，并由此来形成作为整体来说具有指定形状的 pn 结层。然后，采用形成对应于 pn 结层形状的两个电极的办法来完成 LC 元件。另外，根据需要，在其后的工序中形成分别连接到该两个电极上去的布线层。采用本发明的这种 LC 元件的制作方法，可大致平行地形成具有指定电感值的两个电极，其形状与 pn 结层的形状相对应。一般说来，把导体形成为螺旋形状而使其起电感器的作用，但是通过研究其导体形状，或者根据不同的使用频段，在把导体作成螺旋形状以外的形状，比如蛇行形状、波形形状，曲线形状、直线形状等等形状时，也能起电感器的作用。

前边说过的 LC 元件可以借助于使用一般的半导体制造技术来制作，在小型化或低成本的同时，还可以同时大量生产多个元件。

下边对附图进行说明。

图 1 是应用于本发明的第 1 实施例的 LC 元件的平面图。

图 2 是图 1 的 $A-A$ 线的扩大断面图。

图 3A、B 和 C 给出了第 1 实施例的 LC 元件的等效电路图。

图 4A、B、C 和 D 给出了第 1 实施例的 LC 元件的制作工艺。

图 5 是第 1 实施例的变形例，其第 1 电极和第 2 电极设置为

夹着 $p-Si$ 基片大致相向排列。

图 6 是图 5 的 $A-A$ 线处的扩大断面图。

图 7 是应用于本发明的第 2 实施例的 LC 元件的平面图。

图 8 是图 7 的 $A-A$ 处的扩大断面图。

图 9 给出了由蛇行形状的电极形成的电感器的原理。

图 10 是第 2 实施例的变形例，它把第 1 电极和第 2 电极排列成夹着 $p-Si$ 基片大体上位于相向的位置。

图 11 是应用了本发明的第 3 实施例的 LC 元件的平面图。

图 12A、B 和 C 给出了第 3 实施例的 LC 元件的等效电路。

图 13 为第 3 实施例的变形例，它把第 1 电极和第 2 电极排列为夹着 $p-Si$ 基片大体上位于相向的位置。

图 14 是应用了本发明的第 4 实施例的 LC 元件的平面图。

图 15 为第 4 实施例的变形例，它把第 1 电极和第 2 电极排列为夹着 $p-Si$ 大体上位于相向的位置。

图 16 为应用了本发明的第 5 实施例的 LC 元件的平面图。

图 17A、B 和 C 给出了第 5 实施例的 LC 元件的等效电路。

图 18 为第 5 实施例的变形例，它把第 1 电极和第 2 电极排列成夹着 $p-Si$ 大体上位于相向的位置。

图 19 是应用了本发明的第 6 实施例的 LC 元件的平面图。

图 20 为第 6 实施例的变形例，它把第 1 电极和第 2 电极排列成夹着 $p-Si$ 大体上位于相向的位置。

图 21 是应用了本发明的第 7 实施例的 LC 元件的平面图。

图 22A、B 和 C 给出了第 7 实施例的 LC 元件的等效电路。

图 23 是第 7 实施例的变形示例。它把第 1 电极和第 2 电极排列成夹着 $p-Si$ ，大体上位于相向的位置。

图 24 是应用于本发明的第 8 实施例的 LC 元件的平面图。

图 25 是第 8 实施例的变形例，它把第 1 电极和第 2 电极排列成夹着 $p-Si$ ，大体上位于相向的位置。

图 26A 和 B 是第 9 实施例的 LC 元件的平面图。

图 27A 和 B 也是第 9 实施例的 LC 元件的平面图。

图 28 给出了第 9 实施例的变形例。

图 29 给出了第 9 实施例的变形例。

图 30 给出了第 9 实施例的变形例。

图 31 的平面图用于说明用化学液相生长法进行端子装配时大致情况。

图 32 的断面图用于说明用化学液相生长法进行端子装配时的大致情况。

图 33 是一个说明图，它说明了把 LC 元件形成为 LSI 等的一部分时的情况。

图 34A、B、C、D 和 E 给出了在输出一侧接有缓冲器的例子。

图 35A、B 和 C 给出了在电极和半导体基片之间形成绝缘层时的断面构造。

图 36A、B 和 C 给出了在电极和半导体基片之间形成绝缘层时的断面构造。

图 37 给出了平坦地形成了表面的变形例。

图 38 给出了平坦地形成了表面的变形例。

图 39 给出了作成 npn 构造时的 LC 元件的断面图。

图 40 的电路图给出了具有 npn 构造的 LC 元件和加偏置电路之间的连接状态。

图 41 给出了形成蛇行形状的 pn 结层时的变形示例。

图 42A、B、C 和 D 给出了进行刻蚀仅使半导体基片的一部分的厚度变薄的变形示例。

图 43 给出了变更输入输出电极位置的变形例。

图 44 给出了变更输出电极位置时的变形例。

以下，就应用了本发明的一实施例的 LC 元件，参照附图进行具体的说明。

第 1 实施例，

图 1 是应用于本发明的第 1 实施例的 LC 元件的平面图。图 2 是图 1 的 A—A 处的扩大断面图。

如这些图所示，本实施例的 LC 元件 100，包括形成于作为半导体基片的 p 型硅基片 ($p-Si$ 基板) 24 的表面附近的螺旋形状的 n^+ 区 22 和在此 n^+ 区的一部分上形成的螺旋形状的 P^+ 区 20，这些 n^+ 区 22 和 p^+ 区 20 形成 pn 结层 26。另外，和前边说过 $p-Si$

基板 24 相比, n^+ 区 22 和 p^+ 区 20 的每一个其杂质浓度都设定的比较高, 并通过在该 $p-Si$ 基板 24 和 n^+ 基板 22 之间加以偏压的办法使之起着隔离区的作用。实际上, 可借助于使后边将讲到的地电极 18 和 $p-Si$ 基板 24 为等电位可以更确实地加上反向偏置电压。

此外, 本实施例的 LC 元件 100, 在前边说过的 n^+ 区 22 的表面上以其整个长度形成了螺旋形状的第 1 电极 10。同样, 在 p^+ 区 20 的表面上以其整个长度形成了第 2 电极 12。接着, 在第 1 电极的两端连接上两个输入输出电极 14 和 16。在第 1 电极 12 的一头 (例如与输入输出电极 14 相对应的一头) 设有地电极 18。这样一来, 对第 1 电极 10 的输入输出电极 14、16 和对第 2 电极 12 的输入输出电极 18 的设置就可以在有源区域的外侧进行 (如图 1 所示), 以免损伤薄的 n^+ 区 22 或者 p^+ 区 20。

具有这样的构造的本实施例的 LC 元件 100, 其具有螺旋形状的第 1 和第 2 电极 10、12 就分别起着电感器导体的作用。而分别电连于第 1 和第 2 电极 10、12 上的 pn 结层 26 在反向偏置的状态下起着螺旋形状电容器的作用。因而, 由第 1 和第 2 电极 10、12 所形成的电感器与由 pn 结层 26 所形成的电容器就变成了以分布参数方式存在着的 LC 元件 100。

图 3A 给出了本实施例的 LC 元件 100 的等效电路。如图 3A 所示, 具有螺旋形状的第 1 电极 10 起着具有电感 $L1$ 的电感器的

作用, 从一个输入输出电极 14 输入进来的信号经由该第 1 电极 10 进行传送并从另一个输入输出电极 16 输出。具有螺旋形状的第 2 电极 12 起着具有电感 L_2 的电感器的作用, 设于第 2 电极一头的地电极 18 被接地或被连接到固定电位区的电源上使用。

在这种连接状态下, 在把输入到输入输出电极 14 上去的电压电平设定为比地电极 18 的电压电平 ($0V$ 或固定电位 E) 还高的时候, 由于由 n^+ 区 22 和 p^+ 区 20 组成的 pn 结层 26 上将加以反向偏置电压, 故此 pn 结层 26 将起到具有电容 C 的电容器的作用。此外, 这个电容在第 1 电极 10 和第 2 电极 12 的整个长度上以分布参数方式形成, 故可以发挥现有的集中参数式 LC 元件所不具有的卓越的衰减特性。

图 3B 是给 pn 结层 26 强制性地加上反向偏压的 LC 元件, 这样可以使 pn 结层 26 更为确实可靠地作为电容器而工作。具体地说, 在输入输出电极 14 和地电极 18 之间连接有用于加上指定的偏置电压的偏置电源 28, 同时, 有输入输出电极 14 这边连接有用于仅仅除去输入信号中直流分量的电容器 30。通过加上这样的电路, 就可以对 pn 结层 26 经常性地加有恒定的反向偏置电压, 同时, 可以把叠加于这个反向偏置电压上的信号输入到本实施例的 LC 元件 100 中去。

再者, 由于从输入输出电极 16 输出的信号上加上了反向偏置电压, 故希望在此后借助于连接上电容器 32 来除掉反向偏置电压

这一直流分量。

图 3C 是不用前边说过的反向偏置电源 28 而代之以接上可任意变更反向偏置电源电平的可变偏置电源 34 的 LC 元件。一般说, 由于 pn 结面上所产生的耗尽层的厚度随着加在 pn 结层 26 上的反向偏置电压的大小而改变, 所以电容 C 也将跟着变化。因而, 通过经由两个输入输出电极 14 和 16 加在 pn 结层 26 上的反向偏置电压, 可以改变以分布参数方式存在着的电容 C , 从而可以调整或改变 LC 元件 100 整体的衰减特性。

图 4A、B、C 和 D 示出了本实施例的 LC 元件 100 的制作工艺, 给出了图 1 的 B—B 处的断面的每一制作工艺的状态。

(1) 外延层的生长:

首先, 在除掉 p 型 Si 基片 24(大片)表面的氧化膜之后, 在整个 p 型 Si 基片 24 的表面上生长 n^+ 形外延层 25(图 4A)。

(2) 隔离区的形成:

接着, 为了把除示于图 1 和图 2 的 n^+ 区 22 和 p^+ 区 20 之外的区域作为隔离区, 要进行 p 形杂质扩散或离子注入。

具体地说, 首先把外延层 25 的表面热氧化形成氧化膜 70。接着, 用光刻法除去应该形成 p 区的位置的氧化膜之后, 用热扩散或离子注入选择性地再掺入 p 型杂质, 由此选择性地形成 p 区。这样所形成的 p 区变成了 p 型 Si 基片 24 的一部分从而形成了隔离区(图 4B)。

这样形成隔离区的结果是由所剩下的外延层 25 形成螺旋形状的 n^+ 区 22。

(3) pn 结层的形成:

接下来,在形成为螺旋形状的 n^+ 区 22 的一部分上,用热扩法或离子注入法掺入 p 型杂质,由此来形成螺旋形状的 p^+ 区 20。

具体说来,首先把含有 n^+ 区 22 的 p -Si 基片 24 的表面热氧化并形成氧化膜 72。接着,用光刻技术把应形成 p^+ 区 20 的位置上的氧化膜 72 去掉之后,用热扩散或离子注入选择性地再掺入 p 型杂质,由此选择性地生成 p^+ 区 20。

这个 p^+ 区 20,由于必须要形成于先前形成的 n^+ 区 22 中,故通过添加比已经掺入的 n 型杂质的量还要多的 p 型杂质的办法来形成 p^+ 区 22(图 4C)。

这样一来,就形成了由 n^+ 区 22 和 p^+ 区 20 组成的 pn 结层 26。

(4) 第 1 和第 2 电极的形成:

接着,用热氧化在表面上形成氧化膜 74 之后,用光刻技术在 n^+ 区 22 和 p^+ 区 20 的各自的表面上进行螺旋形状的开孔,其后,在此螺旋形状被开了孔的部分上,蒸镀上例如铝、铜或金以形成第 1 和第 2 电极 10、12(图 4D)。此后,用蒸镀铝等办法形成两个输入输出电极 14、16 及地电极 18 等各个电极。

最后,在整个面上附着上 P -玻璃之后,用加热形成平坦的平

面的办法来完成 LC 元件 100。

制作本实施例的 LC 元件 100 的工序，基本上和通常的制作双极晶体管或二极管的工序类似，只是 pn 结层 26 和其间的隔离区的形状等不一样。因而，在制作一般的双极晶体管的工序中，通过改变光掩模的形状就可以对付，器件制作容易，同时也适合于小型化。此外，可以和一般的双极晶体管及 MOSFET 等半导体部件形成于同一基片上，可以形成为 IC 和 LSI 的一部分。而且，在形成为 IC 和 LSI 的一部分的情况下，还可以省去后部工序中的部件组装作业。

再有，在上边说过的本实施例的制作工序中，我们以最初用外延生长在整个表面上形成 n^+ 区之后进行隔离的情况为例进行了说明，但也可以在 p 型 Si 基片 24 的表面上形成氧化膜之后，用光刻技术开出与螺旋形状的 n^+ 区 22 相对应的窗口，并在该部分上用热扩散或离子注入掺入 n 型杂质以形成 n^+ 区 22，之后，用同样的方法直接形成 p^+ 区 20。关于形成 pn 结层的方法，可以应用一般的半导体制作技术。

这样，本实施例的 LC 元件 100 的第 1 和第 2 电极 10、12 的每一电极都形成了电感器，同时，沿着这些电极所形成的螺旋形状的 pN 结层 26 被反向偏置使用而起着电容器的作用。而且，由于第 1 和第 2 电极 10、12 的整个长度上都形成了 pN 结层 26，故由第 1 和第 2 电极 10、12 形成的电感 $L1$ 、 $L2$ 和由 pn 结层 26 形成的

电容 C 都以分布参数的方式存在着。

因而，在把设于第 2 电极一端的地电极接地或接于固定电位，同时把第 1 电极 10 用作信号传输线路的情况下， LC 元件 100 将成为在广阔的频段内对输入信号具有良好的衰减特性的 LC 元件。

此外，如前边说过的那样，由于本 LC 元件 100 可以应用一般的双极晶体管等的制作技术进行制作，故易于制作且适于小型化。另外，在把该 LC 元件制作为半导体基片的一部分的情况下，和同一半导体基片上的其他部件之间的布线也可以同时进行，将不再需要后道工序中的装配作业。

还有，本实施例的 LC 元件 100，通过改变加到 pn 结层 26 上的反向偏置电压的值，可以可变地控制以分布参数的形式形成的电容器的电容 C ，因而可以调整或变更 LC 元件 100 的整体的频率特性。

再者，前边说过的第 1 实施例，把第 1 电极 10 用作了信号传送通路，但也可把第 2 电极 12 用作信号传送通路（这一点对后边将要讲的各实施例也都一样）。即，在第 2 电极 12 的两端连接上输入输出电极 14 和 16 以把该第 2 电极 12 用作信号传输线路的同时，把第 1 电极的一头与地电极 18 相连，也可将此地电极 18 接地或者接于固定电位上。

图 5 为第 1 实施例的变形示例图，在这个变形例中把第 2 电极 12 配置在 p -Si 基片 24 的背面（里面）上并使其与第 1 电极 10

大致相向排列。背面电极的形状，为方便起见，将其位置表示为向纸面的左上方进行了若干偏移，以便用平面图即可看得清楚。图6给出了图5的A—A扩大断面图，它与图2相对应。这样，即便是在把螺旋形状的两个电极10和12介以 pn 结层26大致相向配置的情况下，也和图1及图2所示LC元件100一样，第1和第2电极10和12分别起着电感器的作用，同时，在它们之间以分布参数的形式形成电容器这一点也没有变化，故具有良好的频率特性并易于制作。特别是在像这样把第1和第2电极大体上相对的情况下，如图1所示，与大致上平行地配置于平面内的情况相比，还有着可减小实装面积的长处。

然而，在将其构造示于图6的这种LC元件中，可把 pn 结层26整体看作是具有很大的相向电极（ n 区22和 p 区20各相当于相向电极）的电容器。但是， n 区22和 p 区20的每一个都具有比较大的电阻率，而且相互相向的第1电极10与第2电极12之间距离上离得近。故当在第1电极10和第2电极12之间通过交流信号时，大部分的交流信号将经由位于它们附近的由 pn 结层26所形成的螺旋形状的电容流过，而经由位于第1电极10和第2电极12的非直接相向的部分之间的 pn 结层26所形成的电容器却几乎没有交流信号流过。因而，第1电极10和第2电极12相向配置的部分之外的地方的 pn 结层26实质上并不起电容器的作用，只有第1和第2电极10和12的相向部分的 pn 结层26起着电容器

的作用。

第2实施例

本发明的第2实施例的LC元件，基本上和第1实施例的LC元件相同，和第1实施例的LC元件的主要不同之点是第1电极10、第2电极12及pn结层26变成非螺旋形状。本实施例的各附图上与第1实施相对应的符号规定为与第1实施例的符号相同。

图7是应用于本发明的第2实施例的LC元件200的平面图，而图8是沿图7的A—A线的扩大断面图。

图9给出了由蛇行形状的电极形成的电感器的原理。如该图所示，在具有弯曲成凹凸的蛇行形状的电极10或12上流以单向电流时，在相邻的凹凸部分上将交互产生方向相反的磁通，变成了恰如把1/2匝的线圈串联连结起来的状态。所以，LC元件200作为一个整体可以使其起到具有指定的电感值的电感器导体的作用，和前一个实施例的螺旋形状的电极一样。

此外，图10给出的是第1实施例的变形例。在该变形例中把第2电极12配置在p—Si基片24的背面（里面）并使之和第1电极10大体上相向。背面电极的形状，为使用平面图可以看得清楚，为了方便起见，其位置向纸面的左上方进行了若干移动。此外，图10的沿A—A线的扩大断面图与对应的第1实施例的断面图图6相同。这样一来，即便是在把两个电极10和12夹以pn结层26使之大体上相向配置的情况下，也和示于图7与图8的LC元件200

一样,第1和第2电极10、12的每一电极都起着电感器的作用的同时,在它们之间形成了分布参数式的电容器这一点没有变化,故在具有良好的频率特性的同时还有易于制作的长处。

这样,本实施例的LC元件200在第1和第2电极10、12的每一电极都形成电感器的同时,把沿着这些电极形成的非螺旋形状的pn结层26反向偏置使用,由此使其起到电容器的作用。但是,由于在第1和第2电极10、12的整个长度上都形成了pn结层26,故第1和第2电极所形成的电感L1、L2和由pn结层所形成的电容C都以分布参数的形式存在着。

这样一来,在把设于第2电极12一头的地电极18接地或接固定电位的同时把第1电极10用作信号传输线路的情况下,将会变成对输入信号具有在广阔的频段内有良好的衰减特性的LC元件。

就如上边说过的那样,由于本LC元件200可以应用一般的双极晶体管等的制作技术来制作,故易于制作且适于小型化等等。还有,在把本LC元件作为半导体基片的一部分制作时,可以同时进行与同一半导体基片上其他部件之间的布线,故不再需要后道工序中的部件组装作业。

本实施例的LC元件200,通过改变加在pn结层26上的反向偏置电压的电压值,可以可变地控制以分布参数的形式形成的电容器的电容C,故可以调整或变更LC元件200的整体的频率特

性。

再者，由于第 1 电极 10 和第 2 电极 12 变成非螺旋形状，故本实施例的 LC 元件 200 还具有这样的特性：可以和第 1 电极 10 与第 2 电极 12 无交叉地在同一平面上进行用于信号输入输出的布线。

此外，在把第 1 电极 10 和第 2 电极 12 作成为螺旋形状的时候，第 1 电极 10 和第 2 电极 12 的两端当中的一端位于中心部件，另一端位于周边部分。对此，在本实施例的 LC 元件 200 中，由于蛇行形状的第 1 电极 10 和第 2 电极 12 的两端都位于周边部分，故在设置端子或与别的电路相连时都很方便。

第 3 实施例

下边，参照附图对本发明的第 3 实施例的 LC 元件进行说明。

图 11 是第 3 实施例的 LC 元件 300 的平面图。前边说过的第 1 实施例的 LC 元件 100，其螺旋形状的第 1 和第 2 电极 10、12 大体上在整个长度上相互平行，即大体上形成相同的长度。但是，本发明的 LC 元件 300 的特征是，把示于图 1 的第 1 实施例的第 2 电极 12 的长度缩短了，同时，与其相对应的 pn 结层 26 的长度也缩短了。

如图 11 所示，即便是部分地省掉第 2 电极 12 以及与其相对应的 pn 结层 26 的情况下，由于由变短了的第 2 电极 12 形成的电感器和由变短了的 pn 结层 26 形成的电容器仍是以分布参数形式

形成,故和示于图 1 的 LC 元件 100 一样,也具有好的衰减特性。

图 12A 给出了本实施例的 LC 元件 300 的等效电路图。如图 12A 所示,与第 2 电极 12 的圈数减少的量相对应,电感 L_3 也变小了,与此相对应,以分布参数的形式存在着的电容 C_1 也变小了。

另外,如图 12B 和图 12C 所示,通过在输入输出电极 14 和地电极 18 之间插入偏置电源 28(或可变偏置电源 34),同时在信号传输线路的输入一侧和输出一侧设置电容 30 和 32,使得可以确实地实现 pn 结层 26 的反向偏置,同时,通过可变地控制这一反向偏置电压的值来变更特性这一点,和前边说过的各实施例一样。

这样一来,通过使第 1 和第 2 电极 10、12 中的一个电极变短,同时在它们之间形成 pn 结层 26 的办法,本实施例的 LC 元件 300 就可以起到其电感器和电容器以分布参数形式存在且具有优良的衰减特性的元件的作用。此外,在可以利用半导体制作技术制作 LC 元件 300 这一点上,在可以形成为 LSI 等的一部分的同时,在这种情况下可以省掉后部工序中的布线处理等点上,和前边说过的各实施例的 LC 元件 100 等相同。

图 13 给出了变形例。在本变形例中,把第 2 电极 12 配置在 p - Si 基片 24 的背面并使其与第 1 电极 10 大体上相向配置。为了方便起见,把第 2 电极的位置向纸面的左方进行了若干移动,以便

可以用平面图来看清楚背面的电极图形。如图所示，即使是在使螺旋形状且长度不同的第1和第2电极10、12大体上相向配置的情况下，也和示于图11的LC元件300一样，第1电极10和第2电极12的每一电极起着电感器的作用的同时，在它们之间以分布参数的方式形成电容器这一点没有变，因而有着具有良好的频率特性、同时易于制作的优点。

然而，这种LC元件也具有和其断面构造示于图6的第1实施例的变形例的LC元件相同的断面构造，并且作为流过交流电流的电容器，起作用的部分实质上仅仅是位于相对设置的电极附近的螺旋形状的pn结层26。这和对第1实施例的变形例的LC元件所做的说明一样。

第4实施例。

本发明的第4实施例的LC元件基本上与第3实施例的LC元件是一样的。和第3实施例的LC元件的主要不同之处是第1电极10、第2电极12以及pn结层26变成了非螺旋形状。另外，本实施例的各附图中与第3实施例相对应的符号与第3实施例的符号相同。

图14是第4实施例的LC元件400的平面图。前边说过的第2实施例的LC元件200，其蛇行形状的第1和第2电极10、12在整个长度上大体相互平行地形成，即形成为大体上同一长度，但本实施例的LC元件400的特征是，在缩短了示于图7的第2实施

例的第2电极12的长度的同时，与其相对应的 pn 结层26也缩短了。

除去电感和电容的值之外，本实施例的 LC 元件400的等效电路和第3实施例的等效电路即图12A相同。如该图所示，与第2电极12的凹凸数减少的量相对应，电感 $L3$ 也减小了相应的量，与电感的减小相对应，以分布参数方式存在着的电容 $C1$ 也变小了。

如图12A所示，即便是在部分地省略掉第2电极和与其相对应的 pn 结层26的情况下，由于由变短了的第2电极12形成的电感器和由变短了的 pn 结层26形成的电容器以分布参数的方式形成，故和示于图7等的 LC 元件200一样，具有良好的衰减特性。

此外，和第3实施例的图12B及图12C一样，通过在输入输出电极14和地电极18之间插入用于偏置的电源28(或者可变偏置电源34)，同时在信号传输线路的输入一侧和输出一侧插入电容30、32，就可以可靠地实现 pn 结层26的反向偏置，同时，通过可变地控制这一反向偏置电压的值，就可以可变地控制以分布参数的形式形成的电容器的电容 C ，从而可以调整或者变更 LC 元件400的整体的频率特性。这一点和前边说过的各实施例是一样的。

