

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01F 27/28

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95194092.9

[45] 授权公告日 2001 年 7 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 1068954C

[22] 申请日 1995.9.8 [24] 颁证日 2001.5.2

[21] 申请号 95194092.9

[30] 优先权

[32] 1994.9.21 [33] DE [31] P4433700.0

[86] 国际申请 PCT/DE95/01230 1995.9.8

[87] 国际公布 WO96/09631 德 1996.3.28

[85] 进入国家阶段日期 1997.1.10

[73] 专利权人 西门子公司

地址 联邦德国慕尼黑

[72] 发明人 彼得·亨宁格

[56] 参考文献

CN 1032880 1989.5.10 H01F19/04

CN 1043036 1990.6.13 H01F27/28

审查员 张 鹏

[74] 专利代理机构 柳沈知识产权律师事务所

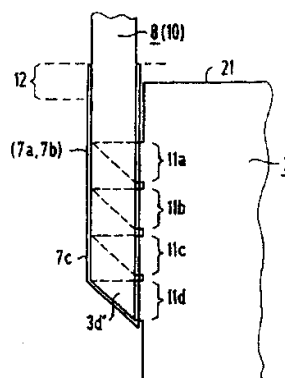
代理人 杨 梧

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图页数 4 页

[54] 发明名称 电力变压器金属箔绕组的导电薄片构成的
的输送电导体

[57] 摘要

一种具有金属箔绕组的电力变压器输送电导体(8)在一个薄片端部借助于沿薄片(2)纵向延伸的槽,形成多个旗帜状端段(3d),它们折叠成一个相对于薄片纵向折弯的堆叠(10)。导体折叠(10)的旗帜状被折叠的端段(3d),至少应在未开槽薄片(2)边缘(21)的区域(12)内,彼此例如借助于绝缘薄膜(7c)绝缘。



权 利 要 求 书

1、一种电力变压器层状的输送电导体，它有一个由带状导电薄片卷绕而成的空气冷却的金属箔绕组，它的薄片端借助于沿薄片纵向延伸的槽形成
5 多个旗帜状端段，它们折叠成输送电导体的一个相对于薄片纵向折弯的堆叠，其特征在于：导体堆叠(10)旗帜状的被折叠的端段(3i')，至少在未开槽的薄片部分(2)边缘(21)的区域(12)内彼此绝缘。

2、按照权利要求1所述的输送电导体，其特征在于：设绝缘薄膜(7)用于旗帜状折叠端段(3i')的彼此绝缘。

10 3、按照权利要求1或2所述的输送电导体，其特征在于：旗帜状端段(3i)折叠前相对于导电薄片(2)的中心线(5)对称布置。

4、按照权利要求1或2所述的输送电导体，其特征在于：旗帜状端段(3i或3i')有相同的宽度。

15 5、按照权利要求1或2所述的输送电导体，其特征在于：在旗帜状端段(3i)折叠前，从端段到端段具有逐渐增加的长度(Li)，所以在将它们折叠后构成输送电导体的一个共同的端侧。

6、按照权利要求1或2所述的输送电导体，其特征在于：旗帜状端段(3i')以这样的方式折叠，即，它们在堆叠(10)中被布置成至少近似于叠合的。

20 7、按照权利要求1或2所述的输送电导体，其特征在于：至少有一些旗帜状端段(3c', 3d')这样折叠，即，它们在输送电导体的堆叠中被布置成彼此沿侧向错移。

8、按照权利要求7所述的输送电导体，其特征在于：侧向错移(V)最多为几个毫米。

9、一种具有按照权利要求1或2所述的输送电导体的金属箔绕组。

25 10、一种具有按照权利要求1或2所述的输送电导体的电力变压器。

说明书

电力变压器金属箔绕组的导电薄片构成的输送电导体

5

本发明涉及一种电力变压器层状的输送电导体，它有一个由带状导电薄片卷绕而成的空气冷却金属箔绕组(Folienwicklung)，绕组的薄片端部借助于沿薄片纵向延伸的槽，形成多个旗帜状端段，它们折叠成输送电导体的一个相对于薄片纵向折弯的堆叠。

