



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96113238.8

[43] 授权公告日 2003 年 1 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 1100376C

[22] 申请日 1996.8.17 [21] 申请号 96113238.8

[30] 优先权

[32] 1995. 8. 18 [33] JP [31] 210529/1995

[71] 专利权人 株式会社东芝

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 望月资康 川村勉

审查员 张东亮

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

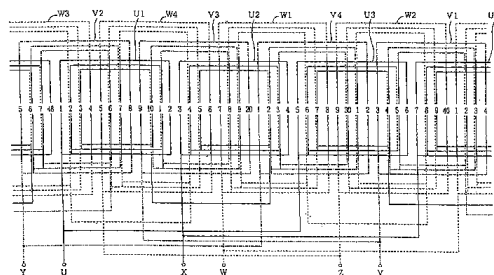
代理人 王忠忠 傅 康

权利要求书 3 页 说明书 38 页 附图 72 页

[54] 发明名称 电机的双层同心式绕组或叠绕组型的电枢绕组的制造方法

[57] 摘要

在用于电机的双层同心式电枢绕组中, 每极每相槽数设定为 q 。电枢绕组包括其相应于一极且其包含有彼此线圈节距不同的多个线圈的绕组。该线圈包含至少一个有不同于其它线圈匝数的线圈。槽数 q 设定为 ≥ 3 。在一绕组的线圈数设定为 $(q - n)$, 在此 $n = 1, 2, \dots$ 和 $q - 2$ 。该线圈分布于槽内以形成产生磁动势正弦分布的双层同心式绕组。在另一布置中, 双层同心式绕组或叠绕组内的每相极绕组数是极数的一半。在极绕组之一的线圈数设定为 $(2 \times (q - n))$ 。



1. 一种三相四极电机的电枢绕组的制造方法, 包括以下步骤:

5 设定每极每相槽数 $q \geq 4$, 并设定与一极对应的一个绕组的线圈数大于或等于 2, 且小于槽数 q ;

 设定每个线圈的匝数和线圈节距的数值彼此各不相同, 以使得绕组产生的磁动势为近似正弦波形, 并设定最小线圈节距的数量在 q 和 $2q$ 之间, 包括 q 和 $2q$;

10 将线圈配置成一个具有同心绕组分布的整数槽绕组, 其中每个线圈的匝数从最外层线圈至最内层线圈顺次增加或减小;

 将在同心绕组中具有最大匝数的线圈绕成单层绕组, 并将其它线圈中的每一个绕成双层绕组;

 将包括与三相的第一极对应的三个绕组、和与三相的第四极对应的三个绕组的第一组绕组同时插入槽中; 和

15 将包括与三相的第三极对应的三个绕组、和与三相的第二极对应的三个绕组的第二组绕组同时插入槽中, 各步骤顺次执行。

2. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于: 其特征在于最靠近多个端子中的每一个端子的线圈包括形成了具有较少匝数的线圈的引线。

20 3. 一种三相四极电机的电枢绕组的制造方法, 包括以下步骤:

 设定每极每相槽数 $q \geq 4$, 并设定与一极对应的一个绕组的线圈数大于或等于 2, 且小于槽数 q ;

25 设定每个线圈的匝数和线圈节距的数值彼此各不相同, 以使得绕组所产生的磁动势为近似正弦波形, 并设定最小线圈节距的数量在 q 和 $2q$ 之间, 包括 q 和 $2q$;

 将线圈配置成一个具有同心绕组分布的整数槽绕组, 其中每个线圈的匝数从最外层线圈至最内层线圈顺次增加或减小;

 将在同心绕组中具有最大匝数的线圈绕成单层绕组, 并将其它

线圈中的每一个绕成双层绕;

将包括有与三相的第一极对应的三个绕组、和与三相的第三极对应的三个绕组的第一组绕组同时插入槽中; 和

5 将包括有与三相的第四极对应的三个绕组、和与三相的第二极对应的三个绕组的第二组绕组同时插入槽中, 各步骤顺次执行。

4. 根据权利要求 3 的方法, 其特征在于: 其中最靠近多个端子中的每一个端子的线圈包括形成了具有较少匝数的线圈的引线。

5. 一种三相六极电机的电枢绕组的制造方法, 包括以下步骤:

10 设定每极每相槽数 $q \geq 4$, 并设定与一极对应的一个绕组的线圈数大于或等于 2、且小于槽数 q ;

设定每个线圈的匝数和线圈节距的数值彼此各不相同, 以使得绕组所产生的磁动势为近似正弦波形, 并设定最小线圈节距的数量在 q 和 $2q$ 之间, 包括 q 和 $2q$;

15 将线圈配置成一个具有同心绕组分布的整数槽绕组, 其中每个线圈的匝数从最外层线圈至最内层线圈顺次增加或减小;

将在同心绕组中具有最大匝数的线圈绕成单层绕组, 并将其它线圈中的每一个绕成双层绕组;

20 将包括与三相的第一相对应并具有相同极性的三个绕组、和与三相的第三相对应并具有与第一相对应的绕组的极性相反的极性的三个绕组的第一组绕组同时插入槽中;

将包括与三相的第二相对应并具有相同极性的三个绕组, 和与三相的第一相对应并具有与第二相对应的绕组的极性相反的极性的三个绕组的第二组绕组同时插入槽中; 和

25 将包括与三相的第三相对应的三个绕组、和与三相的第二相对应的三个绕组的第三组绕组同时插入槽中, 各步骤顺次执行。

6. 根据权利要求 5 的方法, 其特征在于: 其中最靠近多个端子中的每一个端子的线圈包括形成了具有较少匝数的线圈的引线。

7. 一种三相电机的电枢绕组的制造方法, 包括以下步骤:

设定每极每相槽数 $q \geq 4$, 设定一个绕组的线圈数为 $2 \times (q - 1)$,
和设定各个线圈的线圈节距的数值彼此各不相同;

设定一个绕组的线圈中的最小线圈节距在 q 和 $2q$ 之间, 包括 q
和 $2q$;

- 5 设定一个绕组中每个绕圈的匝数, 使得该数在最外面的槽和最
里面的槽为最小, 并使该数在中央的一个槽为最大, 因而使得该绕
组所产生的磁动势为近似正弦波形, 并将线圈配置成一同心绕组分
布;

- 10 设置在同心绕组分布中属于同相的两个绕组的最外面的线圈,
使得最外面的线圈相互间的节距等于最小的线圈节距;

将在同心绕组中具有最大匝数的线圈绕成单层绕组, 并将其它
线圈中的每一个绕成双层绕组;

- 15 将与第一相的所有极的绕组对应的第一组绕组同时插入槽中,
将与第二相的所有极的绕组对应的第二组绕组同时插入槽中, 和将
与第三相的所有极的绕组对应的第三组绕组同时插入槽中, 各步骤
顺次执行。

电机的双层同心式绕组或
叠绕组型的电枢绕组的制造方法

5

本发明涉及用于有双层同心式线圈布置或叠绕组布置的电机的电枢绕组和制造这样的电枢绕组的方法。

图 62 是交流电机特别是三相感应电动机同心式电枢绕组的常用布置展开图, 所示出的是三相, 4 级, 48 槽的电枢绕组。图 63 示出放置在槽中的电枢绕组的线圈布置。图 62 中的各虚线示出所放线圈的线圈边说明以与其上层边(外层边)重叠。图 63 的各弧线表示线圈的线圈端, 而各黑圆点表示线圈边。数码 1-48 代表槽号, 其在下文将表示为槽 #1-#48。符号 U_1 、 U_2 、 U_3 和 U_4 表示 U 相的极绕组, 符号 V_1 、 V_2 、 V_3 和 V_4 表示 V 相的极绕组, 而符号 W_1 、 W_2 、 W_3 和 W_4 表示 W 相的极绕组。

15

仅有一线圈放在 U 相第一极绕组内的各槽 #1 和 #2 以构成同心线圈, 而线圈放入在各槽对 #2 和 #11, #3 和 #10 与另一相的另一线圈(相应于绕组 V_4 和 W_1 的线圈)在一起以构成同心线圈。通常, 放入在槽对 #2 和 #11 和槽对 #3 和 #10 内的线圈有相同的匝数, 其数量是放入在槽对 #1 和 #12 内线圈的一半。所有的其它同心式绕组线圈在匝数上亦有上述的倍一半匝数关系。