和上述各实施例一样，如图15所示，本实施例的情况下也可把第2电极12配置在 $p-Si$ 基片24的背面并使其与第1电极10大体上相向排列。在图15中，为了方便起见把第2电极的位置向纸面的左上方进行了若干移动，以使用平面图可以弄清楚背面的

电极形状。如该图所示，即便是在使长度不同的非螺旋形状的第1和第2电极10、12大体上相向配置的情况下，和示于图14的LC元件400同样，在第1和第2电极10、12的每一电极都起着电感器的作用的同时，在它们之间以分布参数的方式形成电容器这一点也没有变化，故有着与图14的情况下相同的特征：具有良好的频率特性等等。

还有，在可以利用半导体制作技术制作LC元件400这一点上，和可以形成为LSI等的一部分从而可以省去后部工序中的布线处理等点上，本实施例的LC元件400和前边说过的各实施例的LC元件是一样的，对这些来说，有着和前边说过的各实施例相同的优点。

再者，本实施例的LC元件400，由于第1电极10和第2电极12变成了非螺旋形状，故具有这样的特征：可以无效叉地与第1电极10和第2电极12在同一面上进行用于信号输入输出的布线。

在把第1电极10和第2电极12作成为螺旋形状的情况下，第1电极10和第2电极12的两个顶端中的一个位于中心部位，另一个位于周边部位。对此，在本实施例的LC元件400中，由于蛇行形状的第1电极10和第2电极12的两端都位于周边部位，故在设置端子或与其他电路相连接时都很方便。

第5实施例

下边参照附图对本发明的第5实施例的LC元件500进行具

体说明。

前边说过的各实施例的 LC 元件 100 等等都是作为 3 端子式正常模式元件起作用的，本实施例的 LC 元件 500 的特征却是它被形成作为 4 端型共模元件来起作用。

图 16 是第 5 实施例的 LC 元件 500 的平面图。如该图所示，第 5 实施例的 LC 元件 500 的输入输出电极 36 和 38 设于螺旋形状的第 2 电极 12 的两端，这一点和示于图 1 的 LC 元件 100 不同。

图 17A 给出了第 5 实施例的 LC 元件的等效电路图。如图 17A 所示，在两个输入输出电极 14 和 16 之间形成的第 1 电极 10 起着具有电感 $L1$ 的电感器的作用的同时，形成于两个输入输出电极 36 和 38 之间的第 2 电极 12 起着具有电感 $L2$ 的电感器作用。而且，在这两个电感器之间，和第 1 实施例的 LC 元件 100 一样，由 pn 结层 26 以分布参数的形式形成了具有电容 C 的电容器。

这样一来，不仅在第 1 电极 10 的两端，在第 2 电极 12 的两端也设有两个输入输出电极 36 和 38，因此，本实施例的 LC 元件 500 就可以起到具有优良的衰减特性的 4 端子共模型元件的作用。

另外，由于在相对于第 2 电极 12、第 1 电极 10 的相对电位处于高反向偏置电位时， pn 结层 26 作为电容器而工作，所以要想使本 LC 元件作为前边说过的 4 端子共模器件而工作，就必须把输入到第 1 电极 10 一侧的信号电平设定为比输入到第 2 电极 12 一侧的信号电平还高。

图 17B 是在第 1 电极 10 和第 2 电极 12 之间强制性地加有反向偏置电压的 LC 元件，这一反相偏置电压是用用于进行偏置的电源 28 加上去的，此外，在本实施例的 LC 元件 500 中，由于对输入输出电极 14 和 36 两个输入信号，故除去在第 1 实施中用到过的电容 30 之外，在输入输出电极 36 一侧还接有电容 40。

这样一来，通过应用两个电容器 30 和 40，就可以从两个输入输出电极 14、36 的每一个电极的输入信号中去掉直流分量，使得只有每一路信号的交流分量才能叠加到由偏置电源 28 加上的反向偏置电压上输入到本实施例的 LC 元件 500 中去。

因而，本实施例的 LC 器件 500 对于 pn 结层 26 可以可靠地加上反向偏置电压，电感器和电容器都可以分布参数形式形成。因此，可以得到良好的衰减特性。

图 17C 是把图 17B 的用于进行偏置的电源 28 置换成可变偏置电源 34 的附图。即，可以用可变偏置电源 34 使反向偏置电压改变，并由此使 pn 结层 26 所具有的电容 C 的变更，即 LC 元件 500 整体特性的变更成为可能。

图 18 给出了第 5 实施例的变形例。在此变形例中，把第 2 电极 12 配置于 p-Si 基片 24 的背面并与第 1 电极 10 大体上相向排列。为了方便起见，电极的位置向纸面的左上方作了若干移动，以使用平面图可以弄清楚背面电极的形状。如该图所示，即便是在把螺旋形状的第 1 和第 2 电极 10、12 大体上相向配置的情况，和

示于图 16 的 LC 元件 500 一样,也可以使第 1 和第 2 电极 10 和 12 的每一电极起着电感器的作用并在它们之间以分布参数的形式形成电容器,使之成为 4 端子共模元件并且有频率特性良好且易于制作的优点。

然而,这种 LC 元件也像对第 1 实施例的 LC 元件曾说明过的那样,具有和断面构造示于图 6 的第 1 实施例的变形例的 LC 元件相同的断面构造,且实质上作为能流过交流电流的电容器而起作用的仅仅是位于相互相向的电极附近的螺旋形状的 pn 结层 26。

再有,在本实施例中,图示说明的仅仅是对应于第 1 实施例的 LC 元件 100 的情况,即第 1 电极与第 2 电极的长度相等的情况。不言而喻,在对应于第 3 实施例的 LC 元件 300 的情况下,即第 1 电极和第 2 电极的长度不同的情况下也同样地可构成 4 端子的共模 LC 元件。

还有,在可以利用半导体制作技术制作 LC 元件 500 这一点和可以形成为 LSI 等的一部分并可省掉后部工序中的布线处理等点上,与前边说过的各实施例的 LC 元件是一样的,对这些来说,具有和前边说过的各实施例相同的优点。

第 6 实施例

本发明的第 6 实施例的 LC 元件,基本上与第 5 实施例的 LC 元件是一样的。与第 5 实施例的 LC 元件的主要不同之处是第 1 电极 10、第 2 电极 12 以及 pn 结层 26 变成非螺旋形状。本实施例

的各附图的与第 5 实施例相对应的符号和第 5 实施例的符号相一致。

图 19 是第 6 实施例的 LC 元件 600 的平面图。如该图所示，第 6 实施例的 LC 元件，在非螺旋形状的第 2 电极 12 的两端设有输入输出电极 36 和 38，这一点与示于图 7 的 LC 元件 200 不同。

除了电感和电容的值之外，本实施例的 LC 元件 600 的等效电路和第 5 实施例的等效电路即图 17A 是相同的。和第 5 实施例的情况下一样，如图 17A 所示，形成于两个输入输出电极 14、16 之间的第 1 电极 10 起着具有电感 L_1 的电感器的作用，同时，形成于两个输入输出电极 36 和 38 之间的第 2 电极 12 起着具有电感 L_2 的电感器的作用。而且，在这两个电感器之间，和前边说过的各实施例的 LC 元件 100 等一样，由 pn 结层 26 以分布参数的形式形成了具有电容 C 的电容器。

这样一来，通过不仅在第 1 电极 10 的两端，在第 2 电极 12 的两端也设有两个输入输出电极的办法，就可以使本实施例的 LC 元件 600 具有有着良好的衰减特性的 4 端子共模元件的功能。

和第 5 实施例一样，如图 17B 或图 17C 所示，采用把电容器或固定电源接到本实施例的 LC 元件上去的办法，可以确实可靠地给 pn 结层 26 加上固定或可变的反向偏置电压。这样一来，和第 5 实施例的情况下一样，可以使 pn 结层 26 确实可靠地作为电容器而工作，而在使反向偏置电压可变的情况下，变更 pn 结层 26

所具有的电容 C 、即变更 LC 元件 600 整体的特性就成为可能。

此外，和前边说过的各实施例一样，如图 20 所示，在本实施例的情况下，也可以把第 2 电极 12 配置于 p -Si 基片 24 的背面并使其与第 1 电极 10 大体上相向排列。在图 20 中，为了方便起见，把第 2 电极表示为向纸面的左上方作了若干移动，以使用平面图可以看清楚背面电极的形状。如该图所示，即使是在使非螺旋形状的第 1 和第 2 电极 10、12 大体上相向配置的情况下，也和示于图 19 的 LC 元件 600 一样，可以形成第 1 电极 10 和第 2 电极 12 的每一电极都起着电感器的作用，并在它们之间以分布参数的形式形成电容器的 4 端子共模器件，且和图 19 的情况下相同具有良好的特性并易于制作等特性。

在本实施例中，仅图示说明了与第 2 实施例的 LC 元件相对应的情况即第 1 电极和第 2 电极的长度相等时的情况，但不言而喻，在与第 4 实施例的 LC 元件 400 对应的情况下，即第 1 电极与第 2 电极的长度不同的情况下，也同样地可以构成 4 端子的共模 LC 元件。

此外，在可以利用半导体制作技术制作 LC 元件 600 这一点上和可形成为 LSI 等的一部分并可免去后部工序中的布线处理等点上均和前边说过的各实施例的 LC 元件是相同的，对这些来说，具有和前边说过的各实施例同样的优点。

再者，本实施例的 LC 元件 600 具有这样的特征：由于第 1 电

极 10 和第 2 电极 12 变成非螺旋形状,故可以和第 1 电极 10 与第 2 电极 12 在同一平面上无交叉地用于信号输入输出的布线。

在把第 1 电极 10 和第 2 电极 12 作成为螺旋形状时,第 1 电极 10 和第 2 电极 12 的两个顶端中的一个顶端位于中心部位,另一端位于周边部位。对此,在本实施例的 LC 元件 600 中,蛇行形状的第 1 电极 10 和第 2 电极 12 的两端都位于周边部位,所以在设置端子或与别的电路相接时都很方便。

第 7 实施例

下面,参照附图对本发明第 7 实施例的 LC 元件进行具体说明。

前边说过的各实施例的 LC 元件 100 等都是用一根导体来形成第 2 电极 12 的。本实施例的 LC 元件 700 的特征是把该第 2 电极 12 分割成多个(例如分割成两条)分割电极片 12-1、12-2。

图 21 是第 7 实施例的 LC 元件的平面图。如该图所示,第 7 实施例的 LC 元件 700 有着把示于图 1 的 LC 元件 100 所用的第 2 电极 12 置换为两条分割电极片 12-1 和 12-2 的构造。从整体上看具有螺旋形状的这些分割电极片 12-1 和 12-2 的每一个都接有地电极 18,借助于使两个地电极 18 接地,由各分割电极片各自形成的电感器的一端就被接地。或者通过把两个地电极 18 接于固定电位的电源,由此,各分割电极片 12-1 和 12-2 各自形成的电感器就成了该固定电位。

图 22A 给出了第 7 实施例的 LC 元件 700 的等效电路图。如图 22A 所示, 第 1 电极 10 整体起着具有电感 L_1 的电感器的作用, 同时, 各分割电极片 12-1 和 12-2 各自起着具有电感 L_3 、 L_4 的电感器的作用。而分别存在于第 1 电极 10 与两个分割电极片 12-1、12-2 之间的 pn 结层 26 起着具有电容 C_2 、 C_3 的电容器的作用, 并且, 这些电容以分布参数的形式形成。

此外, 在图 22B 及 22C 中, 给出了强制性施加固定或可变的反向偏置电压时的电路。这些图是与第 1 实施例图 3B 和 3C 相对应的图。借助于这样的电路结构, 可使 pn 结层 26 确实地作为电容器来工作, 或可以通过变更此电容器的容量来改变 LC 元件 700 整体的特性。

在本实施例的 LC 元件 700 中, 各分割电极片 12-1 和 12-2 的自感 L_3 、 L_4 变小。因而, 由这些自感对 LC 元件 700 的整体特性所产生的影响减小, 所以 LC 元件整体的特性大体上由第 1 电极 10 所具有的电感 L_1 和以分布参数形式形成的电容 C_2 、 C_3 决定。

还有, 上面说过的本实施例的 LC 元件 700 把第 2 电极 12 分成了两个, 但也可以分割成 3 个以上的数目, 随着分割数目的增加, 各个分割电极片的自感将会进一步变小。

图 23 给出了本实施例的变形例。在此变形例中, 把两条分割电极片 12-1 和 12-2 配置于 p 型 Si 基片 24 的背面并使之与第 1 电极 10 大体相向排列。为了方便起见, 把背面电极的位置向纸面

的左上方作若干移动，以便能用平面图看清楚背面电极的形状。如该图所示，即便是在使螺旋形状的第1电极10和两条分割电极片12—1、12—2大体上相向配置的情况下，和示于图21的LC元件700一样，第1电极10和各分割电极片12—1、12—2各自起着电感器的作用，同时在它们之间以分布参数形式形成电容器这件事也不会改变，故本变形例的LC元件的优点是有良好的频率特性且易于制作。

可是，本LC元件也具有和图6所示断面构造的第1实施例的变形例的LC元件相同的断面构造，实质上作为能流过交流电流的电容器而起作用的部分仅仅是位于相互相向的电极附近的螺旋形状的pn结层26。这和对第1实施例的变形例的LC元件所作的说明是一样的。

另外，对于可以利用半导体制造技术制作LC元件700和可形成LSI等的一部分并可免去后继工序中的布线处理等各点，和前边说过的各实施例的LC元件相同，就这些点来说具有和前面说过的各实施例同样的长处。

第8实施例

本发明的第8实施例的LC元件，基本上和第7实施例的LC元件是一样的。与第7实施例的LC元件的主要不同之处是第1电极10和第2电极12及pn结层变成非螺旋形状。本实施例的各附图的与第7实施例相对应的符号和第7实施例的符号相同。

图 24 是第 8 实施例的 LC 元件 800 的平面图。如该图所示，第 8 实施例的 LC 元件 800 具有把示于图 7 的 LC 元件 200 所用的第 2 电极 12 置换成两条分割电极片 12-1 和 12-2 的构造。从整体上看具有非螺旋形状的这些分割电极片 12-1、12-2 的每一分割电极片都接有地电极 18。这两个地电极 18 被接地或被接到固定电位的电源上。这样一来，各分割电极片 12-1 和 12-2 各自所形成的电感器就变成了该固定电位。

本实施例的 LC 元件 800 的等效电路，除去电感和电容值之外，和第 7 实施例的等效电路图即图 22A 是一样的。和第 7 实施例的情况下一样，如图 22A 所示，第 1 电极 10 的整体起着具有电感 L_1 的电感器的作用，同时，各分割电极片 12-1、12-2 各自起着具有电感 L_3 、 L_4 的电感器的作用。这样一来，位于第 1 电极 10 和两个分割电极片 12-1、12-2 各自之间的 pn 结层 26 就起着具有电容 C_2 、 C_3 的电容器的作用，而且这些电容器以分布参数的形式形成。

和第 7 实施例的情况一样，如图 22B 或图 22C 所示，通过把电容和稳压电源接到本实施例的 LC 元件上的办法，可以确实地给 pn 结层 26 加上恒定或可变的偏置电压。因此，和第 7 实施例的情况一样，可以使 pn 结层 26 确实地作为电容器进行工作，在使反向偏置电压可变的情况下，还可以变更 pn 结层 26 所具有的电容 C ，即可以变更 LC 元件 800 整体的特性。

和上述各实施例一样，在本实施例的情况下也可以把第 2 电极 12 配置在 p -Si 基片 24 的背面并使之和第 1 电极 10 大体上相向排列，如图 25 所示的那样。在图 25 中，为了方便起见，把背面电极位置向纸面的左上方作了若干移动，以便在平面图上可以看清楚背面电极的形状。如该图所示，即便是在使非螺旋形状的第 1 电极 10 和两条分割电极片 12-1、12-2 大体上相向配置的情况下，和示于图 24 的 LC 元件 700 一样，第 1 电极 10 和分割电极 12-1、12-2 的每一电极片起着电感器的作用，同时在它们之间以分布参数的形式形成电容这件事也不会变化，并具有有良好的频率特性等等和图 24 的情况下相同的特征。

前边说过的本实施例的 LC 元件 800 把第 2 电极 12 分割成了两片，也可以将其分割为 3 片以上的数目，且随着分割片数的增加，各个分割电极片的自感将进一步变小。

另外，在可以利用半导体制作技术制造 LC 元件 800 这一点和可形成成为 LSI 等的一部分并可免去后部工序中的布线处理等点上，本实施例的 LC 元件与前边说过的各实施例的 LC 元件是一样的，对于这些来说，有着和前面说过的各实施例相同的优点。

再者，本实施例的 LC 元件 800 还具有可在同一平面上与第 1 电极 10 和第 2 电极 12 无交叉地进行用于信号输入输出的布线的特征，因为第 1 电极 10 和第 2 电极 12 变成了非螺旋形状。

另外，在把第 1 电极 10 和第 2 电极 12 作成为螺旋形状的时候

候,第1电极10和第2电极12的两个顶端中的一个顶端位于中心部位,另一顶端位于周边部分。因此,在本实施例的LC元件800中,由于蛇行形状的第1电极10和第2电极12的两端都位于周边部分,故在设置端子或与别的电路相连时都很方便。

第9实施例

下边,参照附图对本发明的第9实施例作具体的说明。

一般说,通过作成螺旋形状,使导电体起着具有指定电感的电感器的作用。此外,如上边说过的那样,即便是把电极10、12作成蛇行形状的,电极也起着具有指定电感的电感器导体的作用。然而,把输入信号的频段限于高频的情况下,即使把电极10、12作成螺旋形状和蛇行形状以外的形状,极端地说作成直线形状,也将起着具有电感成分的电感器导体的作用。本实施例的LC元件,着眼于这一点,具有把电极10等作成螺旋形状和蛇行形状以外的形状的特征。

图26A、图26B、图27A和图27B是把第1和第2电极10、12都作成直线形状的本实施例的LC元件的平面图。

图26A对应于前边说过的图1和图7,给出了第1和第2电极10、12的长度大体上相等且大体上平行地形成的三端子型LC元件。图26B对应于图11和图14,给出了使第2电极12与第1电极10的一部分相对应而设置的LC元件。

图27A对应于图16和图19,给出了在第2电极12的两端各

设有输入电极 36、38 以作成为 4 端子的共模型元件的情况。图 27B 与图 21 和图 24 相对应，给出了把第 2 电极分割为两条分割电极片 12—1、12—2 的 LC 元件。

在前边说过的图 26 和图 27 中，表示在同一面内形成第 1 电极 10 和第 2 电极 12 的 LC 元件，但是，如图 5 和图 6 等所示，把第 1 电极 10 与第 2 电极 12 配置为夹着 pn 结层且大体上相向排列的情况下，也同样地可以把第 1 电极 10 和第 2 电极 12 都形成为直线形状。

图 28 的平面图是把第 1 和第 2 电极 10、12 作成为曲线形状的 LC 元件的平面图，该图是表示曲率半径大的曲线形状的情况。在用直线把两个输入输出电极 14、16 连结起来的位置上必须配置其他部件时，如该图所示，就可以把第 1 和第 2 电极 10、12 作成曲线形状。

图 29 是把第 1 和第 2 电极 10、12 作成为波形形状时的 LC 元件的平面图。这种 LC 元件的电感没有示于图 1 或图 7 等的螺旋形状或蛇行形状电极的电感那么大，但和把第 1 与第 2 电极 10、12 作成为直线形状或曲率半径大的曲线形状时相比就变成为具有大的电感了。

图 30 是把第 1 和第 2 电极 10、12 作成为不满一圈的圆环状时的 LC 元件的平面图。如该图所示，通过把第 1 和第 2 电极 10、12 作成为不满一圈的圆环状，就可以形成具有小的电感的 LC 元

件。另外，通过使第1和第2电极10、12的一头或两头部分地折返回来，就可以部分地抵消第1电极10等所产生的磁通而减小电感，因而也可以调整LC元件整体的电感，即调整F德侍匿浴井

再者，示于上边说过的图28—图30的LC元件的每一个元件，为了使说明简单，仅仅给出了对应于图26A的LC元件，但对应于图26B、图27A和图27B的每个元件的类型(type)和把第1电极10与第2电极12配置为夹着pn结层26且大体上相向排列的类型，也可以同样地看待。

这样一来，示于图26A—图30的LC元件是把第1和第2电极10、12作成为另外的形状的LC元件，它们和前边说过的第1实施例—第7实施例一样，可以起着具有良好的衰减特性的元件的作用。此外，通过改变加在pn结层26上的反向偏置电压，也可以改变以分布参数形式形成的电容器的电容，从而能可变地控制LC元件整体的特性这一点也和前边说过的各实施例相同。

还有，在可以利用半导体制作技术制造本实施例的LC元件这一点和可以形成为LSI等的一部分并可免去后继工序中的布线处理等方面，和前边说过的各实施例的LC元件一样，具有和前述各实施例同样的优点。

再者，由于第1电极10和第2电极12变成为非螺旋形状，故本LC元件具有可以在同一平面上对第1电极10及第2电极12无交叉地进行用于输入输出信号的布线这一特征。

其他的实施例

下边,参照附图对本发明的其他实施例所涉及的 LC 元件作具体的说明。

图 31 及图 32 示出了用化学液相生长法进行端子装配时的概略情况。图 31 是与图 1 等相对应的本实施例的 LC 元件 500 的平面图。如该图所示,LC 元件 500 的第 1 和第 2 电极 10、12 的两端并没有设置输入输出电极 14 等等。把含有具有这样的形状的第 1 及第 2 电极 10、12 的半导体基片切割开以后,用化学液相生长法在一个一个地切割开来的芯片(元件)的整个表面上形成作为绝缘膜的硅氧化膜 42。其后,用刻蚀法除去第 1 和第 2 电极 10、12 的顶端部分上的硅氧化膜 42 以便开孔,再把此孔用焊锡 44 密封到鼓出表面的程度,使得进行表面装配时很方便,因为可以使突出出来的焊锡 42 与印刷布线基片的焊盘(Land)直接接触。图 40 是这样形成的 LC 元件的断面图。该图的断面相当于在经上述处理之前的半导体基片时的图 31 的 C—C 线处断面。

再者,也可以把合成树脂等其他的绝缘材料用作元件表面的保护膜。也可以利用激光光线使保护膜穿孔。

图 33 是把前边说过的各实施例的 LC 元件 100 等形成为 LSI 等的一部分时的说明图。如该图所示,把前边说过的各 LC 元件 100 等插入到半导体芯片 46 上的各种信号线或电源线 48 上,以便组装进去。特别是由于前边说过的各实施例的 LC 元件 100 等,可

以在半导体芯片 46 上形成各种电路的过程中同时制作, 所以具有可以免去在后部工序中与 LC 元件 100 等以及该各种电路之间的布线处理的优点。

另外, 在图 33 和后边将要讲到的图 34 中, 作为一个例子, 画出了把第 1 实施例的 LC 元件 100 组装到电路的一部分中去的情况, 但不言而喻, 可以考虑用别的实施例的 LC 元件, 比如说用 LC 元件 300 等置换该 LC 元件 100。

图 34A、B、C、D 和 E 给出了在前边说过的各实施例的 LC 元件 100 等的输出一侧接有缓冲器的例子。图 34A 给出的是把由 $MOSFET$ 和电阻组成的源极跟随器电路 50 用作缓冲器的情况。构成这一源极跟随器电路 50 的 $MOSFET$, 虽然有着和前边说过的各实施例的 LC 元件若干不同的构造, 但由于可形成于同一半导体基片上, 故可以把包括源极跟随器电路 50 的整体, 作为 LC 元件一体性地形成。

图 34B 给出了把由接成达林顿管的两个双极晶体管和电阻组成的发射极跟随器 52 用作缓冲器的情况。构成这种发射极跟随器电路 52 的双极晶体管具有和前边说过的各实施例的 LC 元件相同的构造, 故易于把含有该发射极跟随器电路 52 的全体作为 LC 元件一体性地形成。此外, 通过经由电阻把离输出近的晶体管的基极接地, 还可以改善该晶体管的工作点的稳定度。