10 这样一种输送电导体由“Electrical Equipment”1974年7月/8月，60至62页所公开。

具有由带状导电薄片构成所谓低压绕组的高负荷空气冷却的电力变压器中，很容易会在馈电线中造成超温，馈电线与绕组的导电薄片在连接区连接。在这种电力变压器的一种已知的实施形式中设有汇流条作为馈电线，在
15 汇流条侧面焊有低压绕组的导电薄片。在这种情况下，根据感应电压和电阻比在薄片自由产生电流转向。若人们沿着供电方向从汇流条到薄片，也就是从具有汇流条的薄片第一连接部位(角)到薄片的相对角来看，上述情况导致在馈电线中电流呈指数状下降。因此在薄片的第一角中出现极高的电流密度，它导致局部高的热负荷。由于在馈电汇流条中电流的指数下降，汇流条
20 较远的那一半几乎不再带有任何有效电流；也就是说，对于薄片内电流的传输它不再提供任何值得一提的贡献。在馈电汇流条的较远的部分中只感应涡流，而涡流产生附加的损失。在绕组边缘由金属箔绕组在馈电汇流条中感应了特别强的涡流。金属箔绕组在这里通过趋肤效应呈现出极高的电流密度。金属箔绕组的这一高的磁势在馈电汇流条的横断面中感应涡流，并因而造成
25 附加的损失。若对于高负荷变压器在馈电线区域内损失的总量过高时，则试图通过改变导电的横断面或借助于采用另一种材料通过改变导电性或通过改善冷却，来解决这一难题。为此还采取综合性措施。

由上述“Electrical Equipment”中的文献已知具有金属箔绕组的电力变压器，人们借助于沿导电薄片纵向延伸的槽，将在连接区内的薄片端分为多
30 个旗帜状端段，这些端段按一个直角折弯或折叠，使这些旗帜状端段构成层状输送电导体的一个堆叠。从上述文献无从得知这种层状输送电导体进一步

具体的设计。在这类层状的输送电导体中也产生严重的涡流损失。

因此本发明的目的是，改进已知的具有本文开头部分所述特征的输送电导体，以进一步降低在其层状堆叠中的涡流损失。

5 本发明的目的是这样实现的，即采用一种电力变压器层状的输送电导体，它有一个由带状导电薄片卷绕而成的空气冷却的金属箔绕组，它的薄片端借助于沿薄片纵向延伸的槽形成多个旗帜状端段，它们折叠成输送电导体的一个相对于薄片纵向折弯的堆叠，其特点在于，导体堆叠旗帜状的被折叠的端段，至少在未开槽的薄片部分边缘的区域内彼此绝缘。

10 采取这一措施可有利地大大降低在输送电导体横断面中的涡流。亦即人们认识到，恰恰在未开槽的薄片部分边缘区内，形成涡流的危险性特别大。在这种情况下，这些旗帜状端段只需要从未开槽的薄片部分长的纵侧线向外彼此实施绝缘几个厘米；再靠外(在金属箔绕组区域之外)，旗帜状端段的绝缘可以取消，以及这些端段可继续无绝缘或可过渡为一个实心的馈电汇流条。

15 下面借助附图详细说明本发明，附图中：

图 1 至 5 依次表示用于电力变压器的按本发明输送电导体的结构；以及图 6 表示这种输送电导体的另一种特殊的实施形式；

图 7 表示在一个相应的输送电导体中的电流下降曲线图。

20 为了有效地降低在输送电导体和电力变压器金属箔绕组配属于此输送电导体的连接薄片中的功率损失，规定输送电导体横断面分层并将它缩短至一个电效率高的长度。此外，在连接薄片中有控制的馈电降低了在绕组薄片产生的最大电流密度；并因而同样减小薄片连接区的损失。

25 在一种相应的输送电导体的结构中，以上述取自“Electrical Equipment”的文献中阐明的措施为出发点，由金属箔绕组带状导电薄片的端部，制成一定数量的旗帜状端段，然后通过依次折叠这些端段，得到一个具有必要导电横截面积的输送电导体的堆叠(见图 1 至 5)。下面所说明的步骤表明了这样一种输送电导体的结构。

30 图 1 表示具有宽度 B 的传统带状导电薄片 2 的端部。所表示的此导电薄片是金属箔绕组的连接薄片，并过渡为多个，例如 4 个，旗帜状端段 $3i$ (其中 $i = a, b, c$ 或 d)，它们最好通过窄槽 $4j$ 彼此分开。按照此所举的实施例，旗帜状端段 $3i$ 全都有大体相同的宽度 b 。但必要时它们也可以有不同的宽