20

日本已审查的专利申请公告号 No. 51-28125(1976)公开了如图 64 所示的电枢绕组布置。日本已审查的专利申请公告号 No.60-36698 (1985)公开了如图 65 所示的电枢绕组布置。没有出版物说明各线圈匝数的细节, 但通常同样是放入在槽中与另一相的线圈在一起的线圈匝数是当仅有该线圈放入在该槽中时线圈匝数的一半。由此, 所有的线圈通常有该倍一半匝数关系。

25

当在相应槽中的线圈有该倍一半匝数关系时,电枢绕组的磁动势波形是非正弦波形的。非正弦的磁动势引起大量谐波,其不利地使电动机的效率和功率因数降低或由于电磁振动使噪声增加。

为克服上述缺陷,现有技术已提出了正弦绕组布置,其中线圈的匝数是从槽到槽要改变的,以致磁动势的分布近似为正弦波。如日本未审专利申请公开号 No. 6-261479(1994)公开了电枢绕组布置成正弦、双层,同心式绕组,参见图 67,来说明其布置。图 67 是三相,4 极,48 槽,在出线端 U 和 X 间形成两并联支路的电枢绕组展开图。当 q 是每极每相的槽数时, $q=48/(3 \times 4)=4$ 。每相的每极绕组包括同心布置的 4 个连续线圈,以便组成双层同心绕组。该 4 个线圈互相连接以形成极绕组。由此,总体看该电枢绕组包含 12 个同心线圈,它们是 U 相的极绕组 U_1 、 U_2 、 U_3 和 U_4 , V 相的极绕组 V_1 、 V_2 、 V_3 和 V_4 , 和 W 相的极绕组 W_1 、 W_2 、 W_3 和 W_4 。这些线圈被放入在槽#5-#16 中,且该极绕组的节距分别是 11、9、7 和 5。如 U 相第 1 极绕组 U_1 由节距 11 插入槽#5 和#16 的线圈,由节距 9 插入槽#6 和#15 的线圈,由节距 7 插入槽#7 和#14 的线圈和由节距 5 插入槽#8 和#13 的线圈组成,所有这些线圈相互顺序地放入。关于 U 相的其余各极以及其它连互各极也是 4 线圈以上述相同的方式由线圈节距 11、9、7 和 5 互连组成的。

图 68 说明各槽线圈的匝数。注意图 68 仅示出放入在相应槽内的线圈布置,而没示出是用作上层或下层线圈。在所示布置中各槽放入线圈的匝数与现有技术相同,但各相线圈数两倍于现有技术。例如,如图 68 所示, U 相第 1 极绕组 U_1 分布在槽#5-#8 和槽#13-#16 内,匝数顺序地变化从槽#5 的 28 变到槽#6 的 21,槽#7 的 13 和槽#8 的 5,从槽#13 的 5 到槽#14 的 13,槽#15 的 21 和槽#16 的 28,从而绕组 U_1 构成为同心式绕组。另外, U 相的第 2 极绕组 U_2 分布在槽#17-#20 和槽#5-#28 内,匝数顺序地变化从槽#17 的 28 到槽#18 的 21,槽#19 的 13 和槽#20 的 5,从槽#25 的 5 到槽#26 的 13,槽#27 的 21 和槽

#28 的 28, 从而绕组 U_2 成为同心绕组。由此, 绕圈匝数顺序地变化从槽 #1 的 5 到槽 #2 的 13, 槽 #3 的 21, 槽 #4 的 28, 槽 #5 的 28, 槽 #6 的 21, 槽 #7 的 13 和槽 #8 的 5, 以致磁动势可变成近于正弦形。

5 由于上述布置要构成双层、同心式, 图 68 槽 #1-#4 所放上和下层线圈的总匝数如为 33, 33、34 和 34。因此, 放入各槽线圈的总匝数近于相同, 这就表明各槽面积得以有效利用。

插入各槽的各线圈匝数决定要使绕组产生的磁动势近似正弦而使高频绕组系数近于零。如由 Chukichi Okawa 在 “Shibaura Review” (1934 年第 8 卷) 的 “关于感应电动机异常现象的理论研究”
10 一文中详细说明。图 69 说明图 68 所示电枢绕组中上和下层线圈的布置和各线圈的匝数。