图 34C 给出了把在反向偏置使用的 p 沟 $MOSFET$ 用作缓冲

器时的电路图。

图 34D 给出了把由两个 MOSFET 和电阻组成的放大电路 54 用作缓冲器的情况。构成这种放大电路 54 的 MOSFET 和前边说过的各实施例的 LC 元件尽管构成上有若干不同,但由于可以形成于同一半导体基片上,故易于把包括该放大电路 54 在内的全体,一体性地形成为 LC 元件。此外,在该电路中,电压放大倍数为 $1+(R_2/R_1)$,若令 $R_2=0$,则与源极跟随器一样。

另外,图 34E 给出了把由两个双极晶体管和电阻组成的放大电路 55 用作缓冲器的情况。由于前边说过的各实施例的 LC 元件和双极晶体管有着相同的构造,故可以把包括该放大电路 55 在内的全体在同一半导体基片上一一体性地形成 LC 元件。此外,在该电路中,电压放大倍数为 $1+(R_2/R_1)$,若令 $R_2=0$,则等效于发射极跟随器。

还有,在把示于图 34A、B、C、C、D 和 E 的 LC 元件 100 置换成第 5 或第 6 实施例的 LC 元件 500、600 等时,由于把第 1 和第 2 电极 10、12 两者都用作信号传输线路,故第 2 电极 12 的输出上也要接上前边说过的缓冲器电路 50、52、52、54 或 55。

借助于像这样在输出端侧设以缓冲器,就可以用 LC 元件 100 等除去比较宽的频段的频率成分。同时,通过第 1 电极 10 等由于用放大而复原被衰减了的信号电平,所以获得 S/N 比良好的输出信号,还可以获得与后级电路的阻抗匹配等等。

通过在输出一侧接上电平变换电路的办法，并借助于通过 LC 元件的第 1 电极 10 等放大衰减了的信号，可以进行指定的电平变换或电平补偿。

此外，可以把这些电平变换电路和各实施例的 LC 元件一体性地形成于同一半导体基片上，这一点和前边说过的缓冲器的情况相同。

对第 5 或第 6 实施例的 LC 元件 500、600 来说，把电平变换电路也要接到第 2 电极 12 的输出一侧上，这一点也和前边说过的缓冲器的情况相同。

本发明不局限于上述各实施例，在本发明的要点范围内，种种变形实施都是可能的。

例如，在前边说过的各实施例中，使第 1 和第 2 电极 10、12 直接接触 pn 结层 26 的表面而形成，但也可以使第 1 和第 2 电极 10、12 中的至少一个和 pn 结层 26 之间介以 SiO_2 等的绝缘层 62。

图 35A、B 和 C 给出了第 1 和第 2 电极 10、12 和 pn 结层之间至少一个形成了绝缘层 62 时的断面构造。图 35A 是两个电极 10、12 两者都介以绝缘层 62 而形成的情况。在这种情况下，可以直接给 pn 结层 26 加上反向偏置电压，同时直接把信号输入到设于第 1 电极 10 的一个顶端的输入输出电极 14 上去。即，在介以绝缘层 62 而配置的第 1 电极 10 和 n^+ 区 22 之间或第 2 电极 12 和 p^+ 区 20 之间，变成为起着电容器的作用，于是就可省去前述图 3B 等所示

的那种用于除去直流分量的电容器 30。

图 35B 给出了仅在第 2 电极 12 一侧形成绝缘层 62 的情况，与此相反，图 35C 示出了仅在第 1 电极 10 一侧形成绝缘层 62 的情况。在这些情况下，也和图 35A 一样，可以直接把反向偏置电压加到 pn 结层 26 上，同时，直接把信号输入到设于第 1 电极 10 的一端的输入输出电极 14。

图 36A、B 和 C 表示在大体上相向配置的第 1 和第 2 电极 10、12 各与 pn 结层 26 之间中至少一方形成了绝缘层 62 时的断面构造。图 36A 是两个电极 10、12 都介以绝缘层 62 而形成时的情况。在这种情况下，可以直接给 pn 结层 26 加上反向偏置电压，同时直接把信号输入到设于第 1 电极 10 的一个顶端的输入输出电极 14 上去。图 36B 和图 36C 分别给出了仅在第 2 电极 12 一侧形成绝缘层 62 和仅在第 1 电极 10 一侧形成绝缘层 62 的情况。

在前边说过的各实施例的使起电感器作用的第 1 电极 10 和第 2 电极 12 相向排列的这种类型的 LC 元件中，起电感器作用的第 1 电极 10 和第 2 电极 12 配置为完全相向，但是，由于也可以使第 1 和第 2 电极 10、12 起由 pn 结层 26 所构成的电容器的电极的作用，故把这些起电感器作用的电极 10、12 稍稍偏移开和大体上相向配置也行。

在上述各实施例中，由于在最后的工艺中用蒸镀铝等的工艺以使其形成第 1 和第 2 电极 10 和 12，所以这些电极 10、12 都如图

2 所示那样地变成了突出来的断面形状, 但通过用刻蚀等工艺在 pn 结层 26 的一部分上形成指定形状的沟槽, 如图 37 或图 38 所示, 也可以使这两个电极 10、12 埋进 pn 结层 26 中去。这样一来, 就可以形成在表面一侧没有凹凸的大体上平坦的 LC 元件。

另外, 在上述各实施例中, 利用包括 p -Si 基片在内的 pnp 结构形成了 LC 元件, 但同样地也可以作成 nnp 结构。图 39 给出了作成 nnp 结构时的 LC 元件的部分断面图。在作成这样的结构的情况下, 必须把加于 pn 结层的反向偏置电压的极性反过来。图 40 给出了像这样把所加反向偏置电压的极性反过来时的结构, 电路与图 3C 相对应。

另外, 把前边说过的第 1 和第 2 电极 10、12 配置为夹着 pn 结层 26 大体上相向位置的各实施例的 LC 元件(示于图 5 的 LC 元件 100 等), 以把 p -Si 基片 24 的整体作成为由 n 区 22 和 p 区 20 组成的 pn 结层 26 的情况为例进行了说明。但如图 41 所示, 也可以把 n 区 22(或者 p 区 20)作成为沿着第 1 电极 10 等的形状。在这种情况下, 在沿着电极 10 等形成的 n 区 22 和 p 区 20 之间的界面(pn 结面)上将产生耗尽层并形成螺旋形状的电容器, 故可以比示于图 6 等的结构更可靠地形成螺旋形状等的电容器。

实际上, 在把 p -Si 基片 24 整体作成为由 n 区 22 和 p 区 20 组成的 pn 结层 26 的时候, 必须把 p -Si 基片 24 的厚度作得比大片的状态还要薄。一般说, 考虑到 n 型大片易于得到, 也可以作成示

于图 42A、B、C 和 D 的那样的结构。

就是说,如图 42A 所示,在 n 型 Si 基片 64 的表面上用外延生长等技术先形成 p 区,然后在其上部形成第 1 电极 10 之后,在 n -Si 基片 64 的背面进行刻蚀并在此进行了刻蚀的部分上形成第 2 电极 12。

如图 42B 所示,在 n 型 Si 基片 64 的表面上依次形成 p^+ 区 66 和 n^+ 区 68,并在其上部形成第 1 电极 10 之后,进行 n 型 Si 基片 64 的刻蚀,并在此进行了刻蚀的部分形成第 2 电极 12。

另外,如图 42C 或图 42D 所示,在 n -Si 基片 64 的一部分上大体上沿着第 1 电极 10 形成 p^+ 区 66 之后,再在其一部分上大体上沿着第 1 电极 10 形成 n^+ 区 68,之后,在 n 型 Si 基片 64 的背面进行与第 2 电极 12 相对应的部分的刻蚀,并在该进行了刻蚀的部分形成第 2 电极 12,在其相反的一面的 n^+ 区 68 的上部形成第 1 电极 10。另外,在示于 42D 的结构中,在某一部分的电感器电极 10、12 和相邻部分的电感器电极 10、12 之间必然会存在着 pnp 或 npn 的三层结构,和图 42C 的情况下相比,可获得良好的隔离。

在前边说过的各实施例中,把载流子的浓度比通常的 p 型或 n 型基片还高的区域表示为 p^+ 或 n^+ ,但只要应该起到以分布参数形式存在着的电容器的作用的 pn 结层能起到电容器的作用,即便是通常的 p 区或 n 区也可以。

在应用了有着前边说过的螺旋形状电极的 LC 元件的各实施

例中，我们考虑到的是大体上呈圆形的螺旋形状的第1电极10、第2电极12和pn结层26，但如果从整体上看具有螺旋形状的话，即便是四角形或其他的螺旋形状也可以。

还有，在上边说过的各实施例中，我们说过可以把LC元件100等形成为LSI等的一部分，但并不是必须形成为LSI等的一部分，也可以在半导体基片上形成了LC元件100等等后，分别在输入输出电极14、16以及地电极18上装配端子，或者利用示于图31和图32的化学液相生长法装配端子，形成为单独的元件。在这种情况下，如果先在同一半导体基片上同时形成多个LC元件100等，之后，将半导体基片切割开以对各个LC元件100等装配端子，则可以容易地进行大量生产。

在前边说过的各实施例中，使得输入输出电极14、16和地电极18各都设于第1和第2电极10、12的最顶端部位，但并不是非要设在最顶端不可，根据需要，其装配位置也可以偏离最顶端。

在应用了前边说过的具有螺旋形状的LC元件的第1实施例等实施例中，把位于外侧的第2电极12接地或接于固定电位，但这些第1、第2螺旋形状的电极10、12的布局也可以反过来。此外，我们把地电极18设于第2螺旋形状的电极12的外圆周一侧的一端，但也可以将此地电极18设于内圆周一侧的一端。

还有，在应用了上边说过的具有蛇行形状的电极的LC元件的各实施例中，把第1和第2输入输出电极14和16配置于第1电

极 10 的两个顶端附近某一分隔开来的位置上,但也可对第 1 电极 10 的形状进行研究,使两个输入输出电极 14 和 16 靠近配置。

例如,如图 43 所示,把两个输入输出电极 14、16 配置得相互邻近,同时,把示于图 1 的 LC 元件 100 的第 1 或第 2 电极 10、12 的一个顶端延长到输入输出电极 16。或者,如图 44 所示,把两个输入输出电极 14、16 配置为相互邻近的同时,使示于图 1 的 LC 元件 100 的第 1 和第 2 电极 10、12 保持蛇行形状原状地折返回来。

这样一来,通过对第 1 电极 10(或者第 1 和第 2 电极 10、12 两者)的形状进行研究,就可以使两个输入输出电极 14、16 的位置相互接近,使地电极 18 和这些输入输出电极 14、16 大体形成于同一位置上。因而,得以容易地进行装配端子时的布线,得以使制作工艺简化。

前边说过的各实施例的 LC 元件 100 等,通过改变反向偏压,以分布参数形式存在着的电容器的电容也跟着变化,因而能可变地控制作为 LC 元件的频率特性。因此,通过把 LC 元件 100 等用作电路的一部分的办法,就可以方便地把调谐电路、调制电路、振荡电路、滤波器等构成为可变频率型。

此外,前边说过的各实施例的 LC 元件 10 等,以在 $p-Si$ 基片 24 上形成 pn 结层 26 的情况为例进行了说明,但即便是用了锗等别的种类的半导体和无定形硅等非晶材料的时候也可以。