度。端段 3i 的宽度 b 最好选择为, 使连接薄片 2 的端面边缘区 2a 和 2b 保持为空缺。除此之外, 旗帜状端段 3i 最好能相对于连接薄片 2 长的中心线 5 对称排列。其中, 各个端段 3i 的长度 L_i 可以选择为, 在折叠后端段 3i 的前端 6i, 构成了输送电导体堆叠的一个大体共同的端面。

5 在图 1 中最短的端段 3a 应是首先折叠的, 并也可能是沿馈电方向看首先将电流从输送电导体过渡到连接薄片 2 的那一个端段。按图中的表示, 它可看作是“最上部的”端段。

按图 2, 此最上部的端段 3a 向上折叠 90° 角, 并构成一个折叠区 11a。现在用 3a' 表示的端段按本发明应在其上平侧 F 至少局部绝缘, 晚些时候下一个旗帜状端段(3b)应放在它的上面。(下面对已折叠的端段附加标记“'”)。

10 为此, 按图 3 此平侧 F 相应地用绝缘薄膜 7a 覆盖。由图 3 可见, 此绝缘薄膜的宽度 b' 略大小有关的旗帜状端段 3a' 的宽度; 不过绝缘薄膜 7a 和端段 3a' 的宽度 b' 和 b 也可以是相同的。绝缘薄膜 7a 应在连接薄片 2 长的侧边 21 左右(或长的侧向纵棱边左右)至少覆盖一个区域 12。区域 12 的两个侧边最好离长边

15 21 几个厘米。此外, 绝缘薄膜 7 最好延伸到(并包括)端段 3a 的折叠区 11a, 除此之外, 最好还覆盖住下一个端段(3b)的折叠区 11b。必要时端段 3a' 的下侧也可以至少在它的折叠区 11a 设置绝缘薄膜。

按图 4, 接着相应地向上折叠第二个旗帜状端段 3b, 所以, 这两个端段 3a' 和 3b' 与在它们之间的绝缘薄膜 7a 一起, 例如上下叠合。然后按图 3 再

20 次进行绝缘。

旗帜状端段 3i 在各折叠区(11a 至 11d)中的折叠和它们彼此之间的绝缘继续进行, 直至所有的端段相叠地按图 5 共同构成层状输送电导体 8 的一个相对于薄片纵向折弯的堆叠 10。其中, 在各个旗帜状端段 3i' 之间, 至少在边缘区 12 内, 最好也一直到了各折叠区(11a 至 11d)内, 分别有一层绝缘薄膜(7a

25 至 7c), 因此, 端段互相电绝缘。从而有效地抑制了在输送电导体 8 横断面平面内的涡流。

旗帜状端段 3i 互相的绝缘只须进行到金属箔绕组边缘区 12 之外几个厘米; 之后, 在端段之间可以不绝缘, 以及, 端段可以继续没有绝缘或过渡为一个实心的馈电汇流条。

30 全部导体电流在各个旗帜状端段上的分配, 受不同长度的影响, 并因而受各有关端段的电阻和端段在连接薄片上不同的轴向连接位置的影响。这些

连接位置决定了沿绕组高度金属箔的不同的磁通交联，并因而决定感应电压。在金属箔的轴向中央，磁通交联高于金属箔的上边处和下边处。

在各个旗帜状端段 $3i'$ 上全部导体的电流自然地不均匀分布，可最好通过沿周围方向，亦即通过沿连接薄片 2 长的纵向小量移动端段，在相应地改变感应电压的情况下彼此影响。在图 6 中表示，在与图 1 至 5 之一相应的视图中，旗帜状端段 $3d'$ 和 $3c'$ 的此类移动。端段沿薄片 2 纵向的彼此移动通常在毫米的范围内，并取决于金属箔变压器的匝间电压。侧向移动一般最大为几个毫米。这样便可有利地达到各旗帜状端段之间电流分配的均衡化。当然，对于其余的旗帜状端段也可以规定作相应的移动。