图 70A 和 70B 分别示出在正弦绕组情况下和非正弦绕组情况下的磁动势分布。图 71 示出图 70A 所示正弦绕组和图 70B 所示非正弦绕组的绕组系数。

15 从这些图可看出正弦绕组可使磁动势接近正弦形且大大地降低高频绕组系数。

图 72 表示相应于图 68 所示绕组布置的放入各槽的上和下层线圈的布置和各线圈的匝数。首先, U 相的所有极绕组 U_2 - U_4 放入槽内以用作下层线圈。再把 V 相的所有极绕组 V_1 - V_4 放入槽内用作下层线圈。
20 最后, 把 W 相所有极绕组 W_1 - W_4 放入槽内用作上层线圈, 以提供双层同心绕组。由于所有各相的绕组可同时放入槽内, 该下线工作可简化, 且可由下线机来完成把线圈放入槽内的工作。因此上述绕组布置可达到叠绕正弦绕组的同样效果, 且绝缘物可机械地放入槽内。由此, 在上述布置中放入各槽线圈的匝数改变应使由该绕组产生的磁边势成为接近正弦, 从而电动机的特性也得以改进。
25

在如图 62 和 66 所示的常用同心绕组中, 所有放入各槽的线圈且有在匝数方面的倍一半匝数关系。因此, 由于磁动势不能成为正弦, 大量的谐波引起电动机的效率和功率因数的下降或由于电磁振动而增加

噪声。

采用图 67 所示正弦绕组的双层同心绕组克服了上述缺陷。把属不同相的线圈放入所有槽#1-#48 内, 不过从图 72 明显看出在这些槽中线圈匝数的差别是小的。要把绝缘物放入到所有槽内以将属不同相的线圈互相绝缘, 这就导致增加了绕组装配的工序。

另外, 在图 67 所示电枢绕组中, 一些槽的上层线圈匝数非常不同于下层线圈。这些槽包括槽#1、#4、#5、#8、#9、#12、#13、#16、#17、#20、#21、#24、#25、#28、#29、#32、#33、#36、#37、#40、#41、#44、#45 和 #48。这些槽的每一个, 一个线圈 5 匝, 而另一线圈 28 匝。由于各槽绝缘物的尺寸要变化, 也就需要准备大量不同类型的绝缘物。另外, 当第 1 次放入槽内的线圈匝数较小时, 该线圈和绝缘物在槽内的放置有时会不适当。其次是手工或机械下线变得困难或造成插入槽内绝缘物的位移, 于是产品质量下降。由于极绕组有各不同的尺寸, 不利的是需要有相当于极绕组的线圈成形模的量。

因此, 本发明目的在于提供一种具有双层同心绕组或叠绕组布置的电机电枢绕组的制造方法, 其中组成各极的线圈数得以减少, 放入槽内绝缘物的数量和类型得以减少, 且可易于机械地把线圈放入槽内。

本发明提供一种制造电机的三相电枢绕组的方法, 其中每极每相槽数 q 设定为等于或大于 3, 电枢绕组包括与一个极对应的极绕组, 包括具有彼此互不相同的线圈节距的多个线圈, 其中至少一个线圈具有与其它线圈不同的匝数, 在上述极绕组中的线圈数设定为 $(q - n)$, 其中 $n = 1, 2, \dots, q - 2$, 最小线圈节距设定为 q 或 $2q$, 上述线圈被插入多个槽中以分布其中, 使得上述三相电枢绕组组成具有同心绕组分布的整数槽绕组。上述方法包括以下步骤: 将包括与三相的第一极对应的三个绕组、和与三相的第四极对应的三个绕组的第一组绕组插入槽中, 将包括与三相的第三极对应的三个绕组、和与三相的第二极

对应的三个绕组的第二组绕组同时插入槽中，各步骤顺次执行。

根据上述方法，各极绕组的线圈数小于每极槽数，于是线圈成形模得以减少。放入不同相线圈的槽的数量得以减少。放入一个槽的二线圈匝数间的差别得以减少。该线圈可易于机械地放入槽内。