图. 1

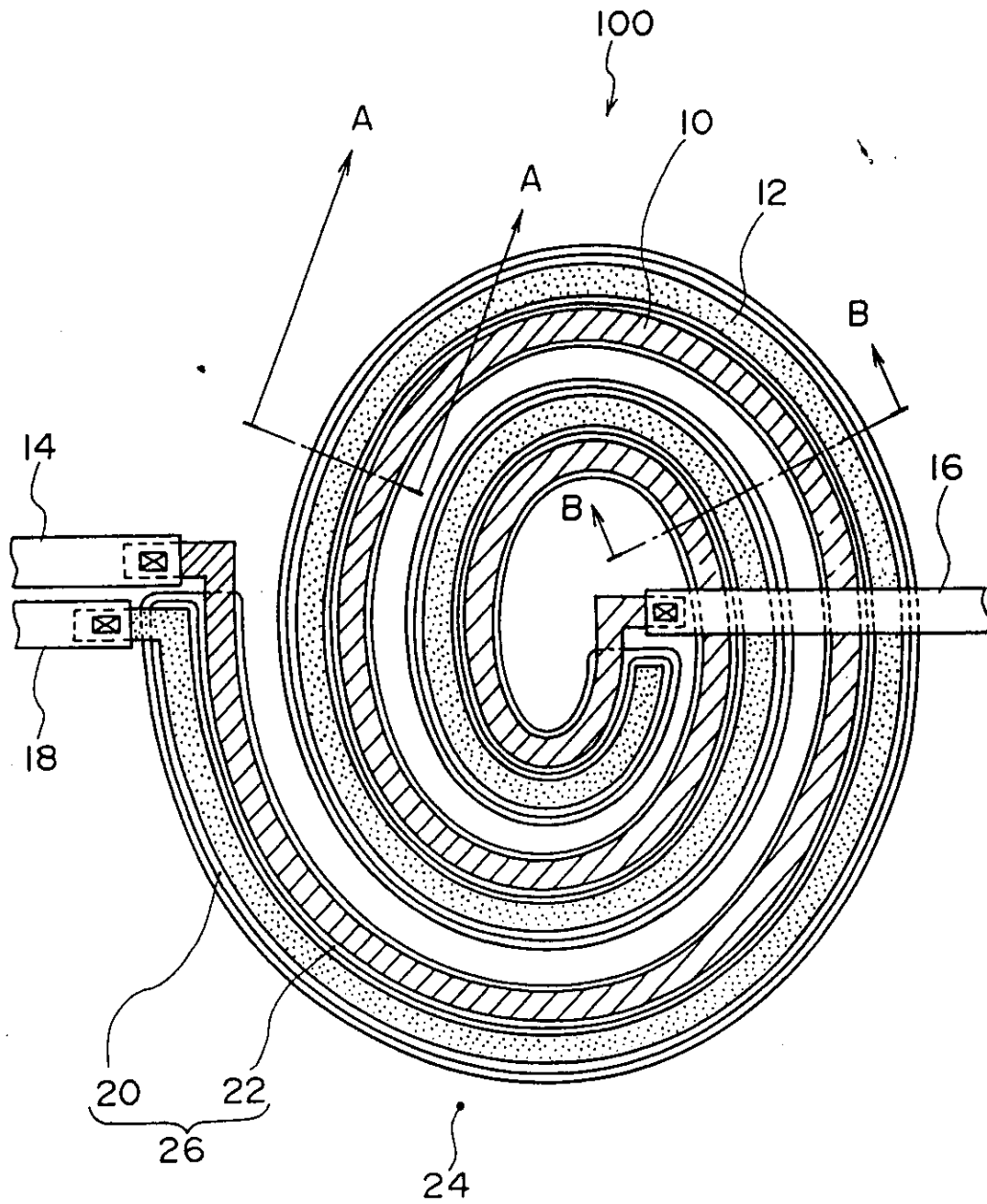


图. 2

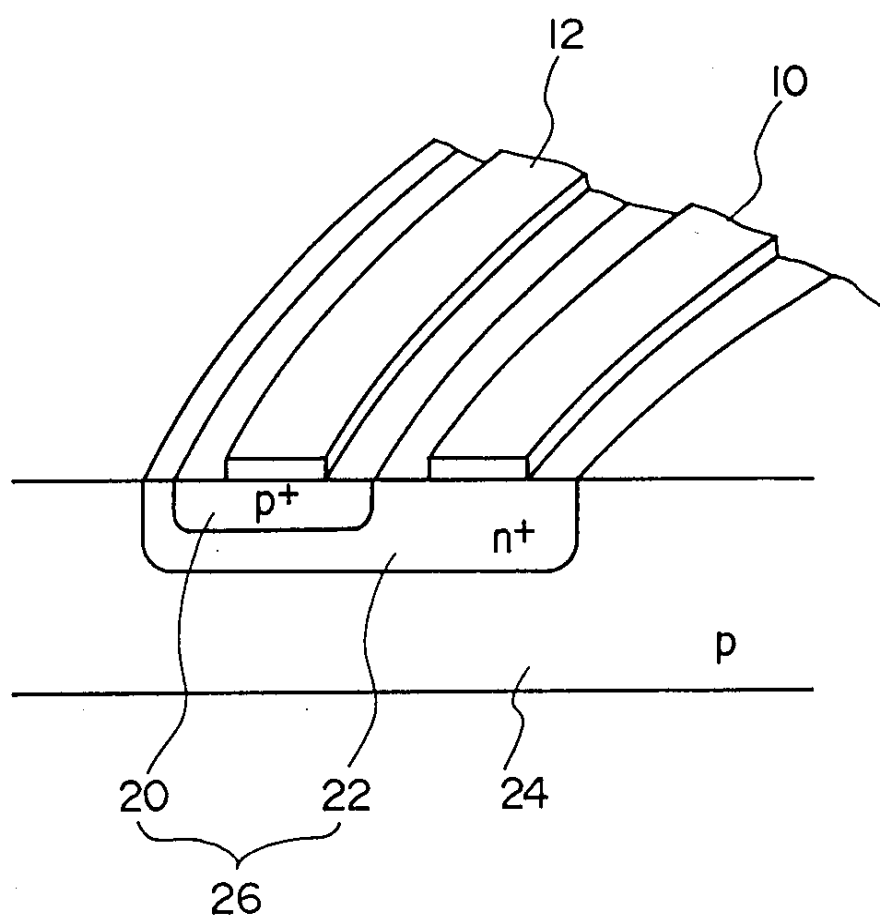


图. 3A

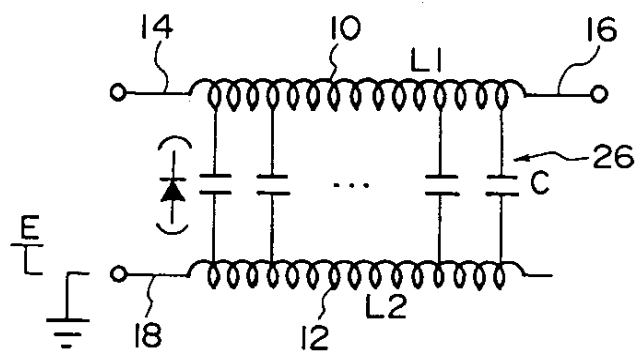


图. 3B

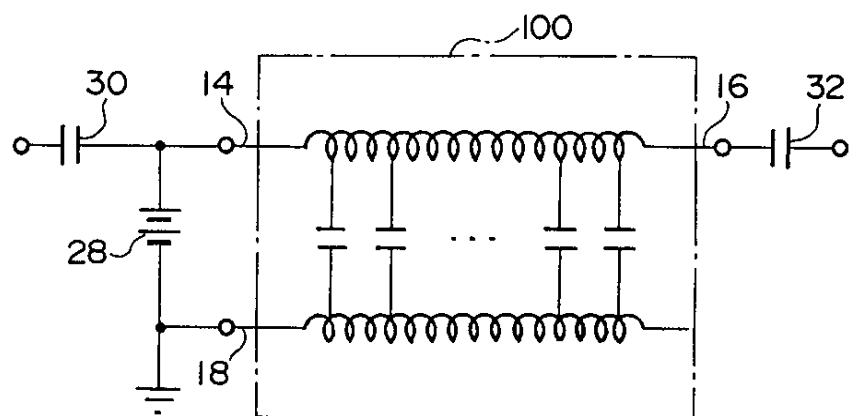


图. 3C

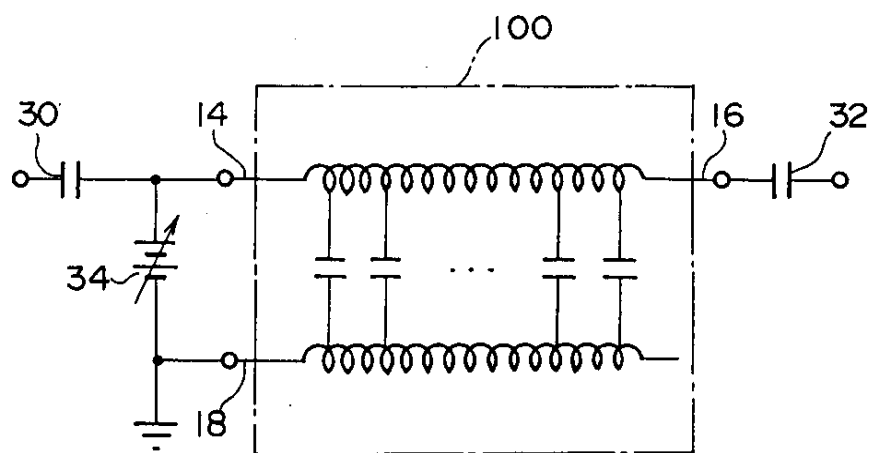


图. 4A

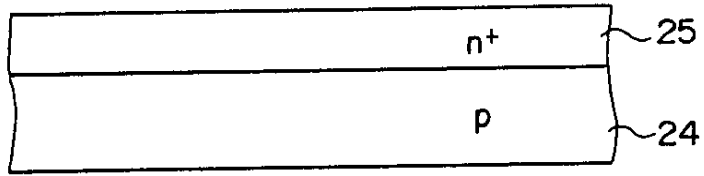


图. 4B

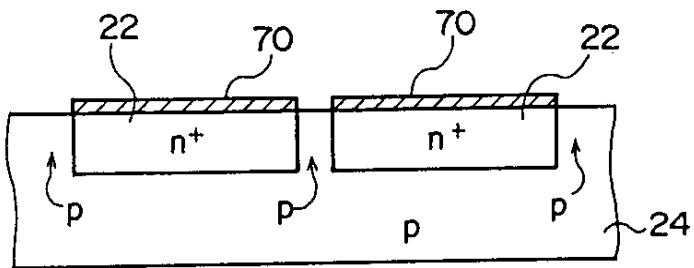


图. 4C

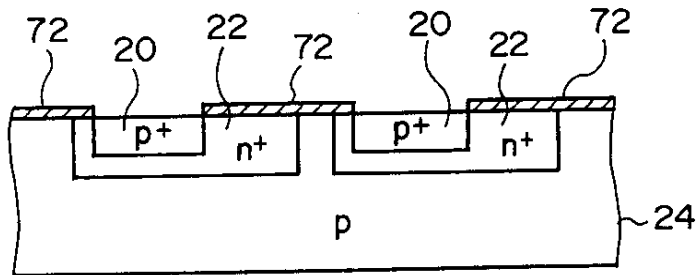


图. 4D

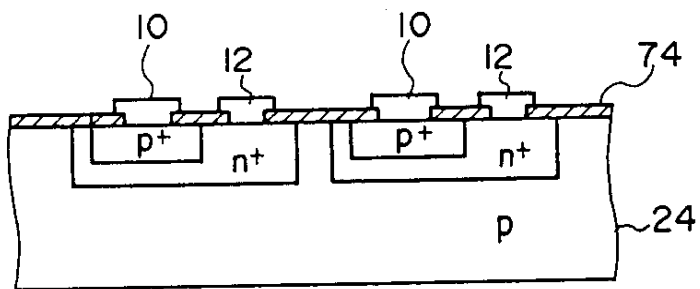


图. 5

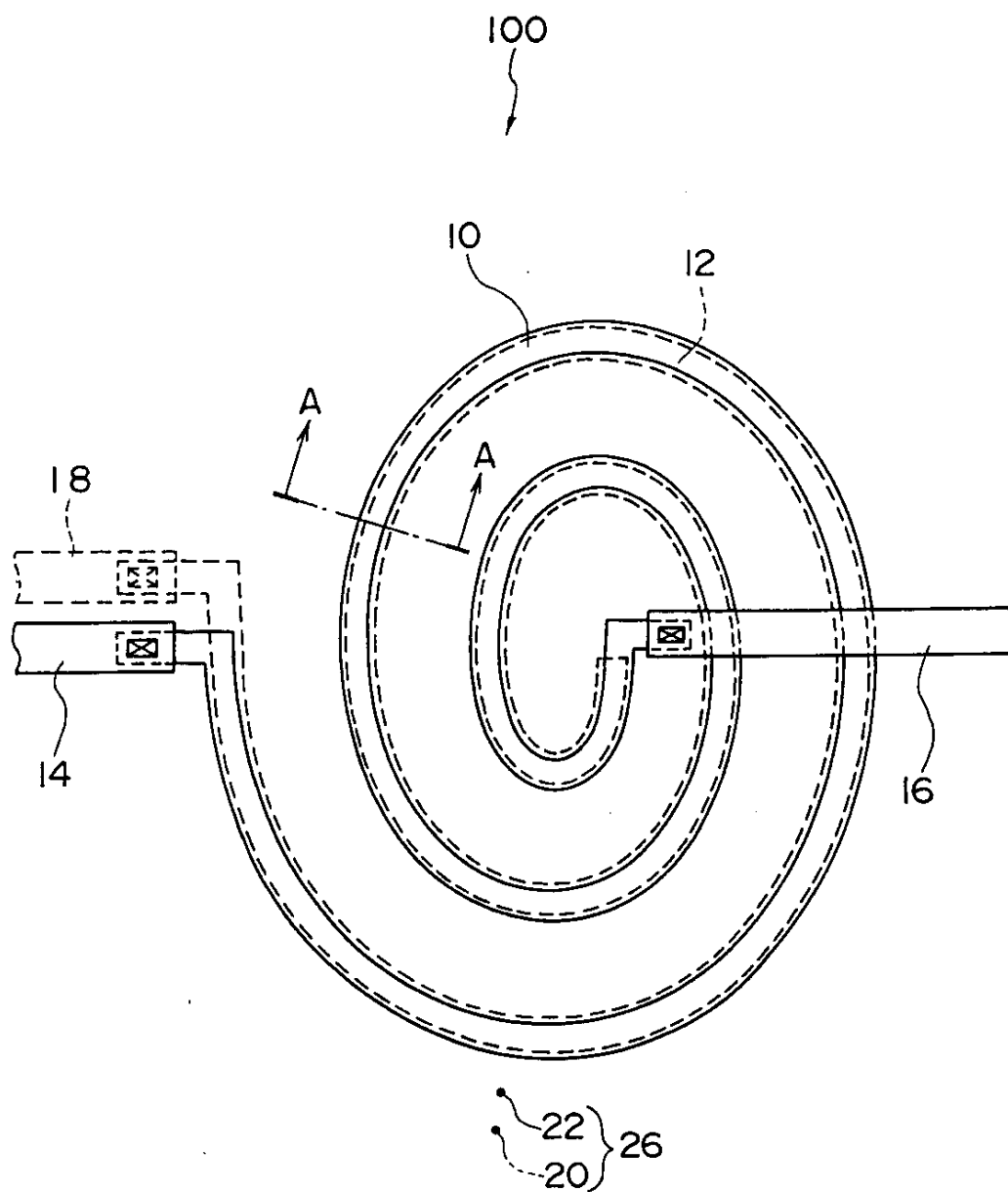


图.6

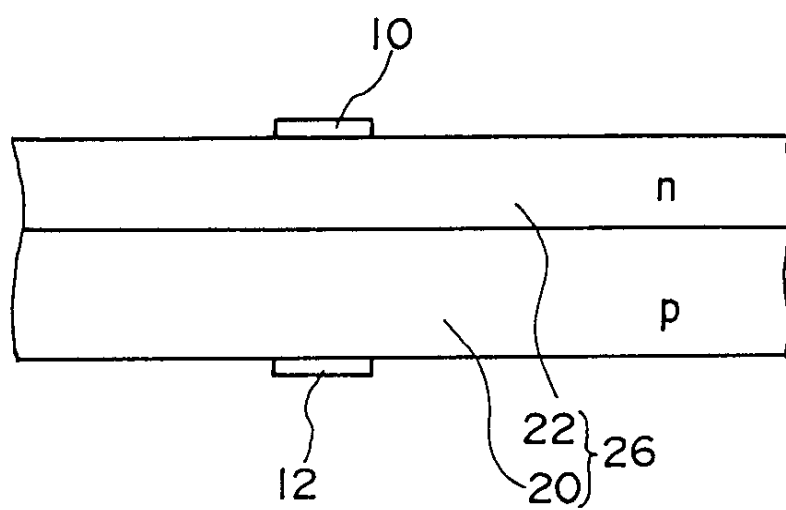


图. 7

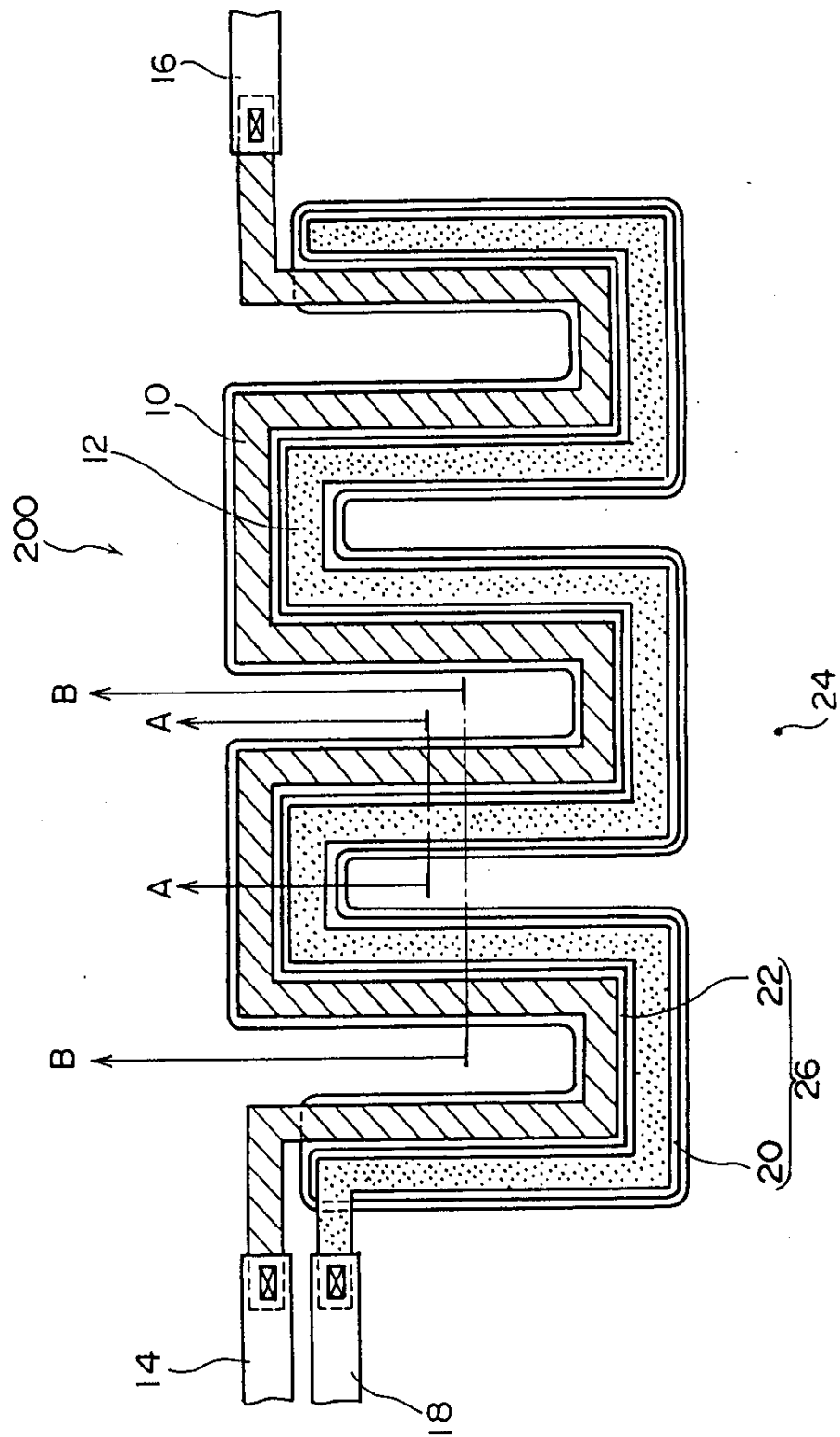


图. 8

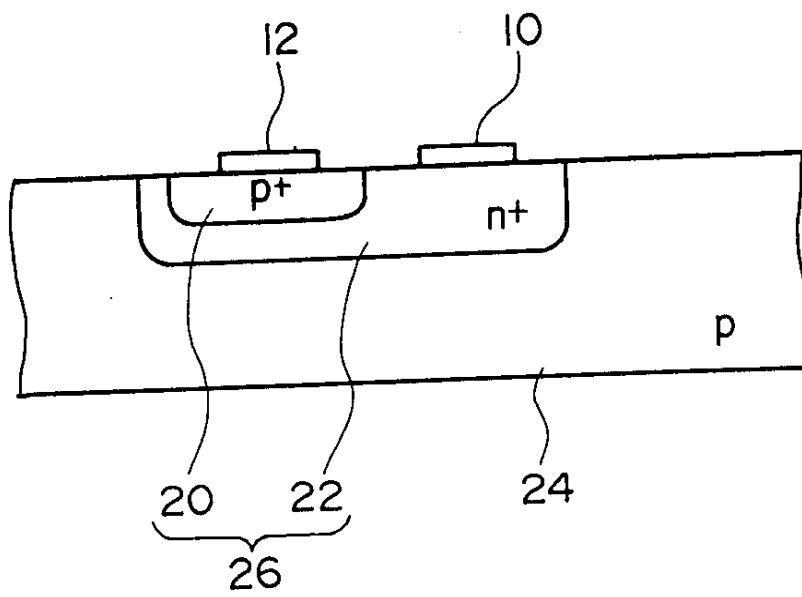


图. 9