通过借助于上列附图说明的馈电线，可以在电力变压器中达到在馈电线中有控制的电流降，并因而与此同时在低区绕组连接薄片中获得比较均匀的电流输入。图 7 在一个曲线图中表示了这种电流降。图中沿纵坐标方向表示输送电导体中其薄片端部的电流 I ，沿横坐标 X 方向表示在此端部输送电导体的长度，单位是任意的。各旗帜状端段 $3i$ 有关的长度 $a(3i')$ 用各端段相应的符号表示。此外，也相应地画出了低压绕组连接薄片 2 区域的长度 $a(2)$ 。由此曲线变化可以看出在输送电导体端部处受控制的比较均匀的电流降。因此有利地避免了在连接薄片 2 中电流密度过高，并避免了由于电流密度过高造成的附加损失。

按照所表示的实施例，其出发点是各折叠端段 $3i$ 的相互绝缘借助于绝缘薄膜实现。当然其他绝缘技术方面的措施也是适用的。例如，各端段在折叠前或折叠后，可以设绝缘层。

此外，旗帜状端段 $3i$ 相对于一条想象的金属箔中心线 5 为对称设置(见图 1)。然而也可以是一种非对称设置。这样做带来的优点是导体长度较短，并因而在电流不均匀分布的情况下有较小的损失。不过，不均匀的电流分布可能造成的问题，可通过如图 6 中表示的端段侧向移动使之减小。

各旗帜状端段 $3i$ 有不同的宽度在原则上也是可能的，并能有利地与已提及的侧向移动措施结合起来。侧向移动可例如通过在端段左侧和/或右侧纵边处事后去除材料来实现。