- 5 在每极每相槽中各线圈的匝数可设定不同的值，以使绕组产生的磁动势变成近似正弦。

其中 $N_1, N_2, N_3, N_4 \cdots N(q-n)$ 是各个线圈的匝数， N_1 为最外层线圈匝数，在线圈是从最外层线圈顺次向内排列时， $N_1 > N_2 \geq N_3 \geq N_4 \cdots \geq N(q-n)$ 。或者，在各个线圈的匝数表示为 $N_1, N_2, N_3, N_4, \cdots N(q-n)$ 并且有表示如 $N_1 > N_2 \geq N_3 \geq N_4 \cdots \geq N(q-n)$ 的关系，
10 N_2 表示最外层线圈，并且线圈是从最外层线圈顺次向内排列时，相应线圈的匝数设定为 $N_2, N_1, N_3, N_4 \cdots N(q-n)$ 。

在再一最佳形式中，其中多个线圈组成相应于一极的绕组的多个槽在圆周方向连续地彼此相邻。

- 15 在又一最佳形式中，在多个槽之间至少插有一槽，在多个槽中的多个线圈组成相应于一极的绕组，所说至少一槽用于其它极绕组。

本发明还提供一种制造电机的三相电枢绕组的方法，其中每极每相槽数 q 设定为等于或大于 3，电枢绕组包括与一个极对应的极绕组，包括具有彼此互不相同的线圈节距的多个线圈，其中至少一个线圈具有与其它线圈不同的匝数，在上述极绕组中的线圈数设定为 $(q-n)$ ，其中 $n = 1, 2, \cdots, q-2$ ，最小线圈节距设定为 q 或 $2q$ ，上述线圈被插入多个槽中以分布其中，使得上述三相电枢绕组组成具有同心绕组分布的整数槽绕组。上述方法包括以下步骤：将包括与三相的第一极对应的三个绕组、和与三相的第三极对应的三个绕组的第一组绕组插入槽中，
20 将包括与三相的第四极对应的三个绕组、和与三相的第二极对应的三个绕组的第二组绕组同时插入槽中，各步骤顺次执行。

25

本发明还提供一种制造电机的三相六极电枢绕组的方法，其中每极每相槽数 q 设定为等于或大于 3，电枢绕组包括与一个极对应的极

绕组, 极绕组包括具有彼此互不相同的线圈节距的多个线圈, 其中至少一个线圈具有与其它线圈不同的匝数, 在上述极绕组中的线圈数设定为 $(q-n)$, 其中 $n=1, 2, \dots, q-2$, 最小线圈节距设定为 q 或 $2q$, 上述线圈被插入多个槽中以分布其中, 使得上述三相电枢绕组组成具有同心绕组分布的整数槽绕组。上述方法包括以下步骤: 将包括与三相的第一相对应并具有相同极性的三个绕组、和与三相的第三相对应并具有与第一相对应的绕组的极性相反的极性的三个绕组的第一组绕组同时插入槽中; 将包括与三相的第二相对应并具有相同极性的三个绕组、和与三相的第一相对应并具有与第二相对应的绕组的极性相反的极性的三个绕组的第二组绕组同时插入槽中; 和将包括与三相的第三相对应的三个绕组、和与三相的第二相对应的三个绕组的第三组绕组同时插入槽中, 各步骤顺次执行。

本发明的其它目的、特征和优点将从下面最佳实施例并参见附图的说明中会清楚体现, 其中:

- 图 1 是根据本发明第 1 实施例的方法制造的电枢绕组的展开图;
图 2 示出放入槽内线圈的匝数;
图 3A 和 3B 是绕组磁动势分布的图形;
图 4 示出正弦和非正弦绕组的绕组系数的比较图;
图 5 是第 1 实施例电枢绕组中的上层和下层线圈以及各线圈匝数布置图;
图 6 说明第 1 实施例电枢绕组的线圈布置;
图 7 说明放入槽内线圈的匝数;
图 8 是第 1 实施例变更形式电枢绕组的展开图;
图 9 说明根据本发明第 2 实施例的方法制造的电枢绕组中的上和
下层线圈以及各线圈匝数的布置;
图 10 是表示从端部绕组边角度观察作为例子来说明第 2 实施例电枢绕组的布置;
图 11 说明作为另一例电枢绕组线圈的布置;

图 12 是根据本发明第 3 实施例的方法制造的电枢绕组的展开图;

图 13 是根据本发明第 4 实施例的方法制造的电枢绕组的展开图;

图 14 是第 4 实施例第 1 变更形式电枢绕组的展开图;