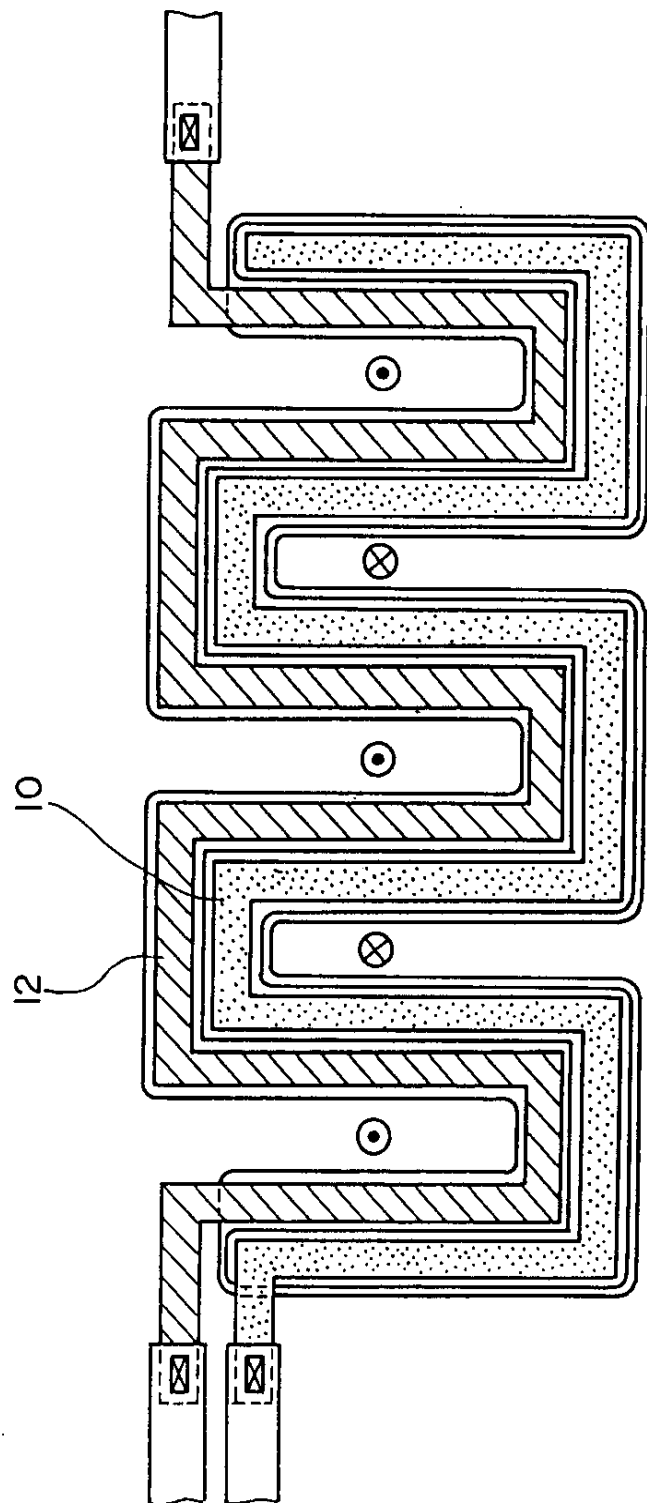


图.10

200

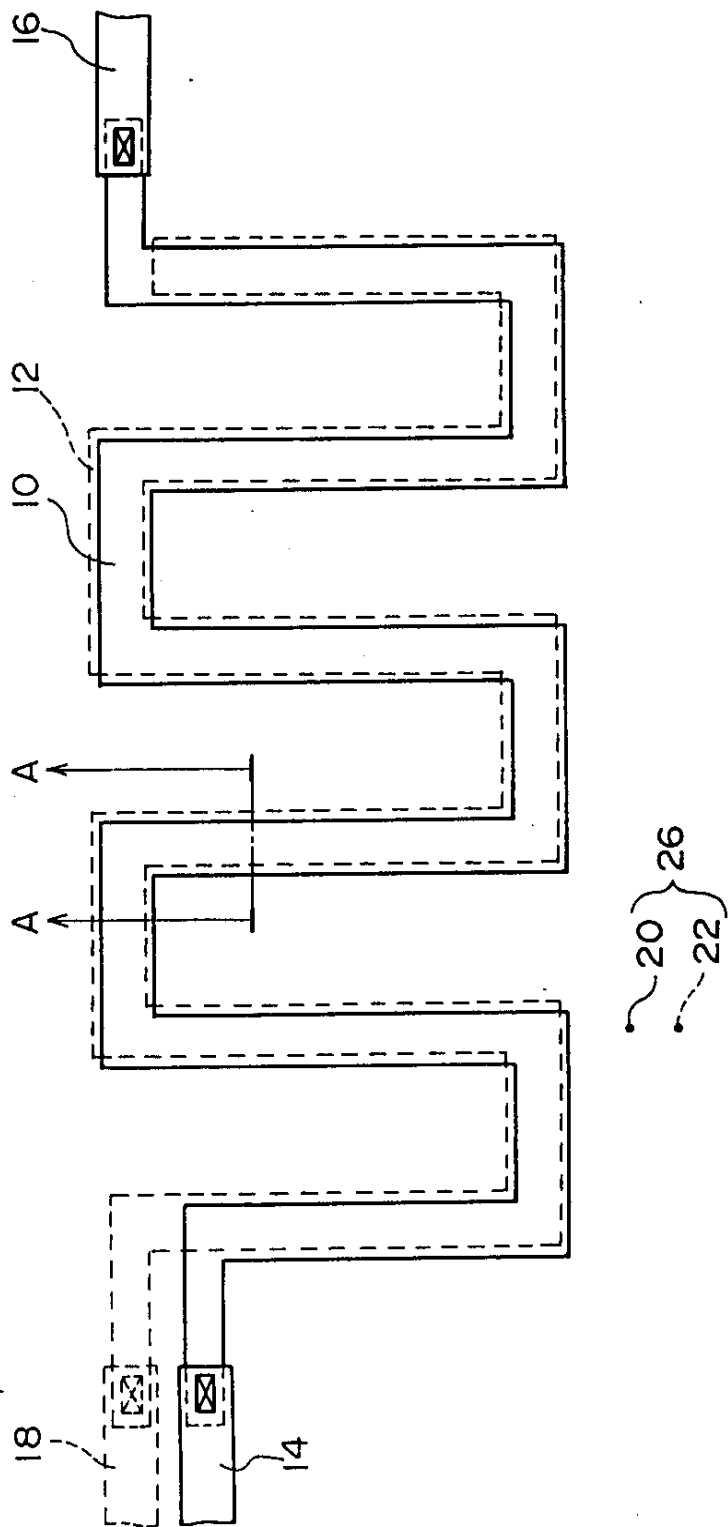


图. 11

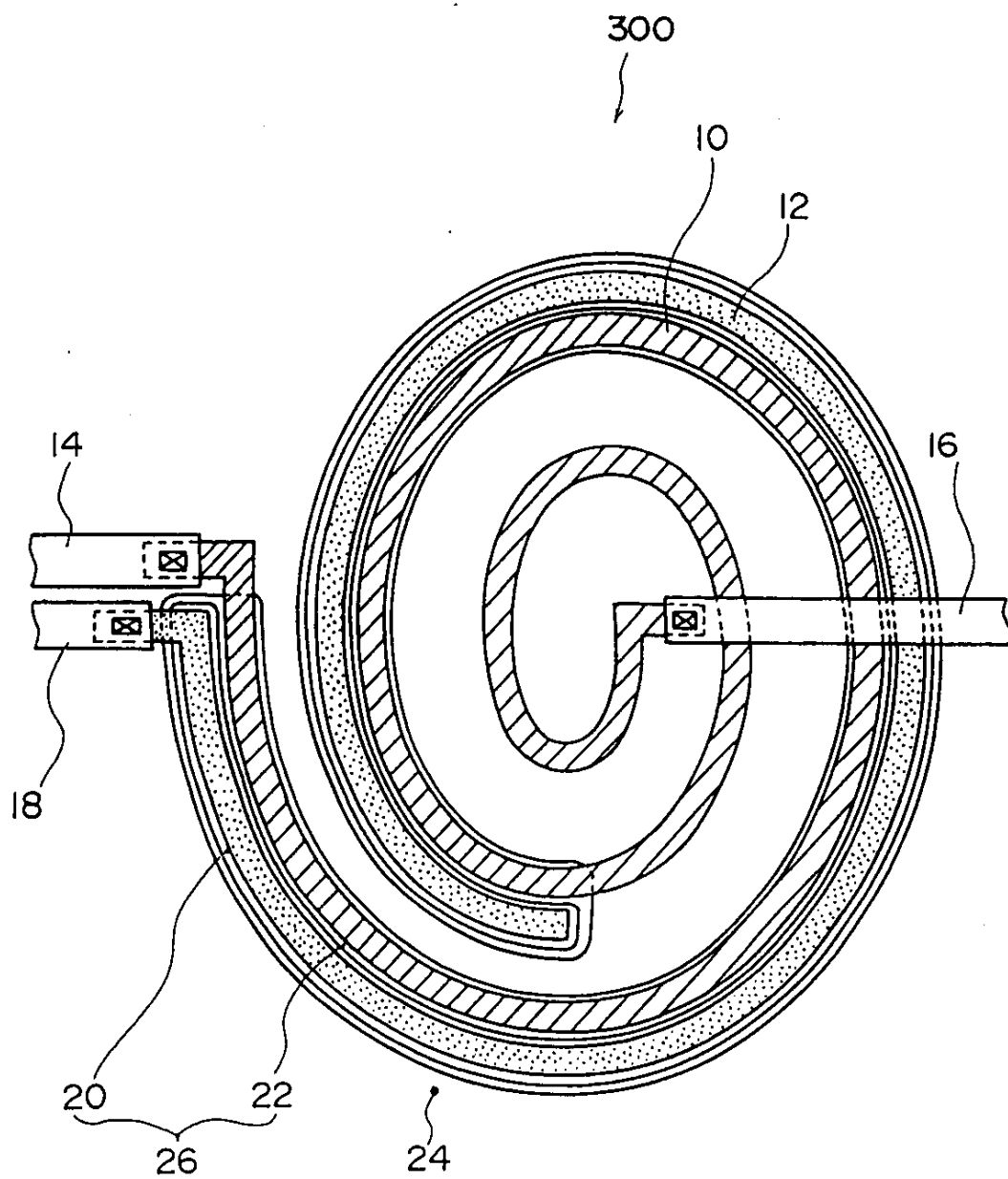


图.12A

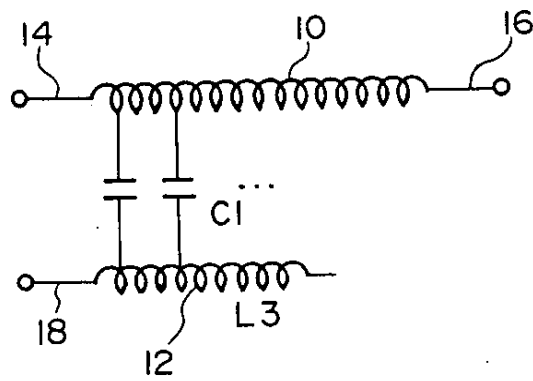


图.12B

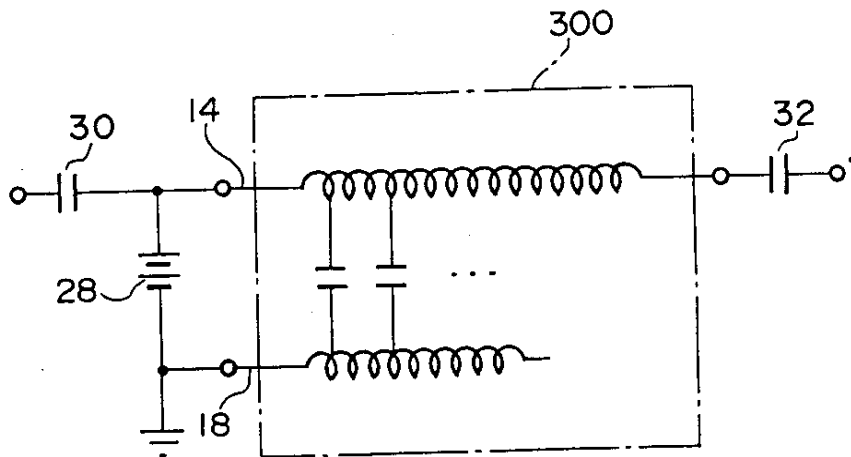


图.12C

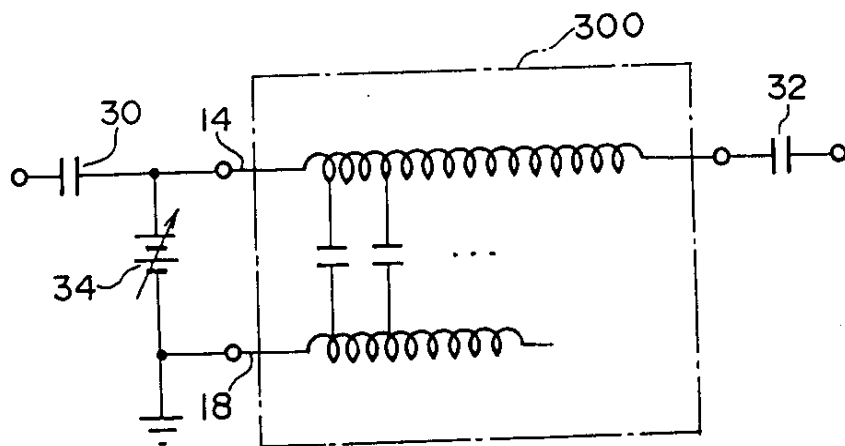


图.13

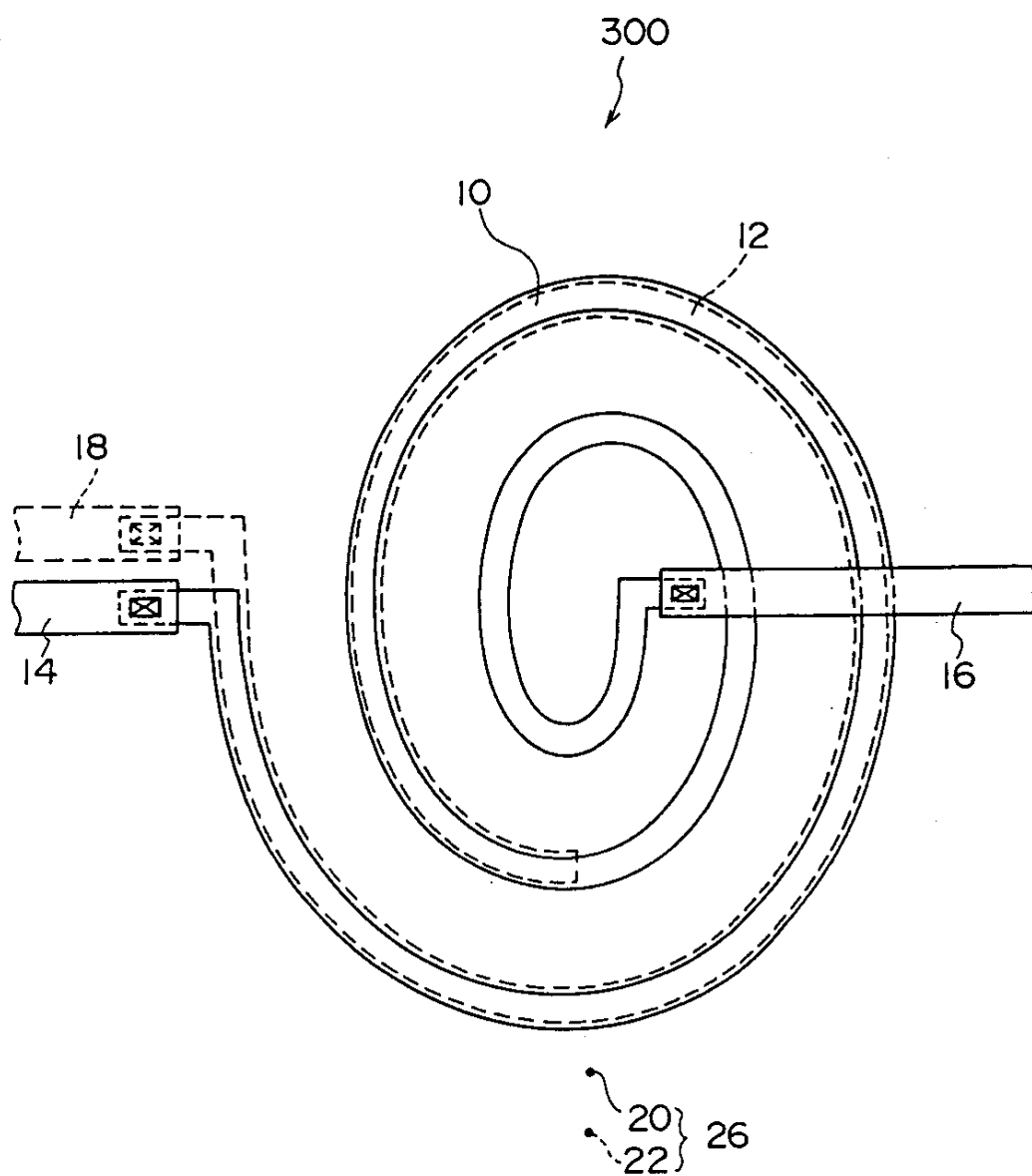


图.14

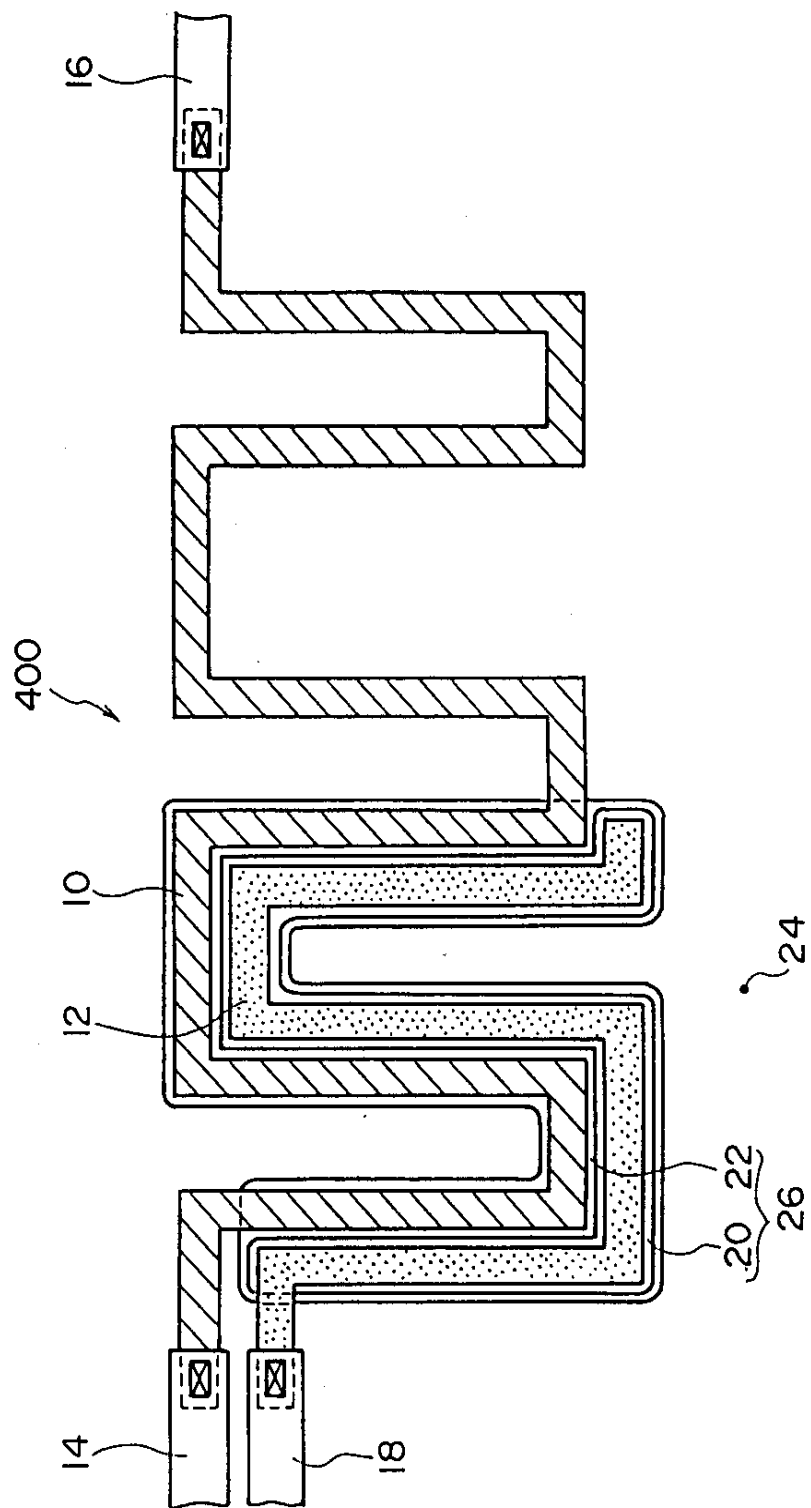


图.15

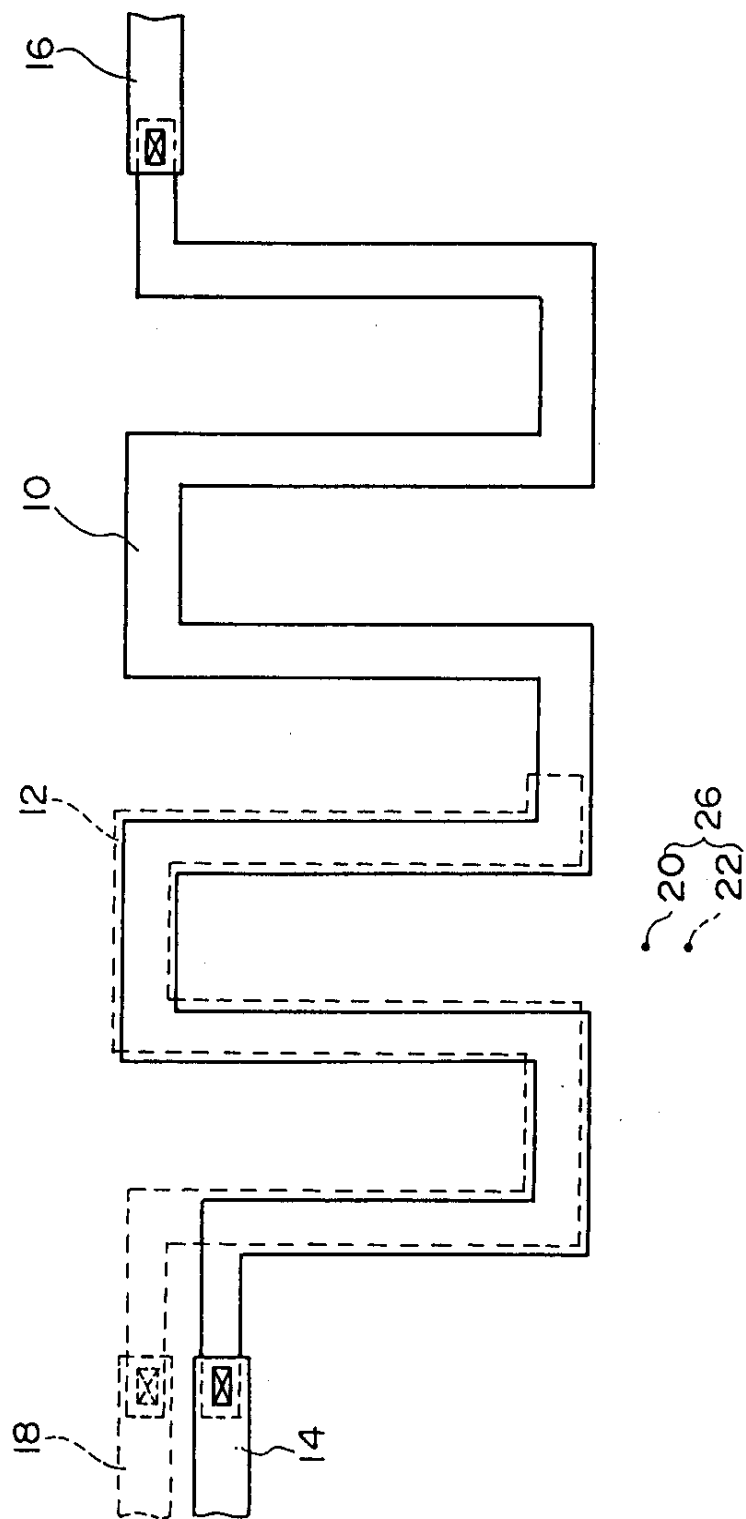


图.16

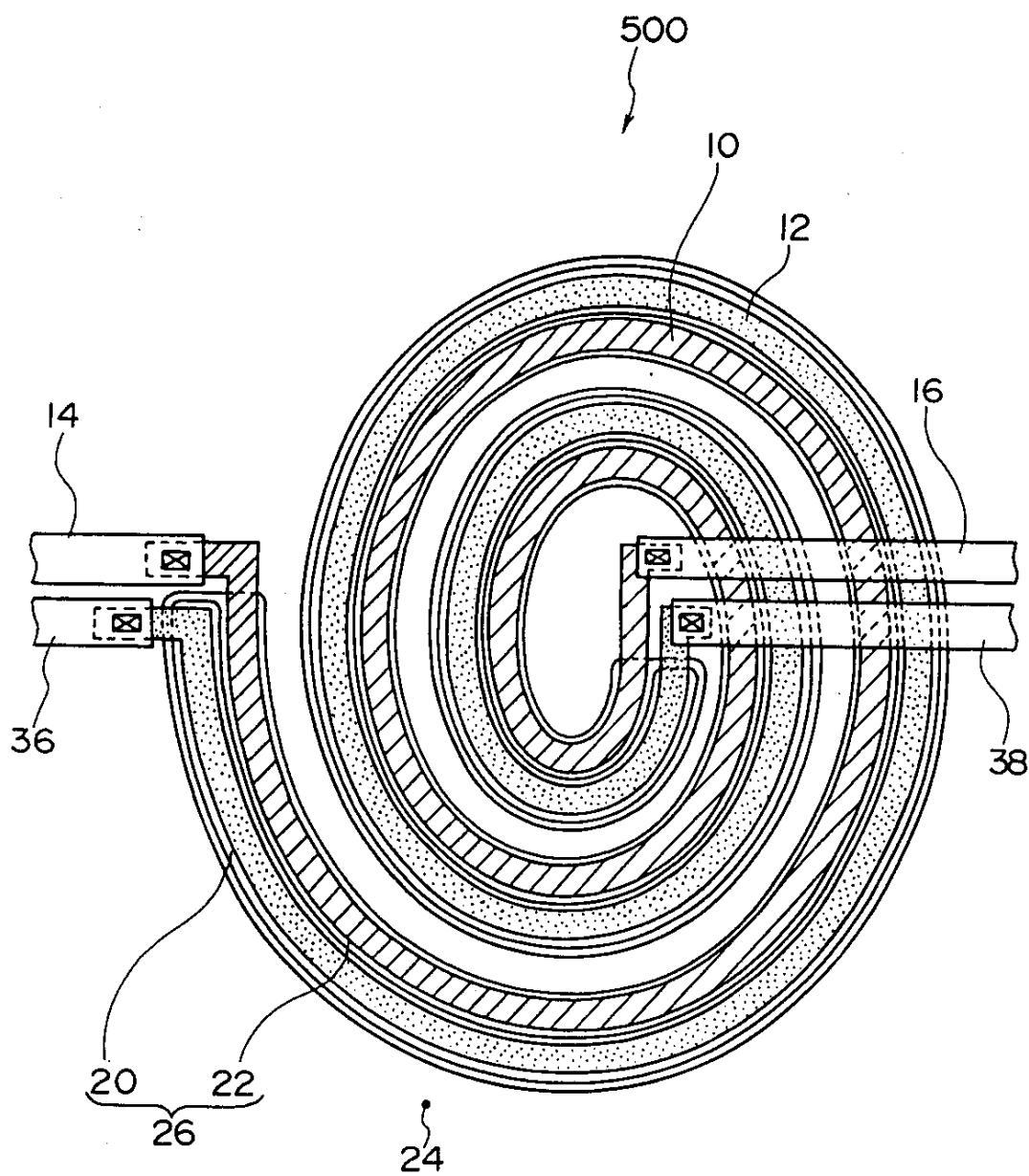


图.17A

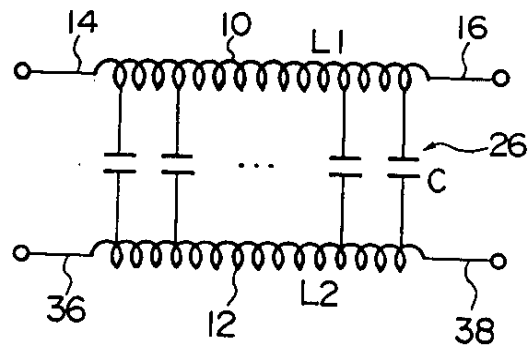


图.17B

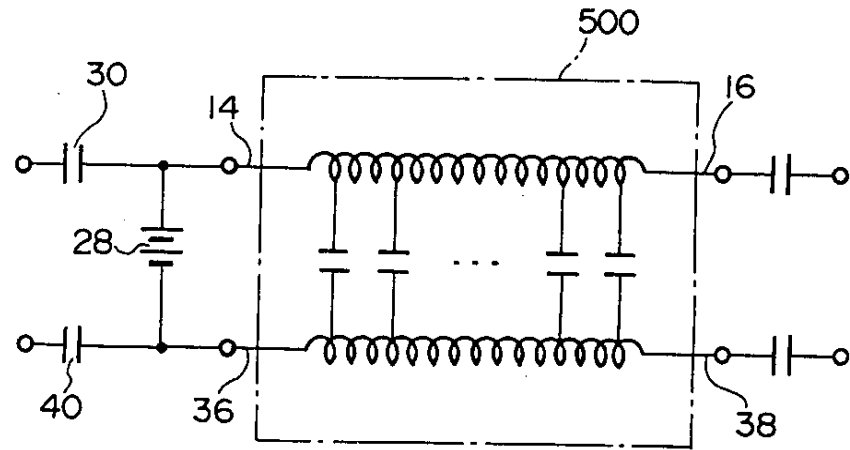


图.17C

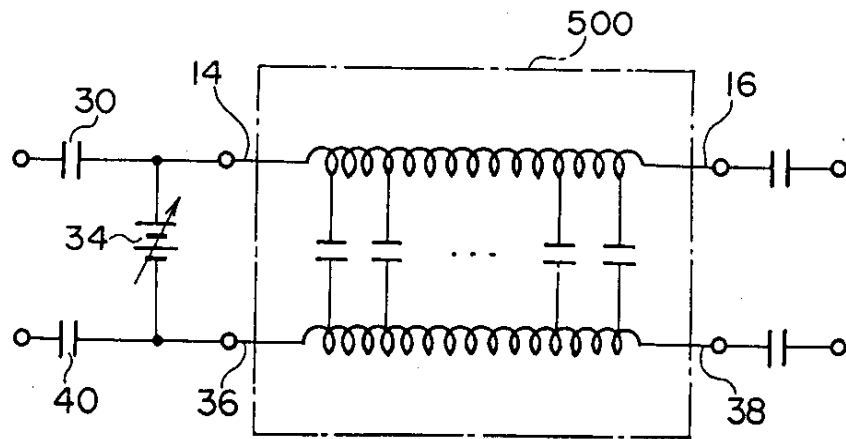


图.18

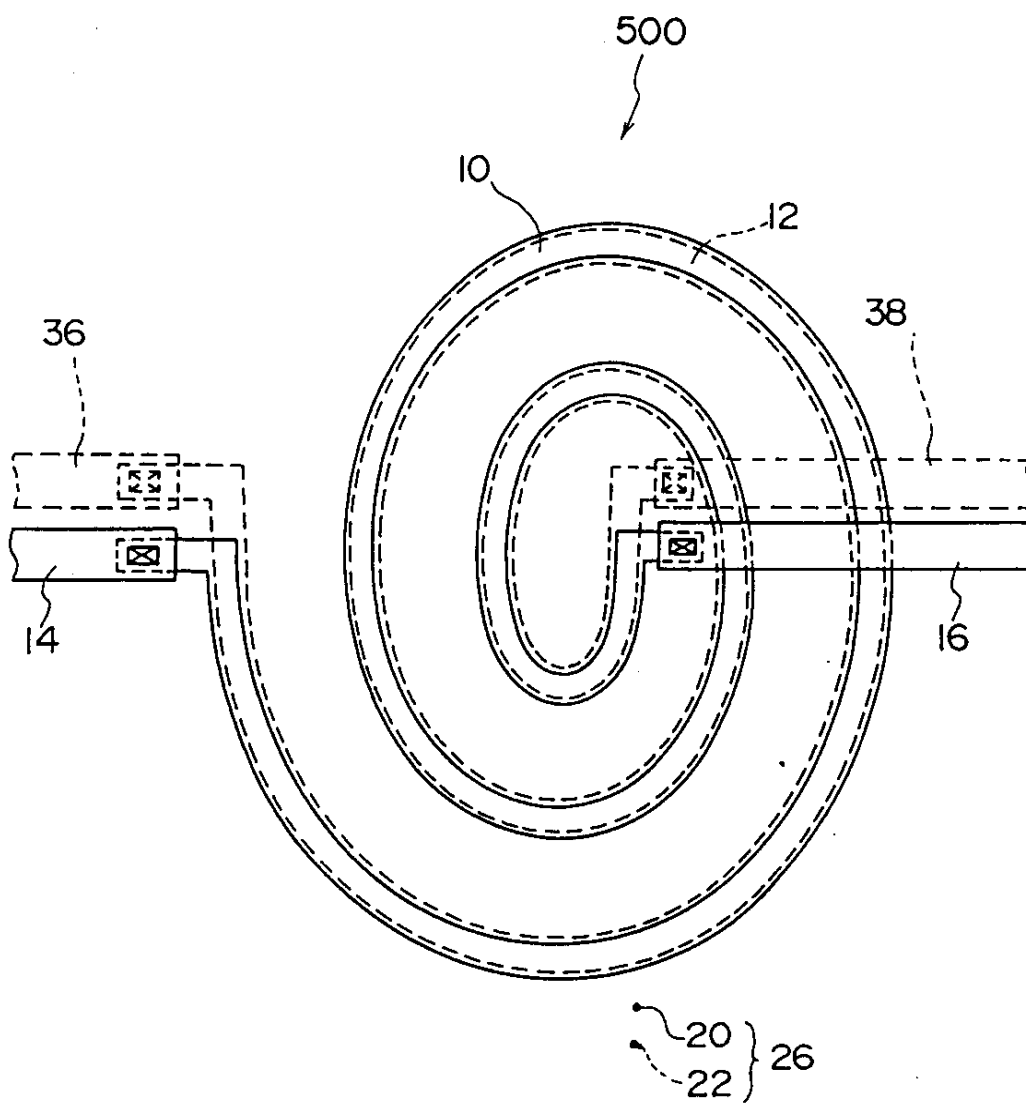