按本发明的措施主要涉及一种具有金属箔绕组的电力变压器输送电线路的设计。有关的电力变压器原则上是已知的，所以在附图中取消了对它的具体表示。

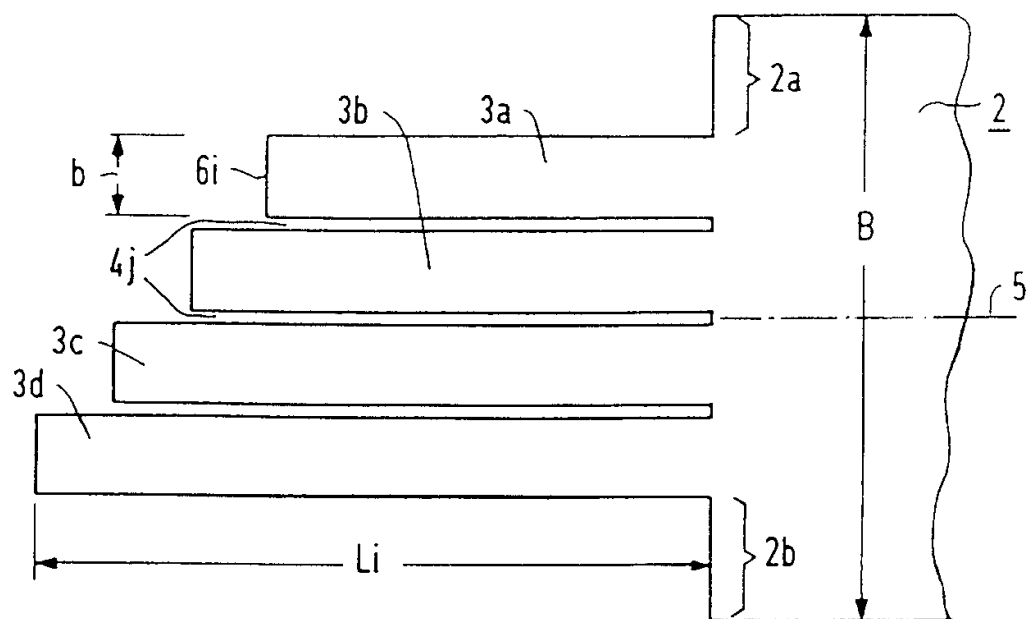


图 1