5 图 15 是从端部绕组边角度观察作为例子说明第 4 实施例电枢绕组线圈的布置;

图 16 是从端部绕组边角度观察作为另一例子说明第 4 实施例电枢绕组的线圈布置;

图 17 是第 4 实施例第 2 变更形式电枢绕组的展开图;

图 18 是第 4 实施例第 3 变更形式电枢绕组的展开图;

10 图 19 是根据本发明第 5 实施例的方法制造的电枢绕组的展开图;

图 20 是第 5 实施例第 1 变更形式电枢绕组的展开图;

图 21 是作为一个例子说明第 5 实施例电枢绕组的线圈布置;

图 22 是作为另一例子说明第 5 实施例电枢绕组的线圈布置;

图 23 是根据本发明第 6 实施例的方法制造的电枢绕组的展开图;

15 图 24 是第 6 实施例第 1 变更形式电枢绕组的展开图;

图 25 是第 6 实施例电枢绕组的线圈布置;

图 26 是第 6 实施例第 2 变更形式电枢绕组的展开图;

图 27 是第 6 实施例第 3 变更形式电枢绕组的展开图;

图 28 是作为一个例子说明第 6 实施例电枢绕组的线圈布置;

20 图 29 是作为另一个例子说明第 6 实施例电枢绕组的线圈布置;

图 30 是根据本发明第 7 实施例的方法制造的电枢绕组的展开图;

图 31 是第 7 实施例第 1 变更形式电枢绕组的展开图;

图 32 是第 7 实施例电枢绕组的线圈布置图;

图 33 是根据本发明第 8 实施例的方法制造的电枢绕组的展开图;

25 图 34 是第 8 实施例第 1 变更形式电枢绕组的展开图;

图 35 是第 8 实施例电枢绕组的线圈布置图;

图 36 是根据本发明第 9 实施例电枢绕组的展开图;

图 37 是第 9 实施例第 1 变更形式电枢绕组的展开图;

图 38 是第 9 实施例电枢绕组的线圈布置图;

图 39 是第 10 实施例的方法制造的电枢绕组的线圈布置图;

图 40 是第 11 实施例的方法制造的电枢绕组的线圈布置图;

图 41 是第 12 实施例的方法制造的电枢绕组的线圈布置图;

5 图 42 是第 13 实施例的方法制造的电枢绕组的线圈布置图;

图 43 是根据本发明第 14 实施例的方法制造的电枢绕组的展开图;

图 44 是在第 14 实施例中放入槽内的线圈匝数说明图;

10 图 45 是在第 14 实施例电枢绕组的上和下层线圈和各线圈匝数的布置图;

图 46 是第 14 实施例电枢绕组的线圈布置图;

图 47 是在第 14 实施例电枢绕组中放入在槽内的线圈匝数的图;

图 48 是第 14 实施例电枢绕组变更形式的电枢绕组展开图;

15 图 49 是根据本发明第 15 实施例的方法制造的电枢绕组的展开图;

图 50 是放入在第 15 实施例槽内的线圈匝数的图;

图 51 是在第 15 实施例电枢绕组的上和下层线圈和各线圈匝数的布置图;

图 52 是第 15 实施例电枢绕组的线圈布置图;

20 图 53 是第 15 实施例第 1 变更形式电枢绕组的线圈布置图;

图 54 是第 15 实施例第 2 变更形式电枢绕组的展开图;

图 55 是根据本发明第 16 实施例的方法制造的电枢绕组的线圈布置图;

图 56 是第 16 实施例变更形式电枢绕组的线圈布置图;

25 图 57 是根据本发明第 17 实施例的方法制造的电枢绕组的线圈布置图;

图 58 是根据本发明第 18 实施例的方法制造的电枢绕组的线圈布置图;

图 59 是根据本发明第 19 实施例的方法制造的电枢绕组的展开图;

图 60 是根据本发明第 20 实施例的方法制造的电枢绕组的展开图;

5 图 61 是根据本发明第 21 实施例的方法制造的的电枢绕组的展开图;

图 62 是第 1 常用同心式电枢绕组展开图;

图 63 是图 62 所示电枢绕组的线圈布置图;

图 64 是第 2 常用同心式电枢绕组的线圈布置图;