图.19

600

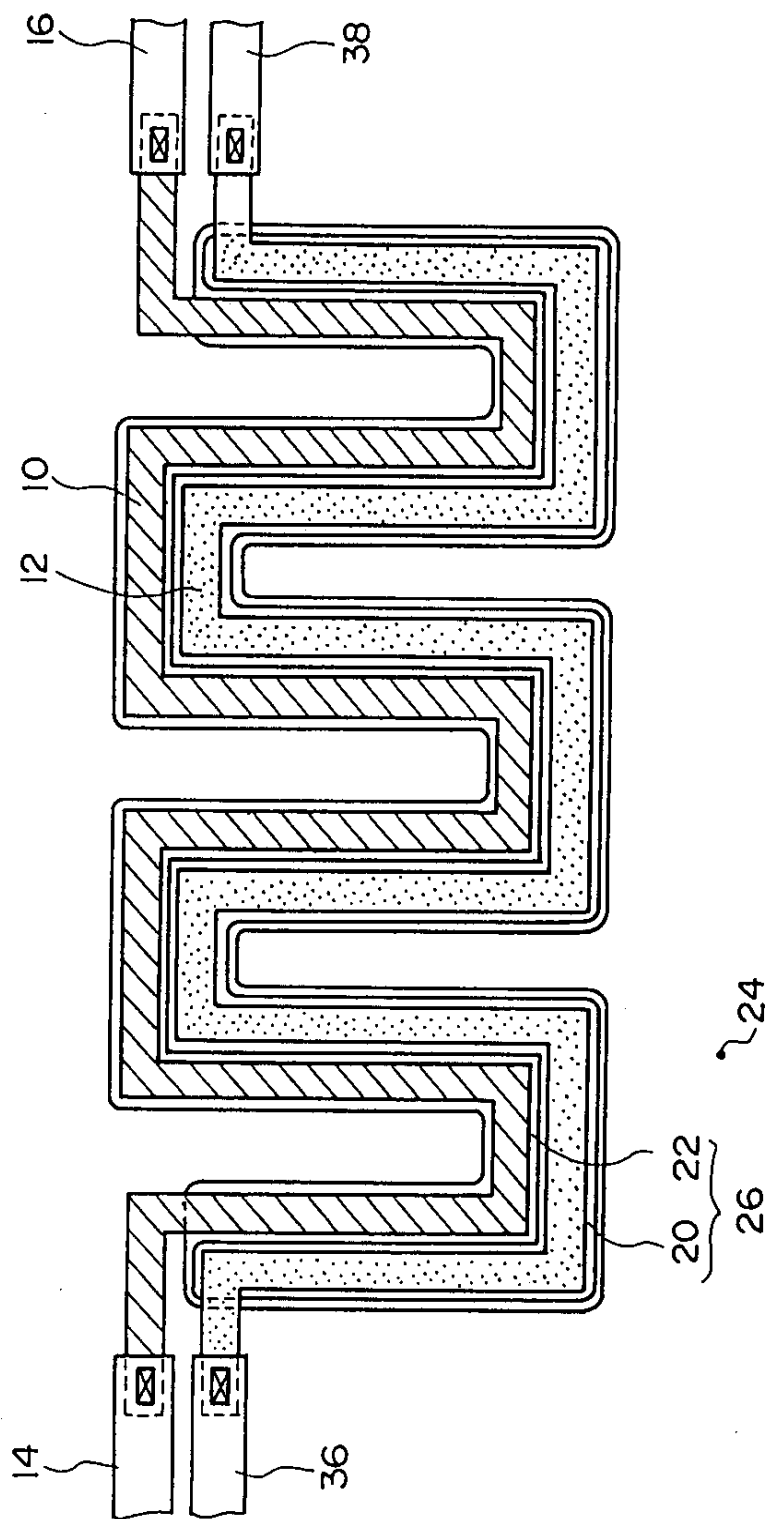


图 20

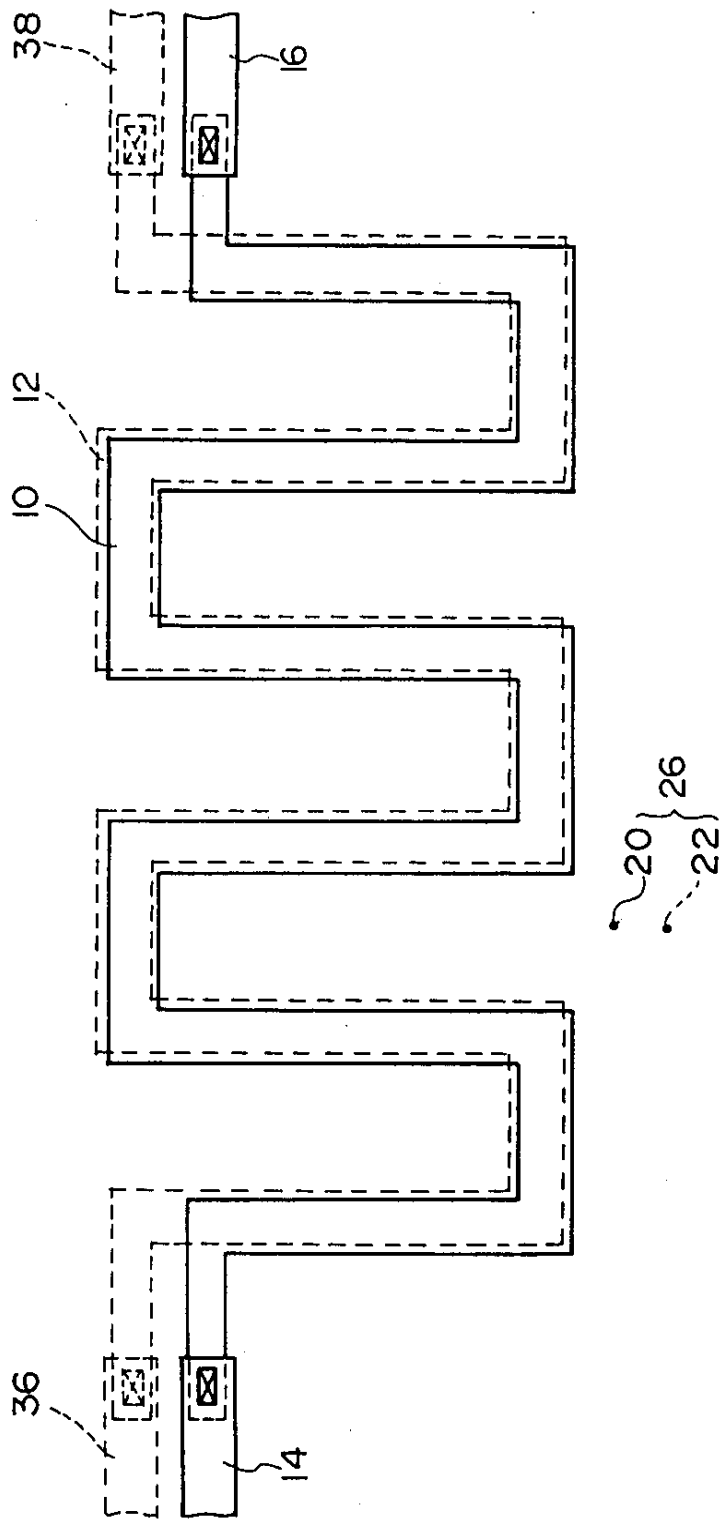


图.21

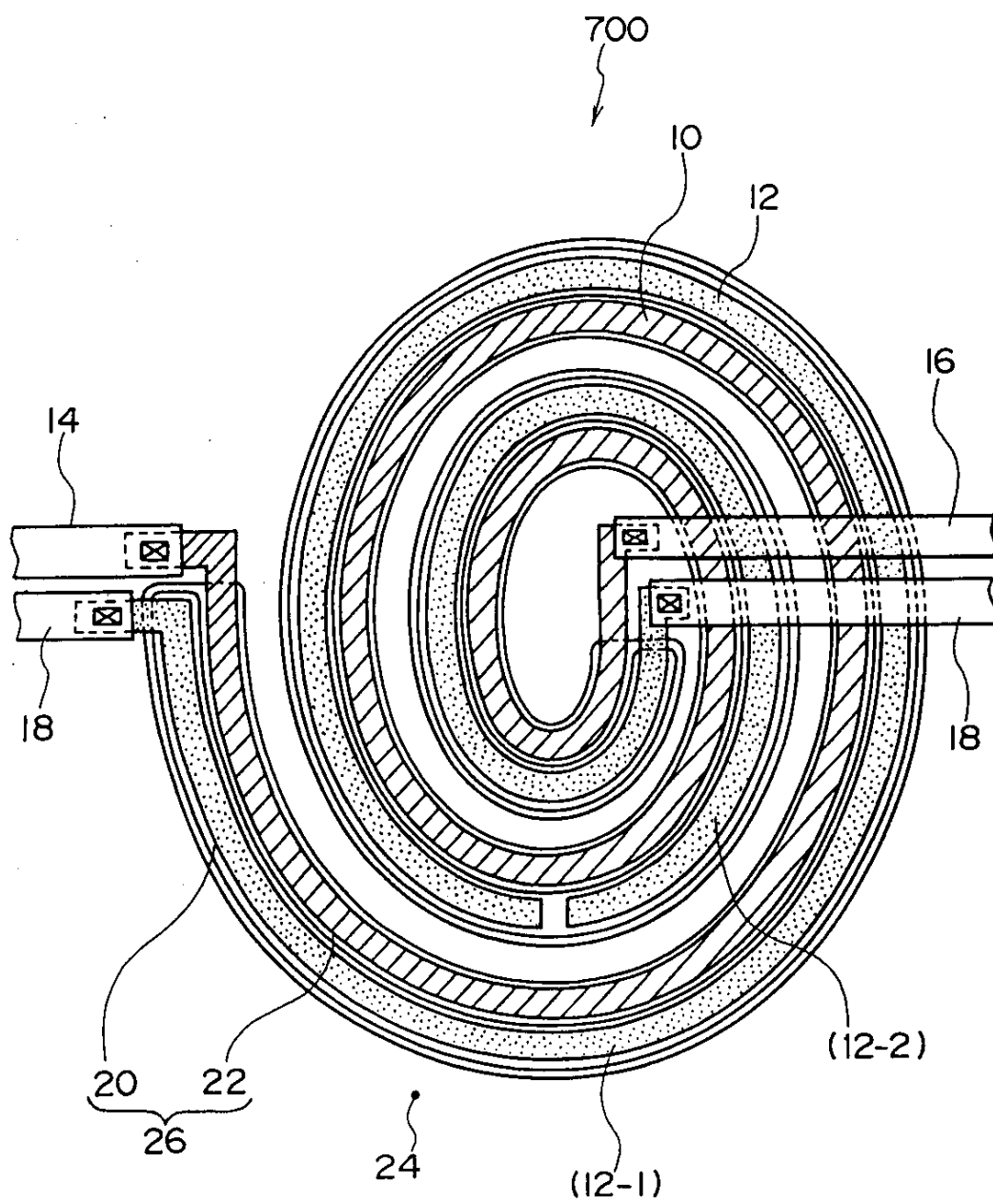


图.22A

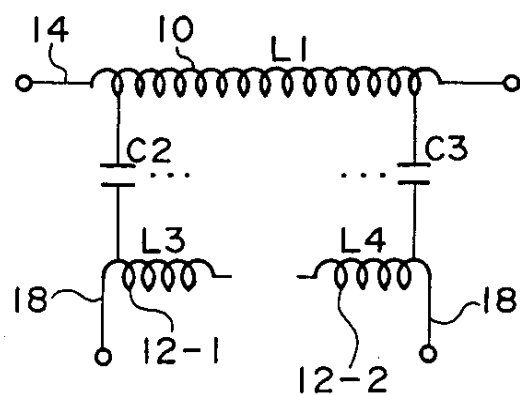


图.22B

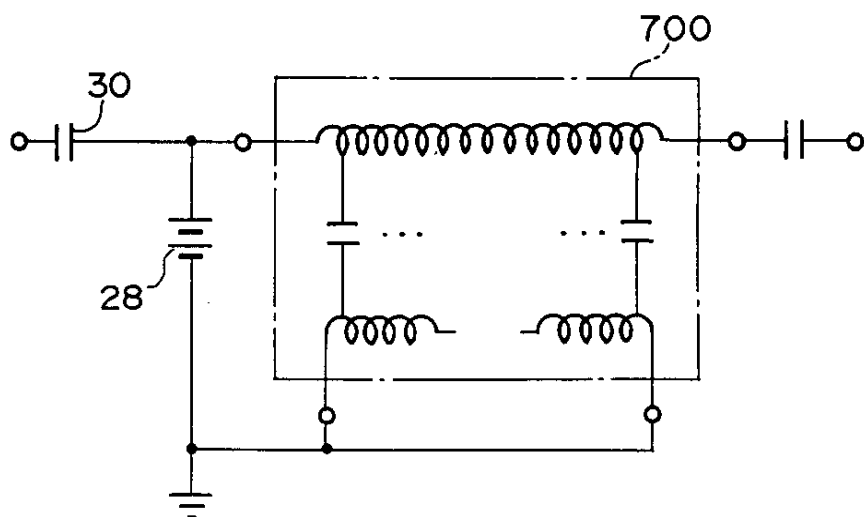


图.22C

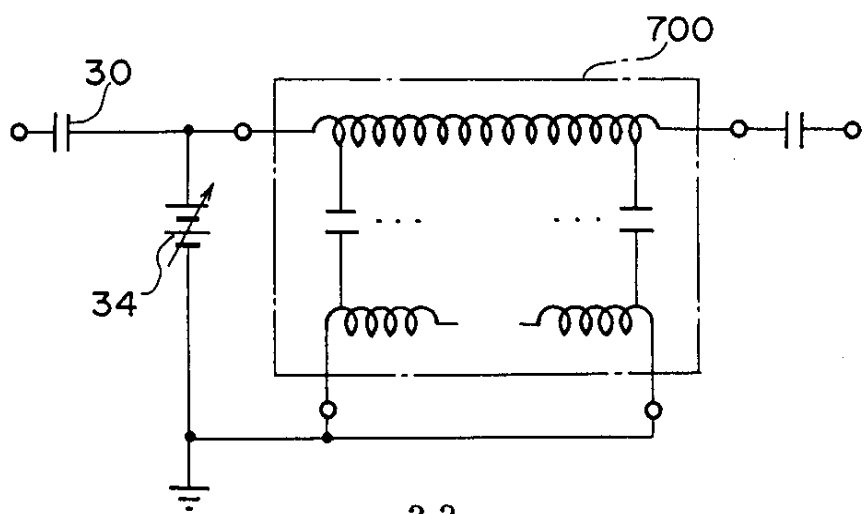


图.23

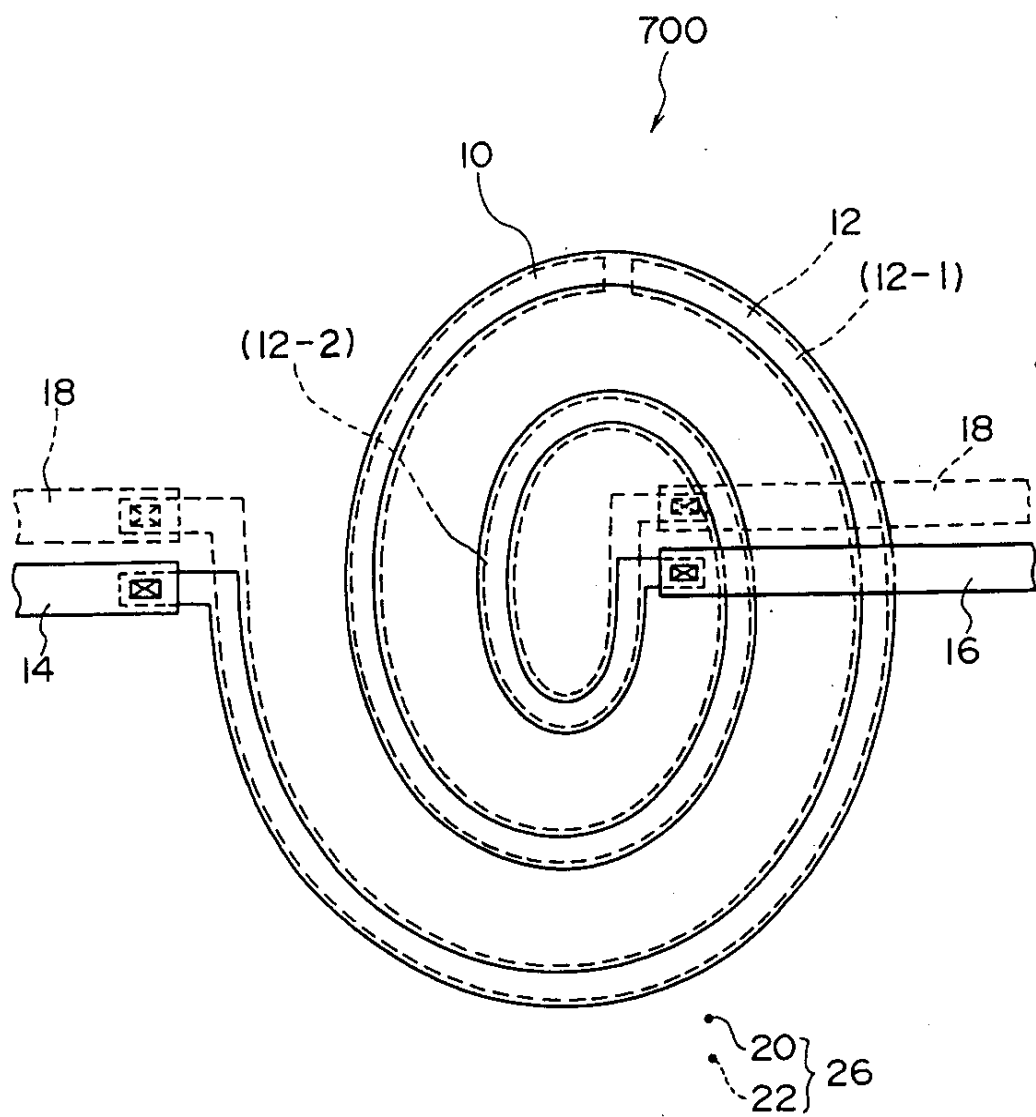


图.24

700

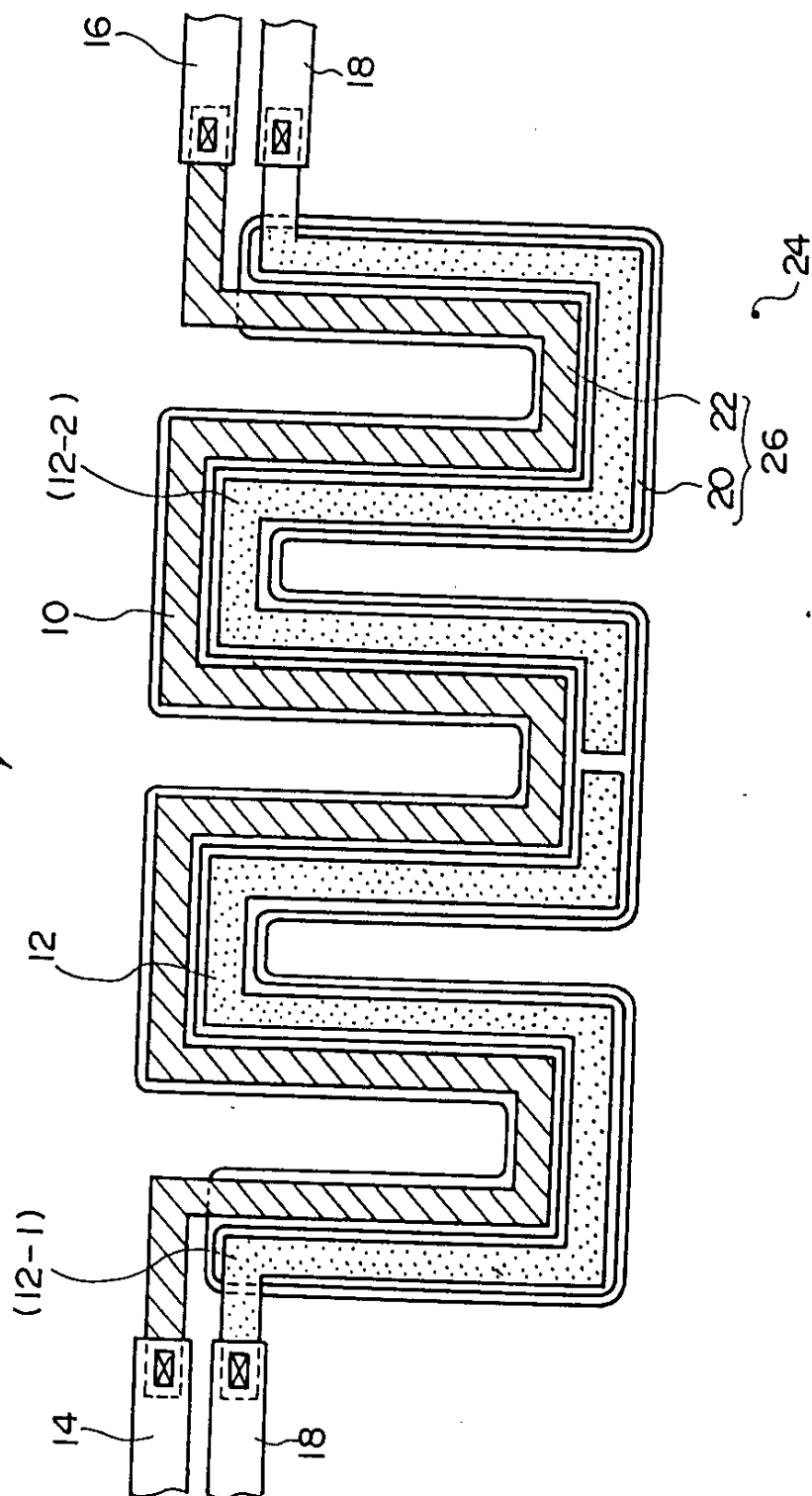


图. 25

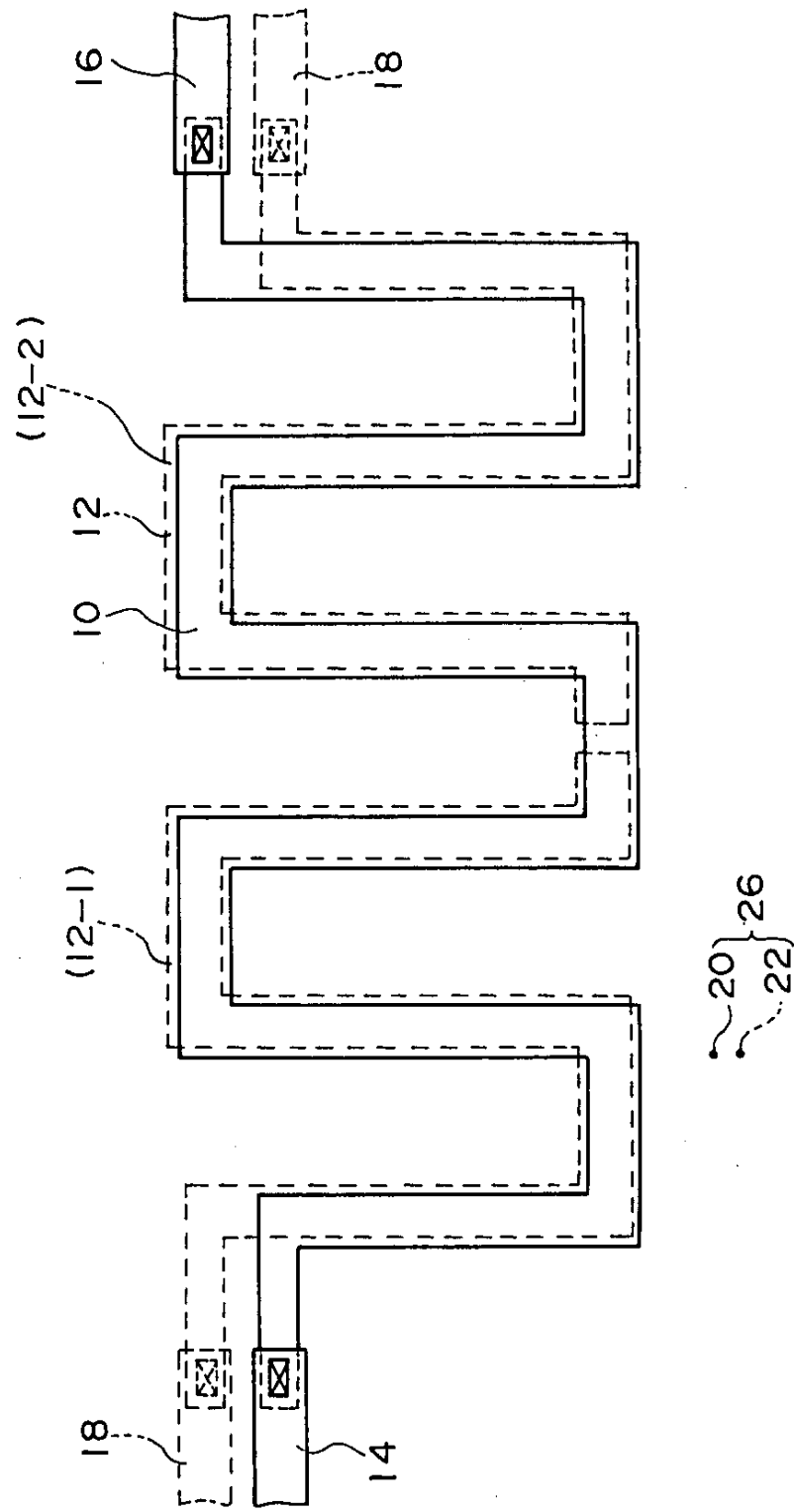


图. 26A

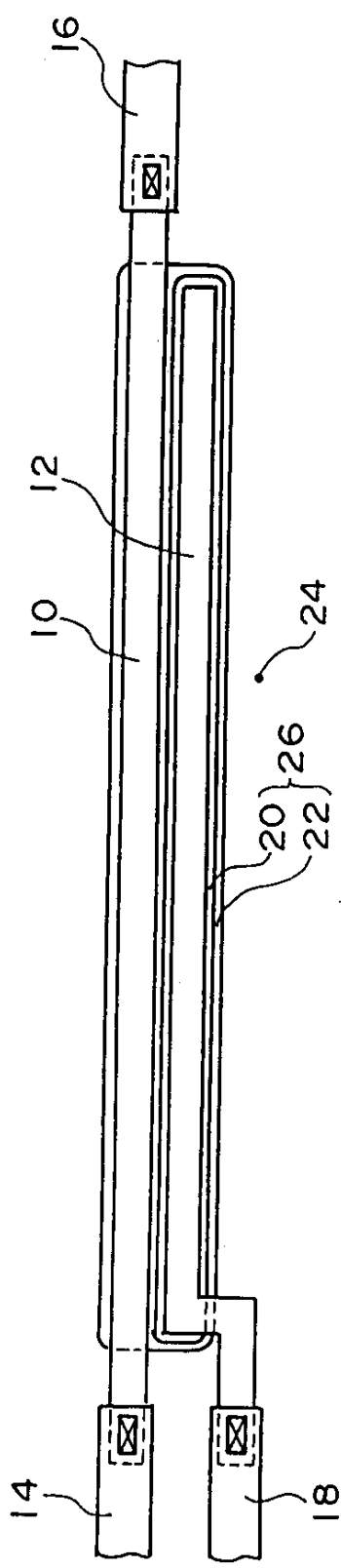


图. 26B

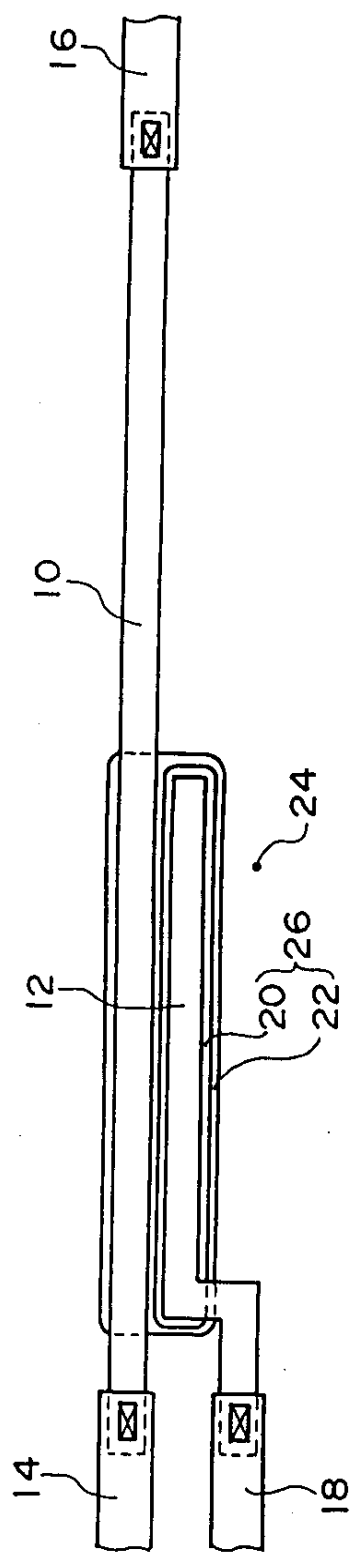


图. 27A

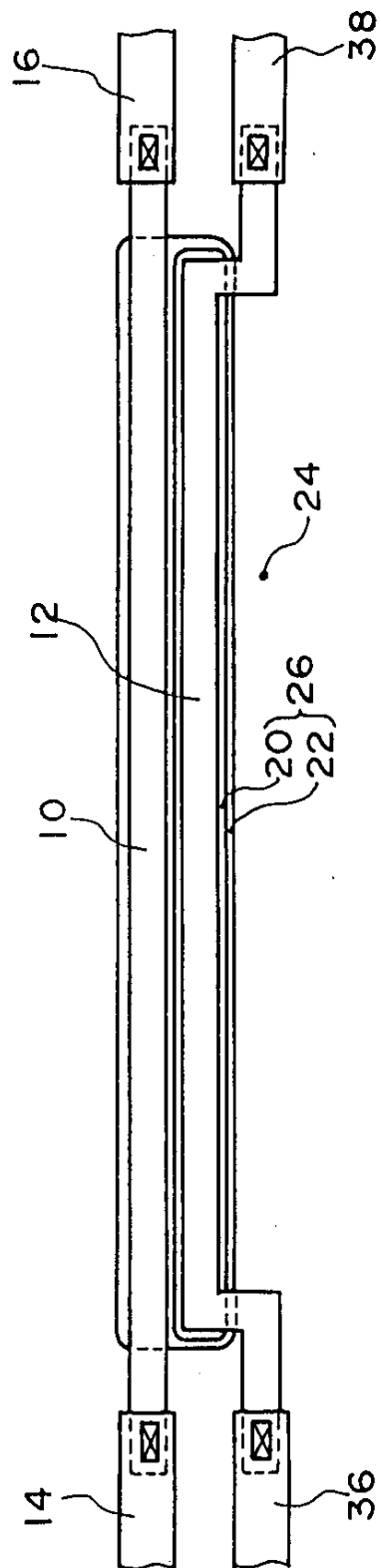


图. 27B

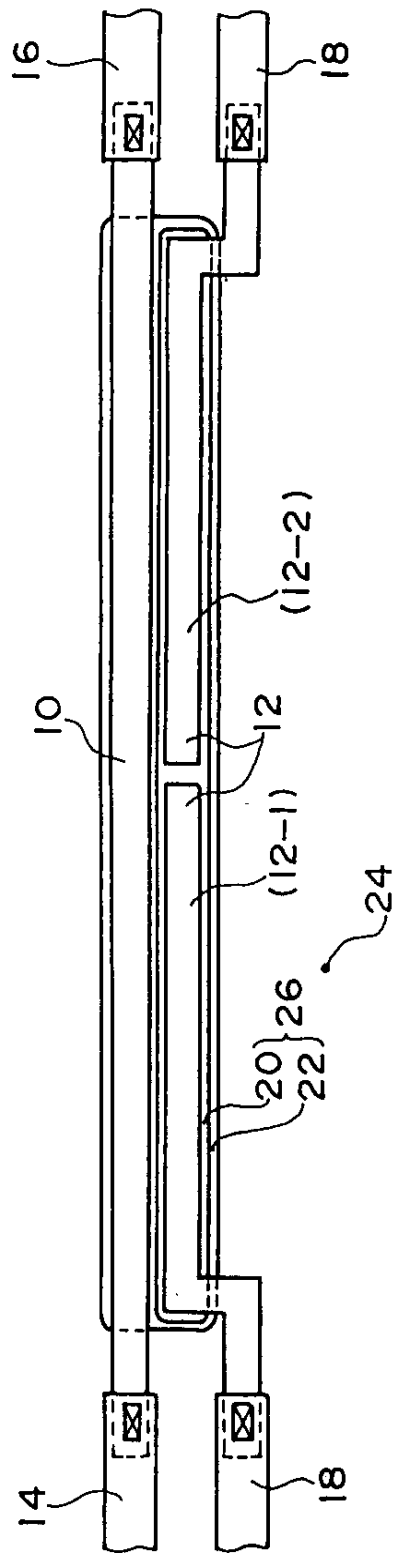


图.28