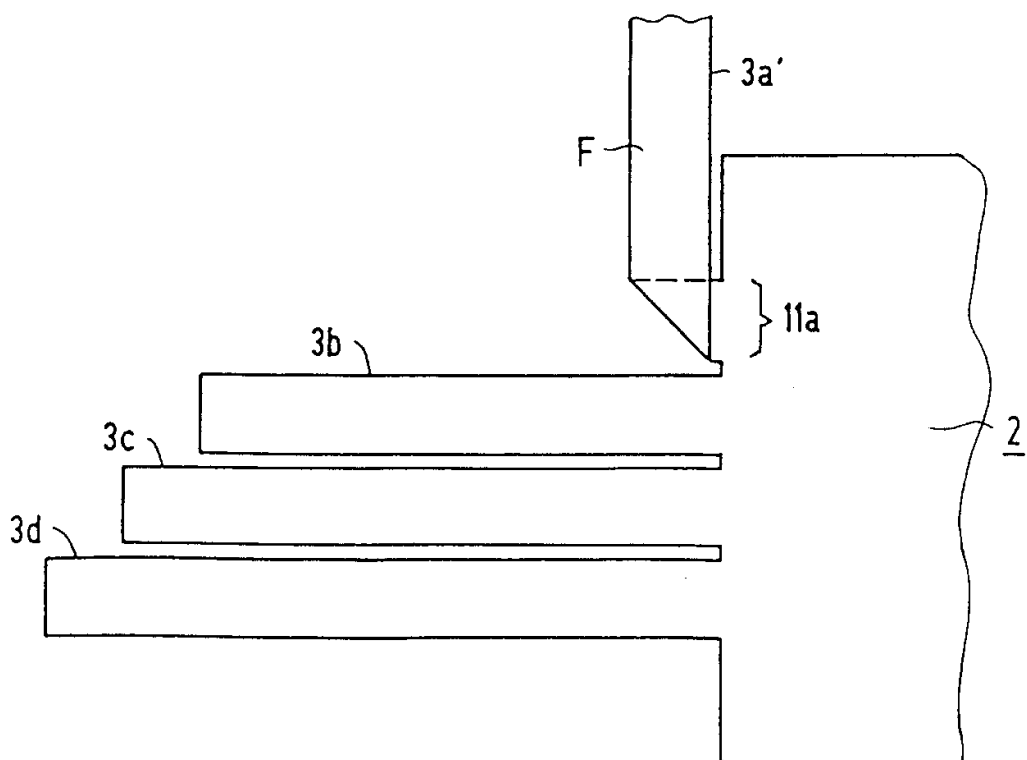


图 2

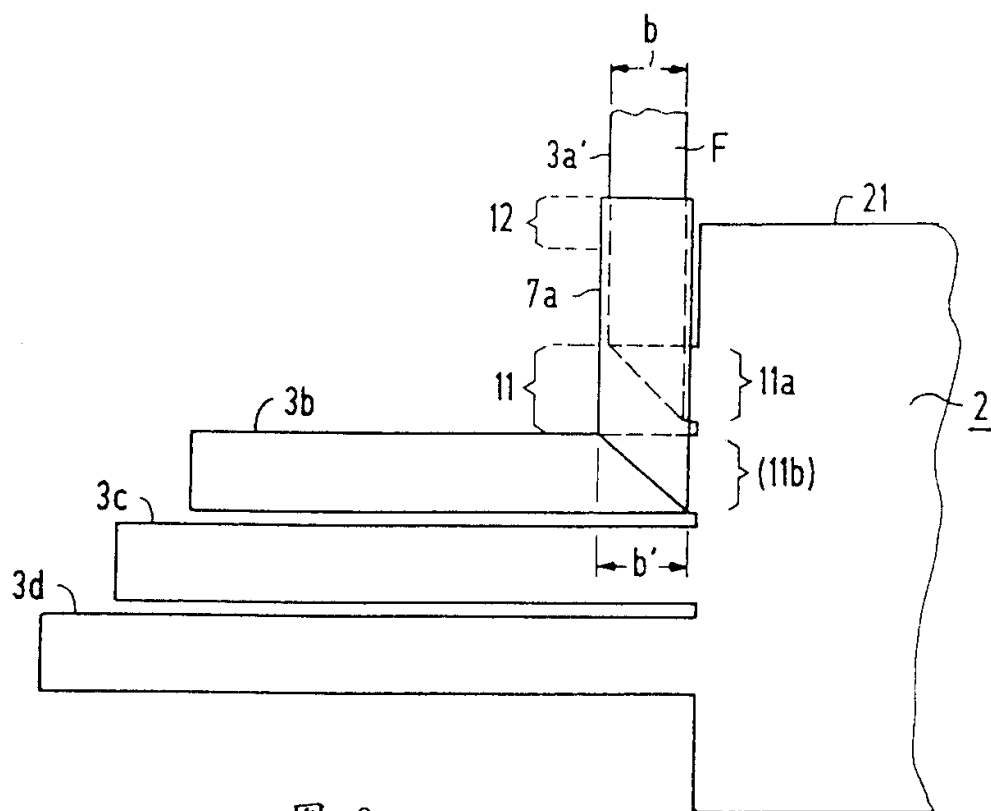


图 3

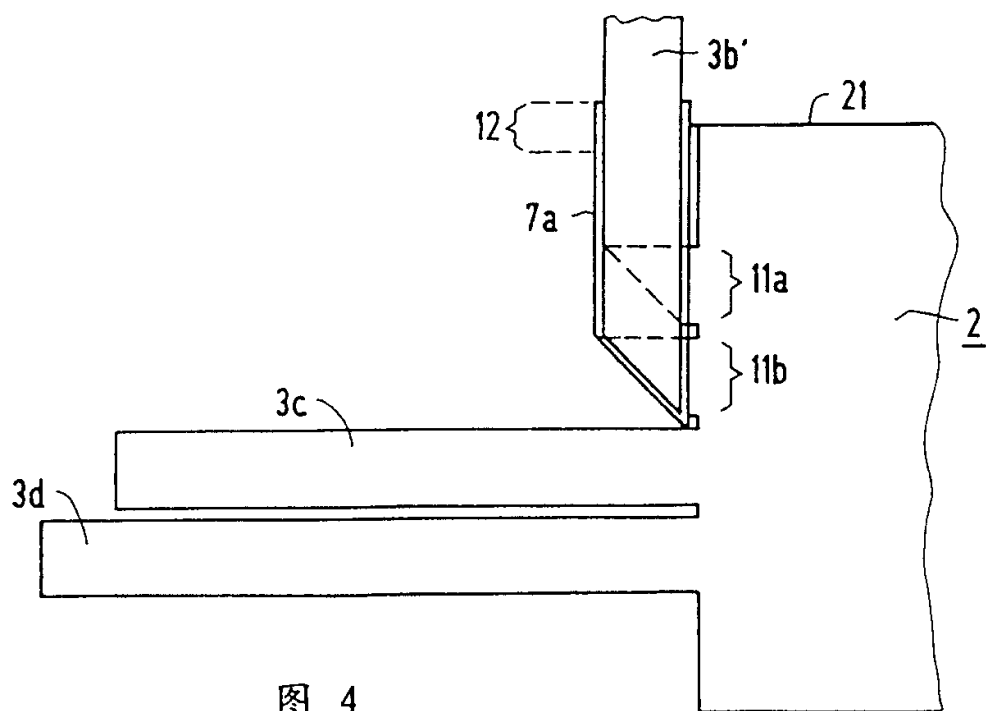


图 4