10 图 65 是第 3 常用同心式电枢绕组的线圈布置图;

图 66 是第 3 常用同心式电枢绕组的展开图;

图 67 是形成正弦绕组形式的第 5 常用电枢绕组的展开图;

图 68 是在图 67 所示第 5 常用电枢绕组中放入在槽内的线圈匝数图;

15 图 69 是如图 67 所示第 5 常用电枢绕组的线圈布置图;

图 70A 和 70B 是图 67 所示第 5 常用布置的绕组磁动势分布图;

图 71 是现有技术的正弦和非正弦绕组的绕组系数比较图; 和

图 72 是图 68 所示第 5 常用布置中的上和下层线圈和各线圈匝数的布置图。

20 本发明第 1 实施例将参见图 1-8 予以说明。在这些图中, 标号 1-48 表示槽号, 参考符号 U_1-U_4 表示 U 相极绕组, V_1-V_4 表示 V 相极绕组和 W_1-W_4 表示 W 相极绕组。

在本实施例中, 本发明适用于 3 相、4 级 48 槽的电枢绕组。通过极绕组在电枢绕组端子 U 和 $\times$ 间形成 2 并联电支路。得到每极每相槽数 q 为 $48/(3 \times 4)=4$ 。各相的各极绕组由 $3(=q-1)$ 同心分布的连续线圈组成。因此, 该电枢绕组成为双层同心绕组并包括有 U 相级绕组 U_1 、 U_2 和 U_3 , V 相极绕组 V_1 、 V_2 和 V_3 和 W 相极绕组 W_1 、 W_2 和 W_3 的 25 12 个同心线圈。

组成各极绕组的线圈的线圈节距分别设定为 11、9 和 7。如 U 相第 1 极绕组 U_1 由线圈节距 11 放入在槽[#]1 和[#]12 的线圈、线圈节距 9 放入在槽[#]2 和[#]11 的线圈和线圈节距 7 放入在槽[#]3 和[#]10 的线圈所组成, 这些线圈依次相互连接。U 相各其它绕组和其它相的各绕组, 以相应线圈节距 11、9 和 7 以如上述的相同方式依次相互连接。

图 2 示出放入在相应槽内的线圈匝数。注意图 2 所示仅是放入相应槽内线圈的布置但没示出该线圈在槽内是作为上层线圈或下层线圈。在本实施例中放入槽内的线圈匝数不同于现有技术。如在 U 相, 第 1 极绕组 U_1 分布在槽[#]1-[#]3 和槽[#]10-[#]12 内, 匝数顺序地变化, 从槽[#]1 的 31 变到槽[#]12 的 18, 和槽[#]3 的 12, 从槽[#]10 到 12 的槽[#]11 的 18, 和槽[#]12 的 31, 从而使绕组 U_1 成为同心绕组。

另外, 第 2 极绕组 U_2 分布在[#]13-[#]15 和槽[#]22-[#]24 内, 匝数顺序地变化从槽[#]13 的 31 到槽[#]14 的 18, 和槽[#]15 的 12, 从槽[#]22 的 12 到槽[#]23 的 18, 和槽[#]24 的 31, 从而使绕组 U_2 成为同心绕组。另一方面, 在槽[#]46、[#]47、[#]48、[#]1、[#]2 和[#]3 内, 极绕线 U_4 的匝数从 12 变到 18 和 31, 而极绕组 U_1 的匝数变化是从 31 变到 18 和 12。匝数的改变程度不同于如图 70A 所示的现有技术。但由于在实施例中的匝数阶式改变, 磁动势分布可成为如现有技术的近似正弦。

图 3A 和 3B 分别示出本实施例正弦绕组和常用非正弦绕组中的绕组磁动势分布。图 4 示出该二绕组的绕组系数比较。由图 3A、3B 和 4 明显看出, 通过利用本实施例的正弦绕组, 磁动势分布可近似于正弦波且高频绕组系数可大大地减小。

由于上述布置成为双层同心式, 放入到槽[#]2-[#]7 内的上层和下层线圈的总匝数如是 30, 30, 31 和 31。因此, 放入各槽的上和下层线圈的总匝数近似一致, 其表明各槽的截面得以有效利用。