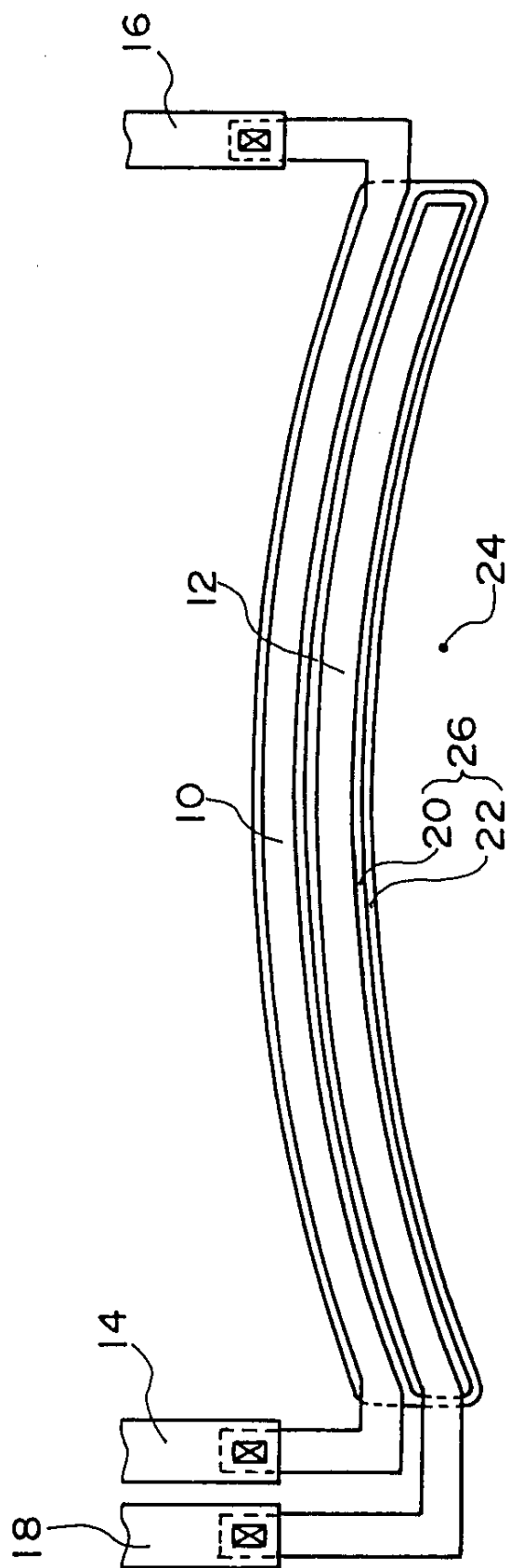


图. 29

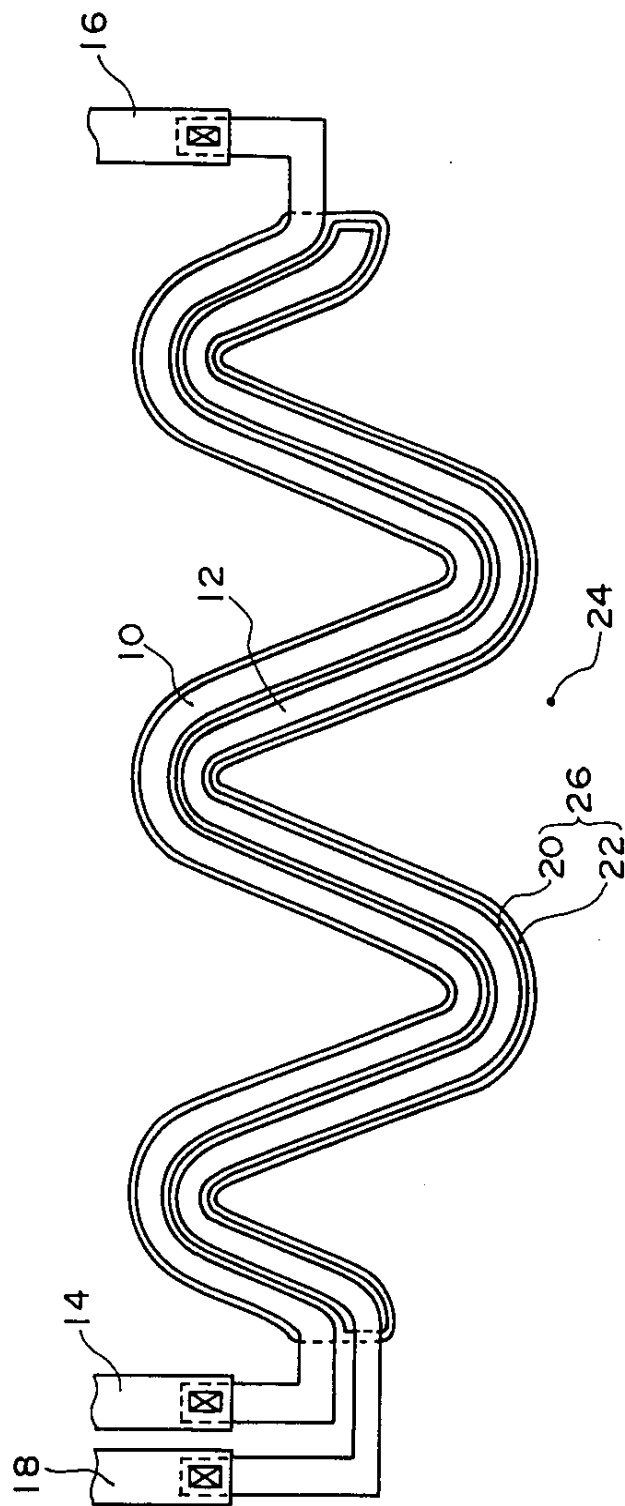


图.30

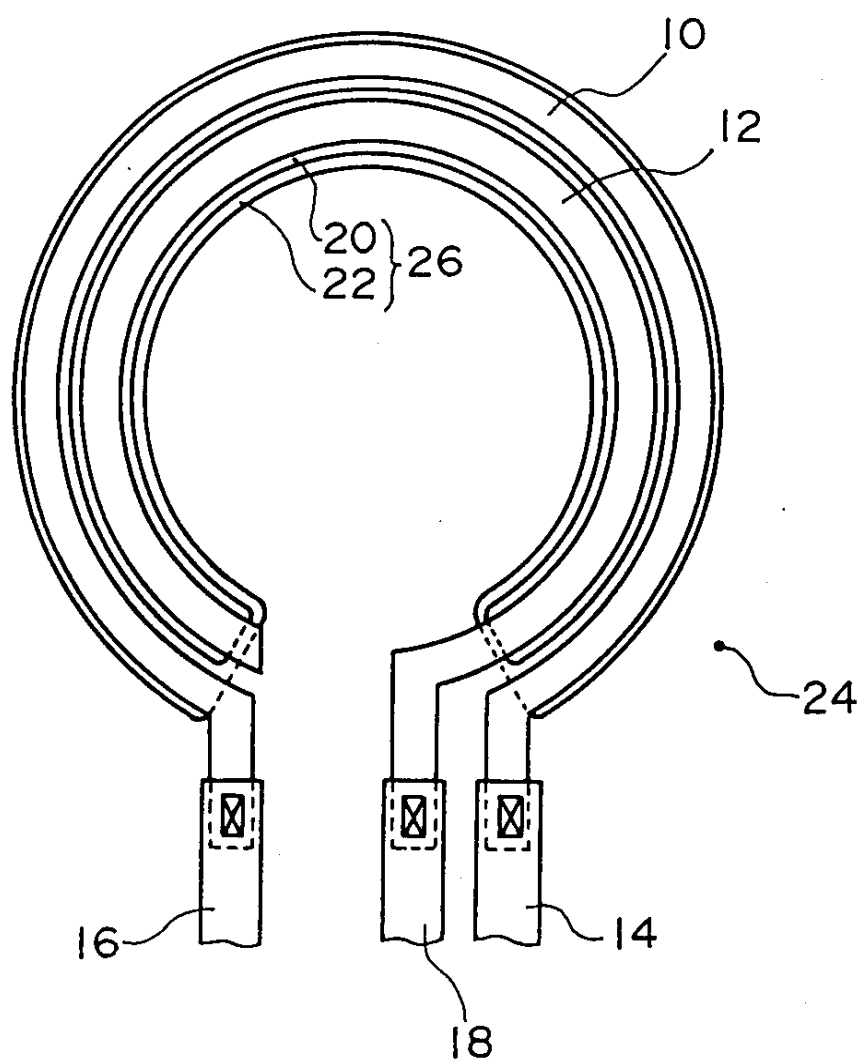


图.31

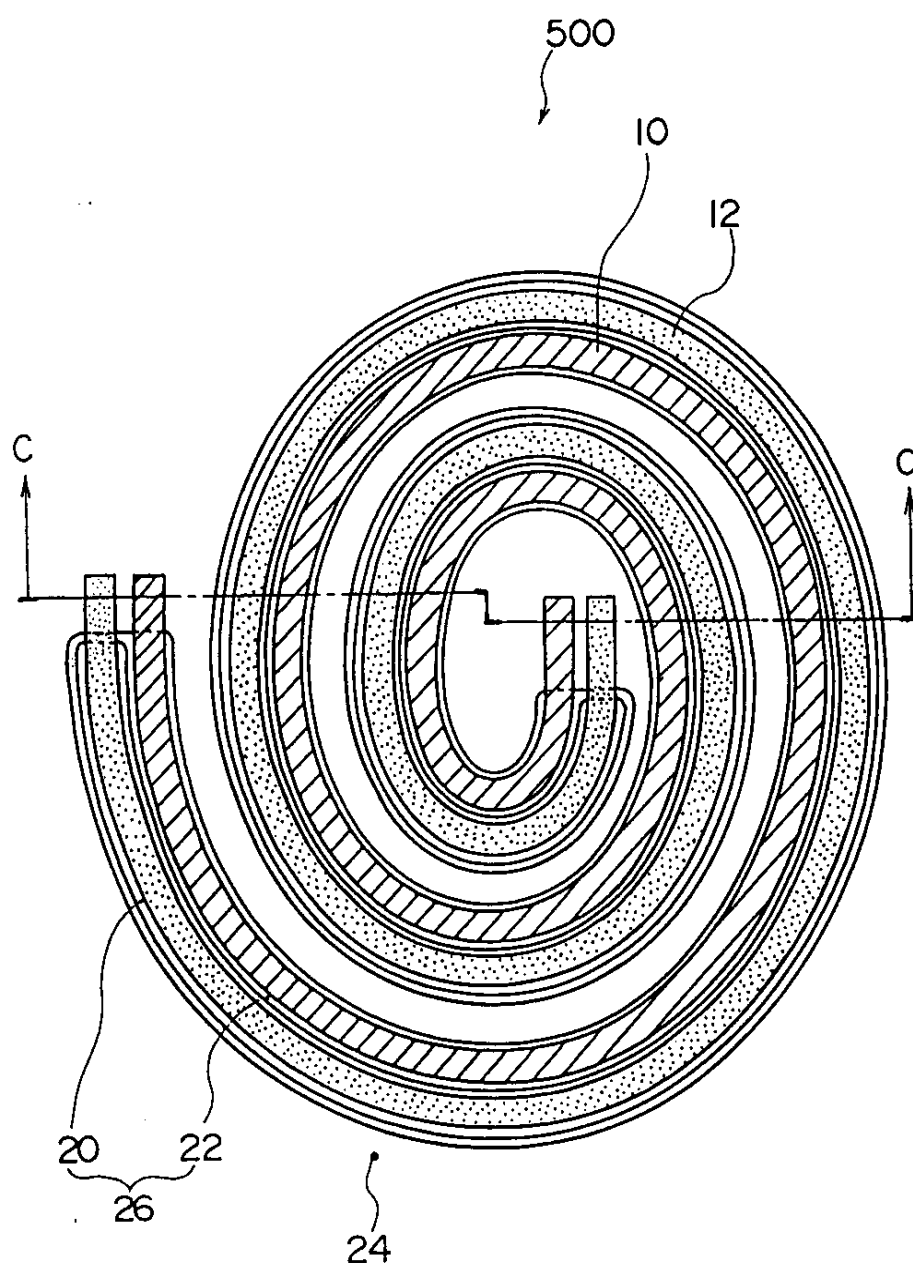


图.32

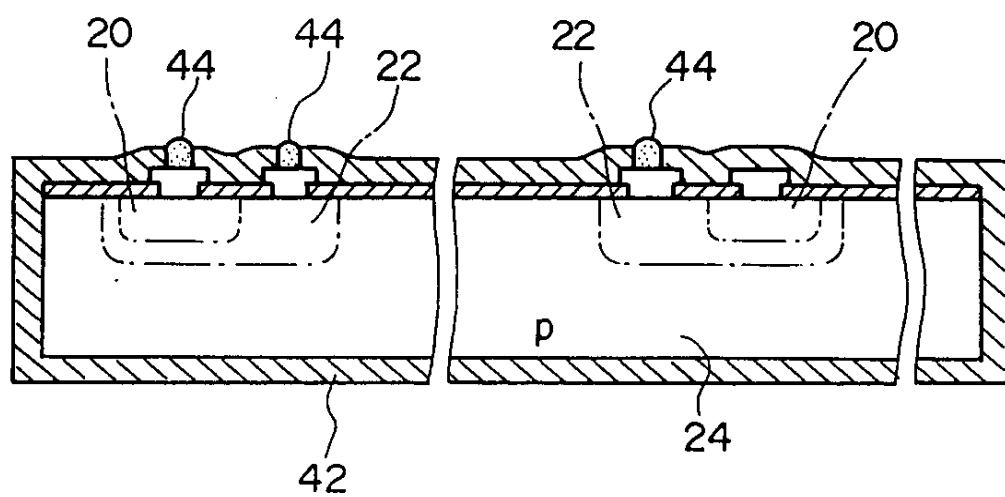


图.33

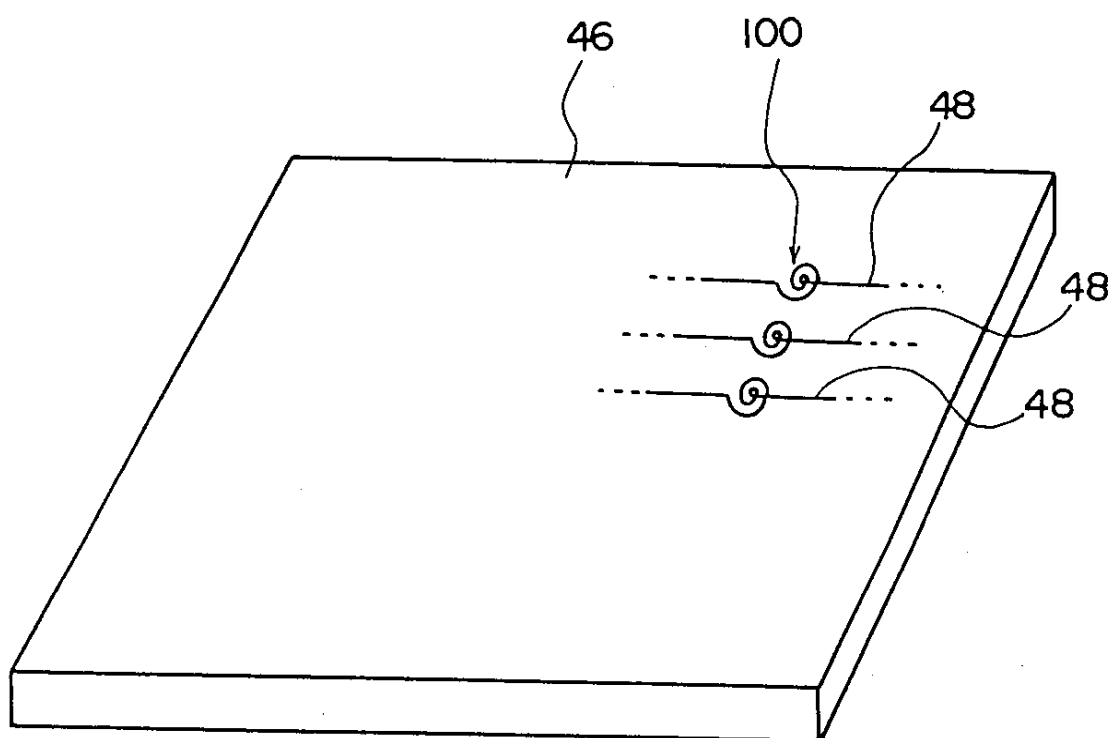


图.34A

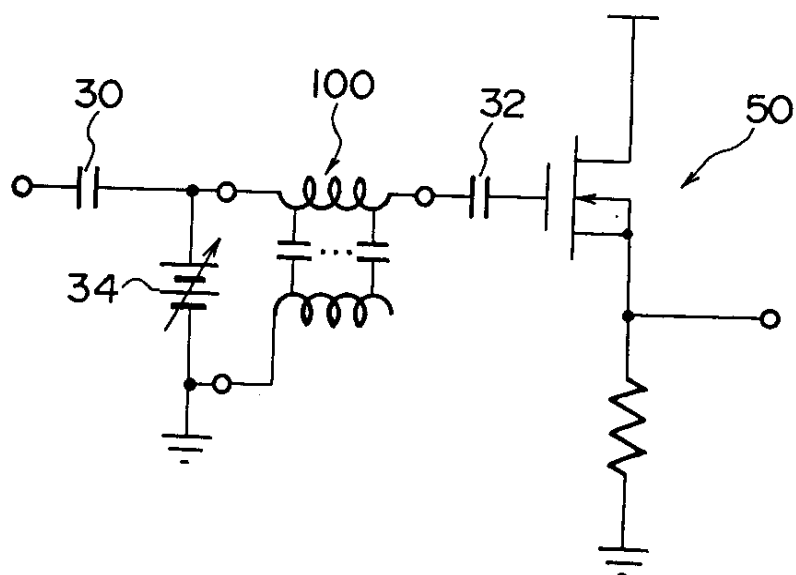


图.34B

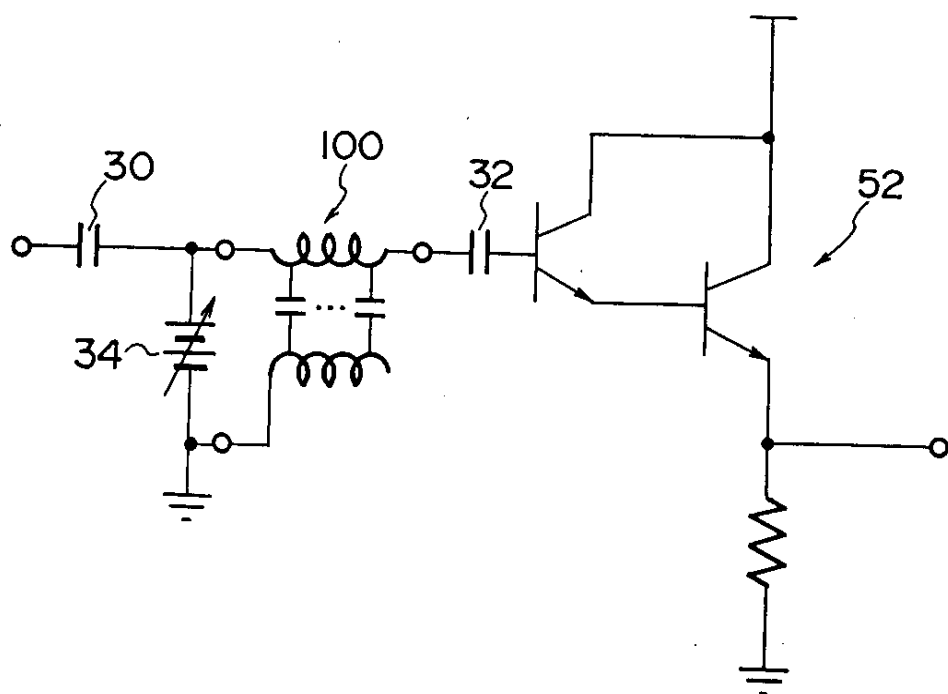


图.34C

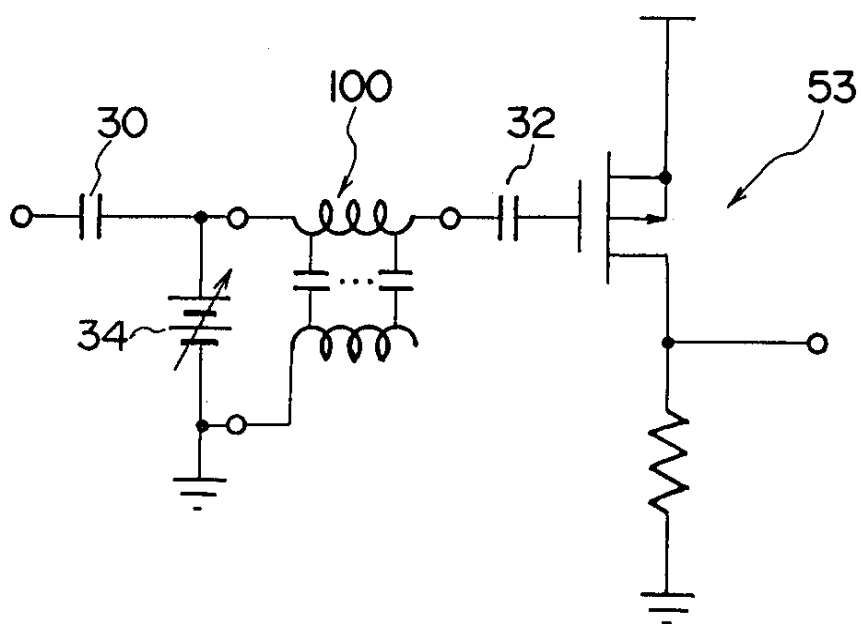


图. 34D

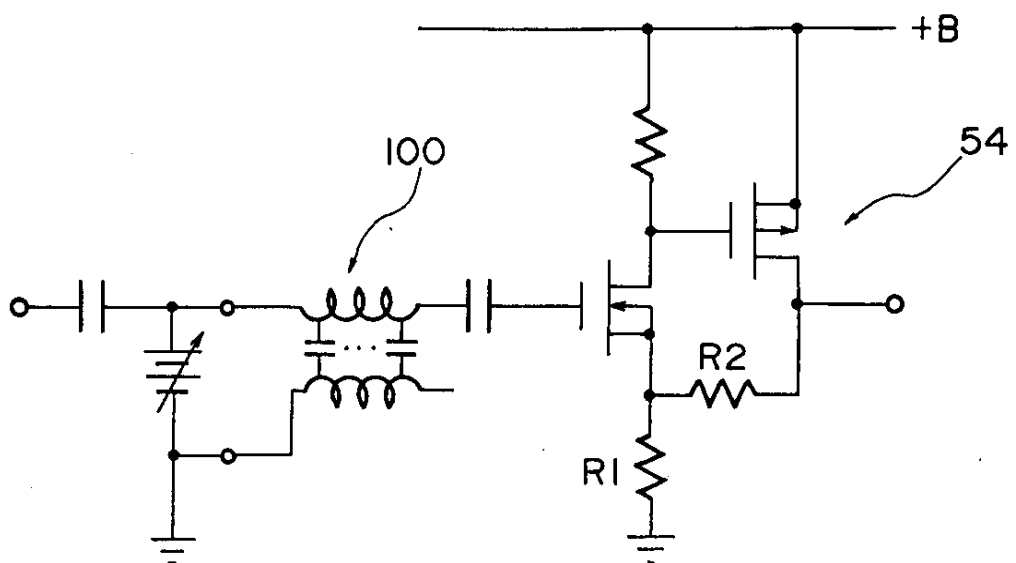


图. 34E

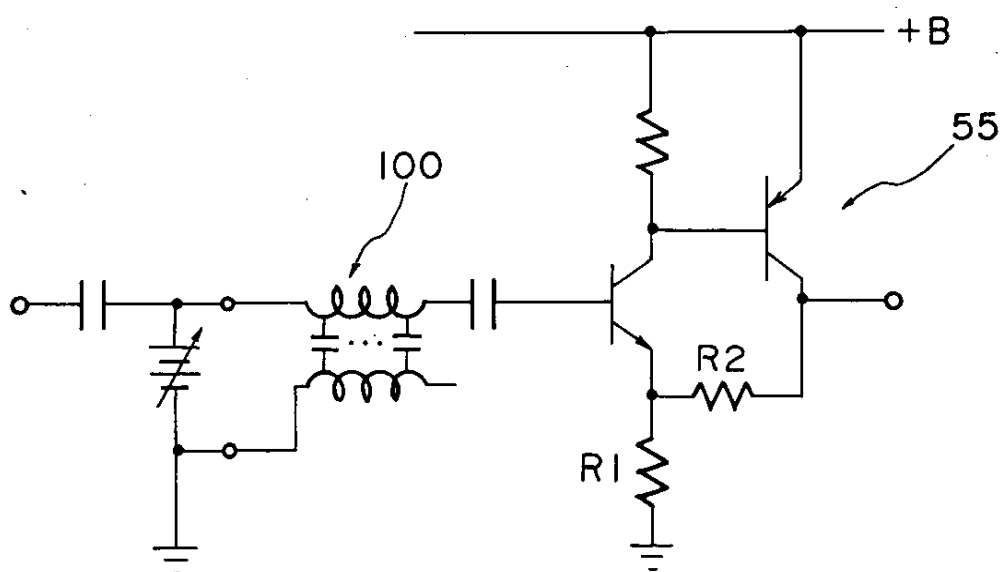


图.35A

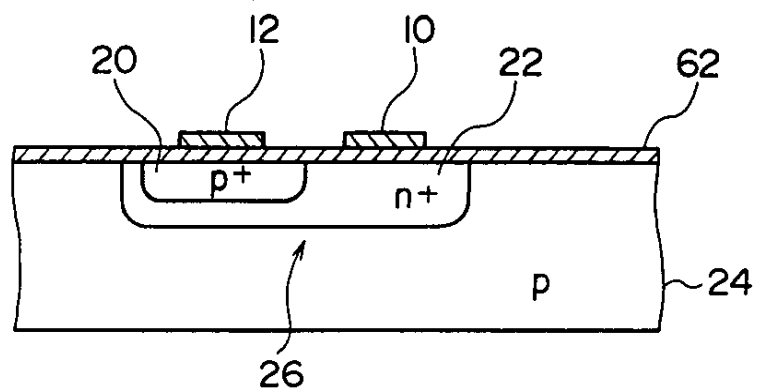


图.35B

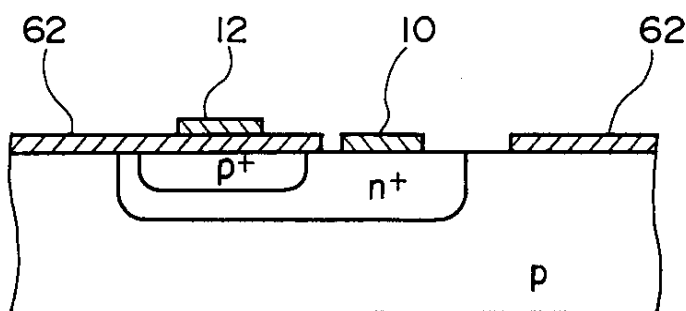


图.35C

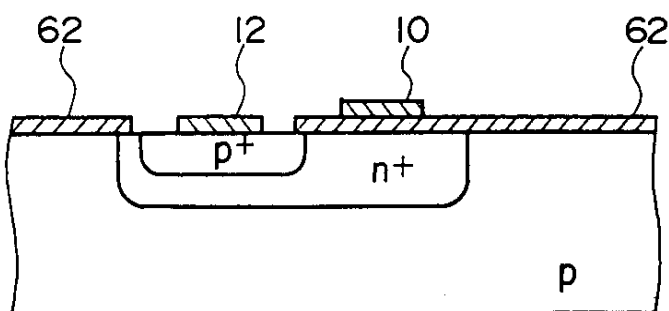