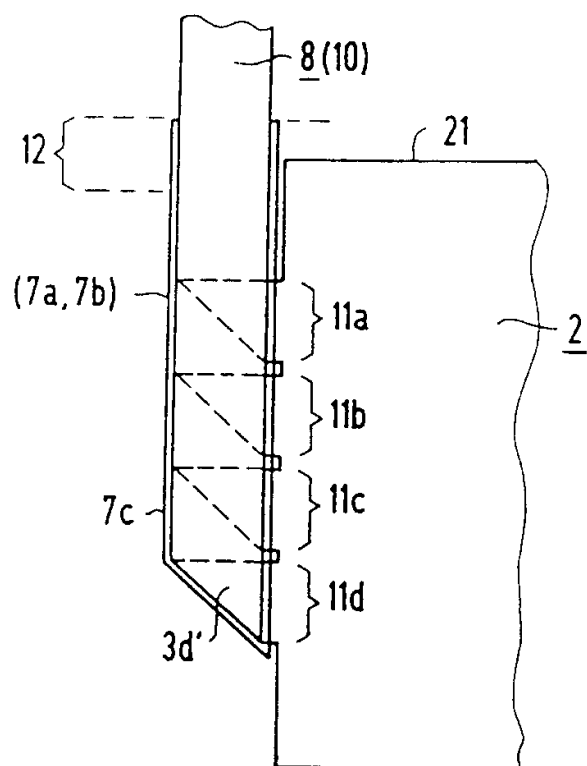


图 5

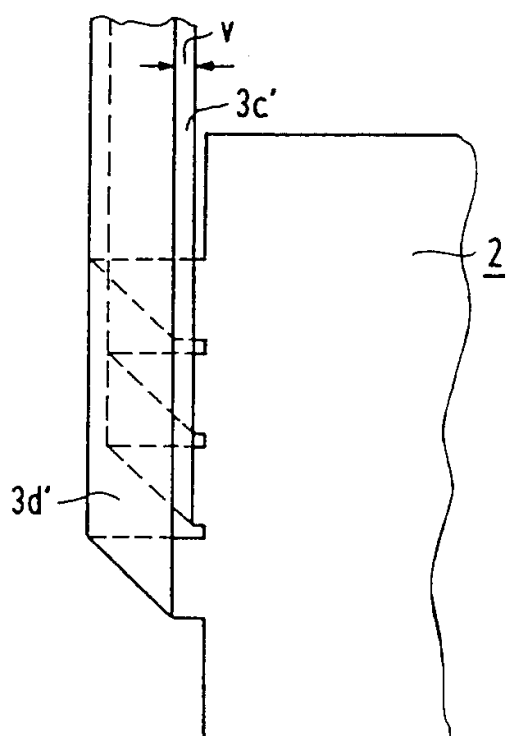


图 6

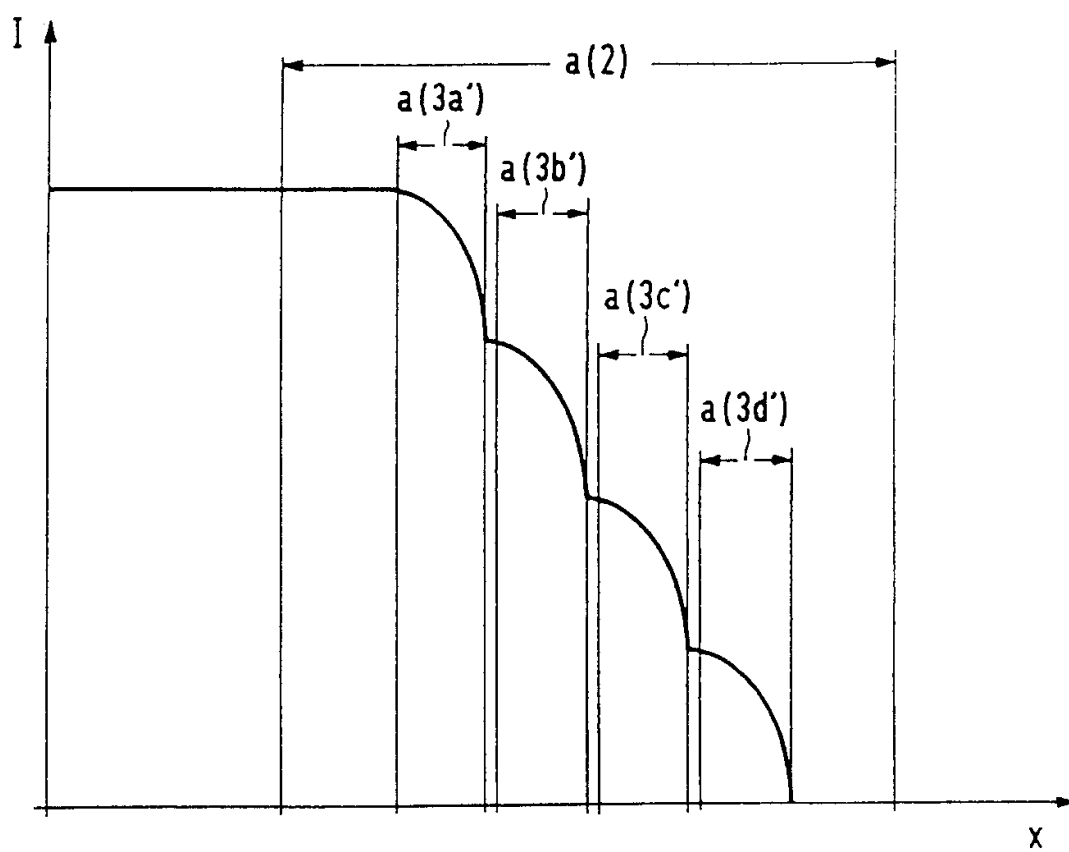


图 7