图.36A

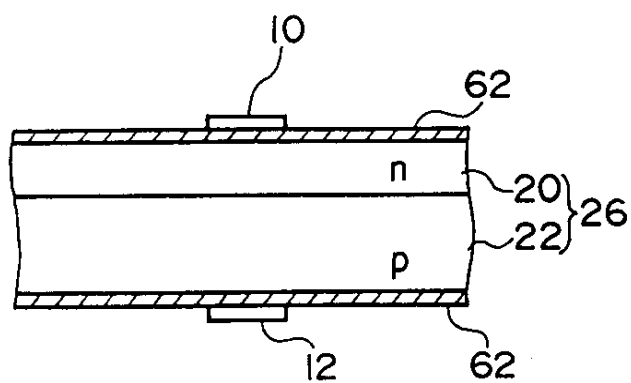


图.36B

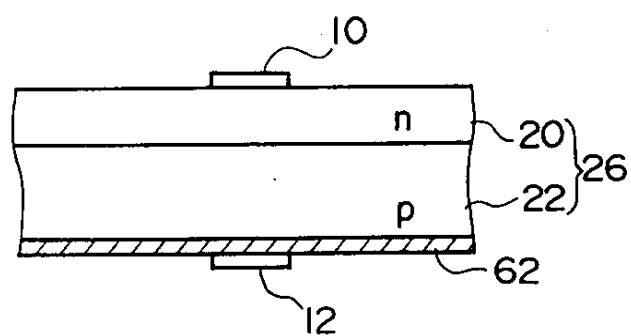


图.36C

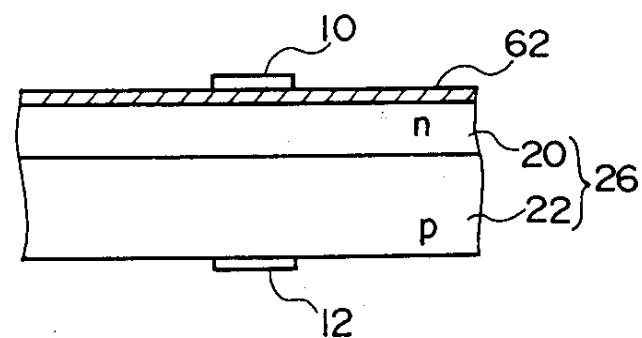


图.37

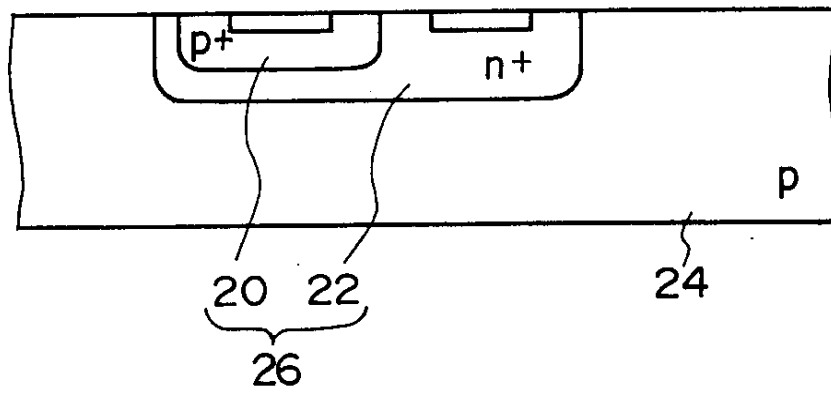


图. 38

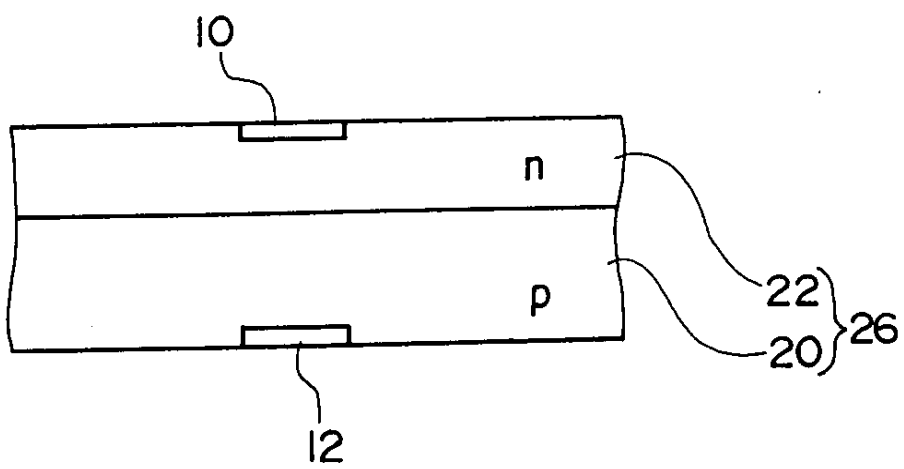


图. 39

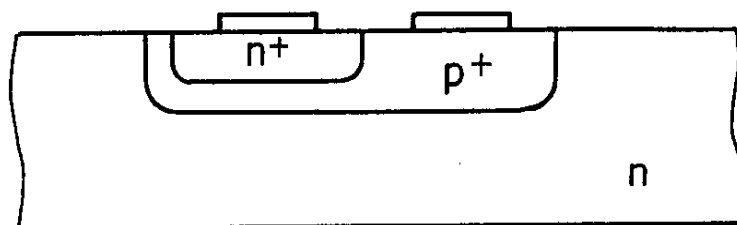


图. 40

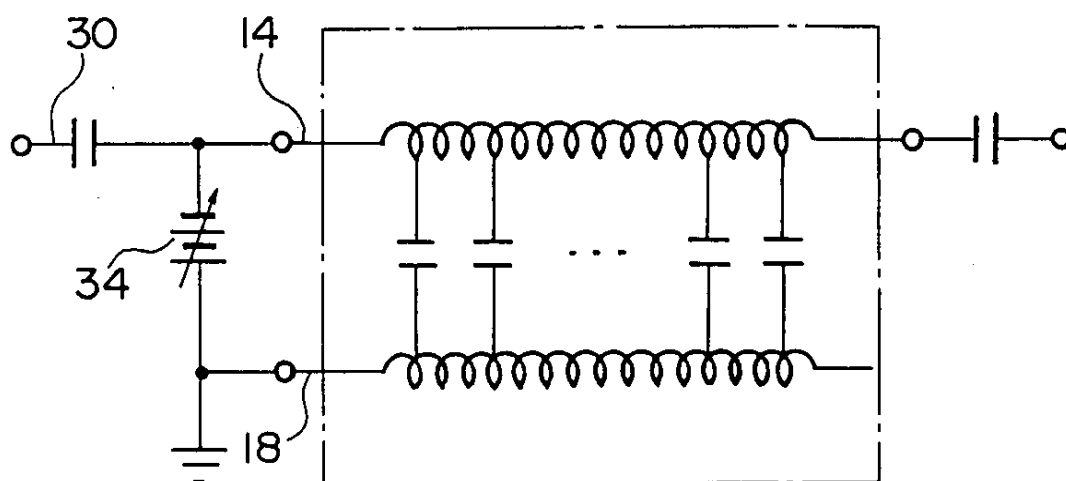


图.41

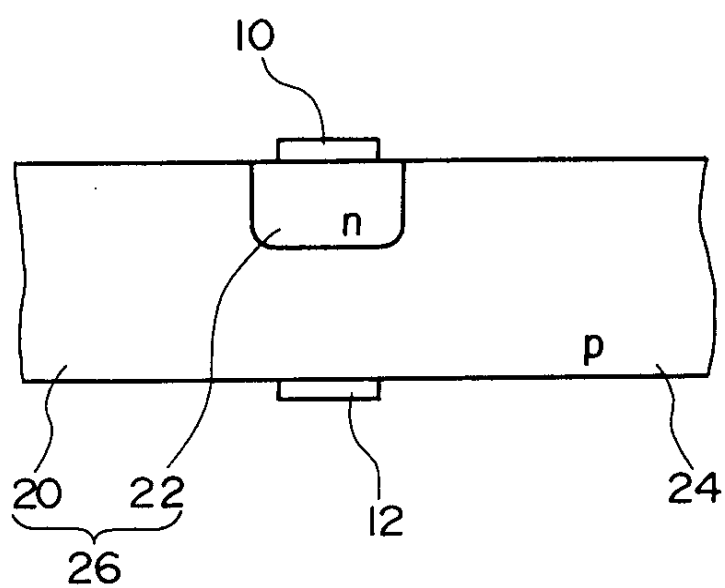


图.42A

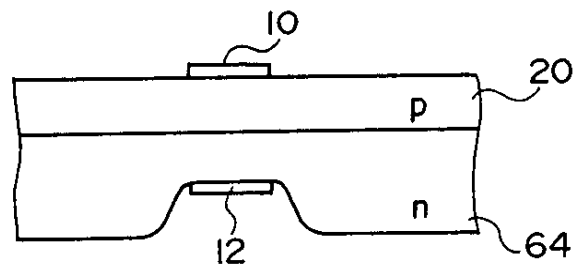


图.42B

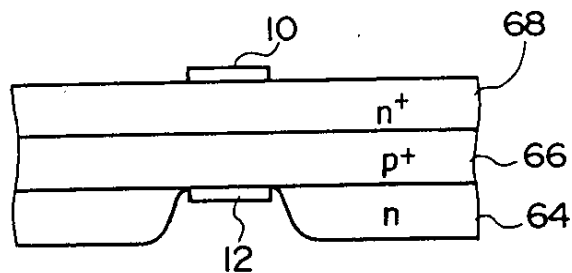


图.42C

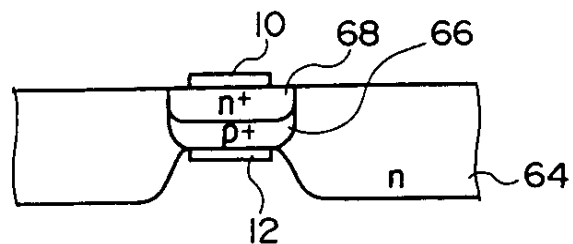


图.42D

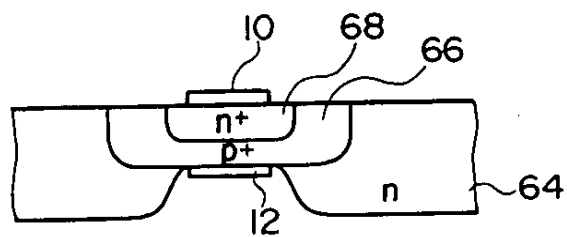


图.43

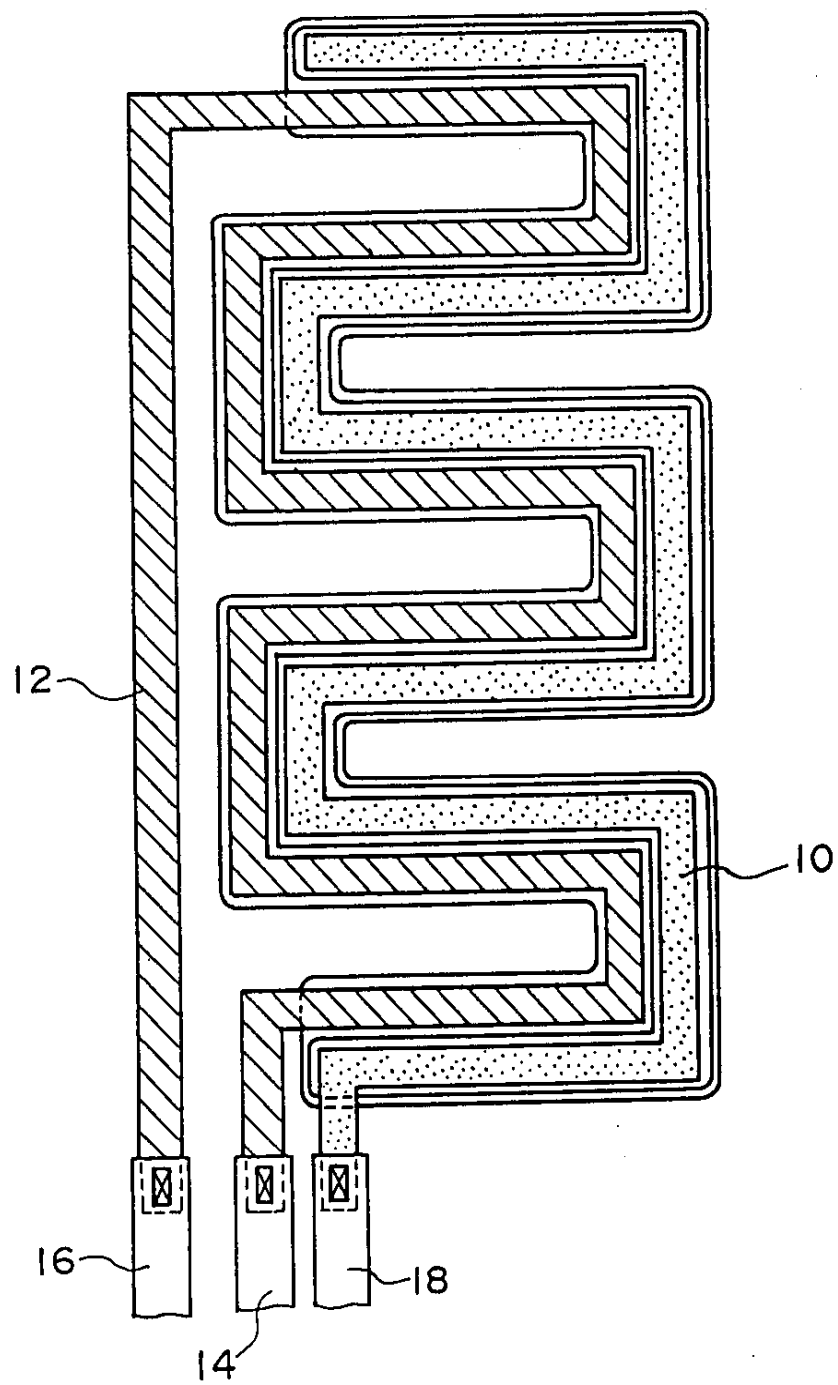


图.44