图 5 是图 1 所示绕组布置中线圈的上和下层线圈匝数的布置。图 6 是图 5 所示线圈的布置。在图 6 中, 各圆弧表示线圈端部, 而各黑圆点表示线圈边。各小黑圆点示出仅有一线圈放入在该槽内的情况, 而

各大黑圆点示出有二线圈放入在该槽内的情况。另外各大黑圆点示出其线圈匝数大于各小黑圆点。

在线圈放入时, U 相的所有极绕组 U_1-U_4 都第一次放入槽内, 再把 V 相的所有极绕组 V_1-V_4 放入槽内, 最后把 W 相的所有极绕组 W_1-W_4 放入槽内。当把极绕组放入槽内时, 每相所有极绕组可同时放入槽内, 以这种方式使双层同心绕组得以形成。放入线圈可以简化且可机械地把绕组放入槽内。

图 7 示出本实施例各槽内的线圈或线圈匝数。在常用正弦绕组组成的双层同心绕组中, 线圈数与每极每相槽数相同, 也就是说 4 个线圈用在每相每极中。因此, 在所有槽内的上和下层线圈属于彼此不同的相。在这样的情况下, 需在槽内放入绝缘物来使各线圈彼此分隔。然而, 在上述实施例中, 只有所有槽的一半被放入不同相的线圈, 也就是 24 槽, 它们是 # 46、# 47、# 2、# 3、# 6、# 7、# 11、# 14、# 15、# 18、# 19、# 22、# 23、# 26、# 27、# 30、# 31、# 34、# 35、# 38、# 39、# 42 和 # 43。

尽管对这些槽需要绝缘物, 但对另外 24 槽 # 45、# 48、# 1、# 4、# 5、# 8、# 9、# 12、# 13、# 16、# 17、# 20、# 21、# 24、# 25、# 28、# 29、# 32、# 33、# 36、# 37、# 40、# 41 和 # 44 却不需要绝缘物。从而可大为减少电枢绕组装配步骤。在实施例中, 每极每相的线圈数为 3, 这个数量比常用布置的小, 从而使线圈模减少。

另外, 一相的预先放入的线圈和其它相随后放入的线圈相互交错的线圈端部厚度约是单层同心绕组的一半。因此, 由于线圈端部可用较小的力来成形, 对线圈的损伤可减小且便于随后相线圈的放入。

在各槽二线圈匝数间的差别较小, 也就是说线圈间截面的差别较小。因此, 防止了第 2 层线圈放入对工作效率的影响, 且可防止绝缘物在槽内的移位。根据实施例的上述布置, 用如日本未审专利申请公开号 No. 7-154949 所公开的下线机, 可使线圈的放入机械化。

在如图 1 所示的绕组布置中, 各包含 2 串联绕组的 2 并联极绕组

在端子 U 和 X 间,且在该端子间提供 2 并联电支路。在图 1 中,各绕组对 U_1 和 U_2 , U_3 和 U_4 , V_1 和 V_2 , V_3 和 V_4 , W_1 和 W_2 以及 W_3 和 W_4 组成了并联电支路。参见图 8 第 1 实施例的变更形式,可由各绕组对 U_1 和 U_3 , U_2 和 U_4 , V_1 和 V_3 , V_2 和 V_4 , W_1 和 W_3 以及 W_2 和 W_4 组成并
5 联电支路,其它的布置与图 1 所示的相同。

在实施例中各线圈匝数的情况下,相对基波的绕组系数是 0.933,而对图 67 和 70A 所示的正弦绕组是 0.908。因此,该绕组系数提高了约 2.8%,其导致电动机特性的改善。

图 2 示例性地给出了各槽的线圈匝数。如有关 U 相绕组放入的槽,匝数的改变从 $N_3(=12)$ 到 $N_2(=18)$, $N_1(=31)$, N_1 、 N_2 和 N_3 依次在槽 #46-
10 #3 范围内,其中 $N_3 \leq N_2 < N_1$ 。也就是匝数的改变从同心线圈最外 N_1 到 N_2 、 N_3 等依次向里。

另外,第 1 实施例的电枢绕组组成了双层同心式绕组。

从图 1 槽 #46-#3 可看出,放入相应槽的槽圈总匝数是 N_3+N_2 ,
15 N_2+N_3 , N_1 , N_1 , N_2+N_3 , 和 N_3+N_2 。当 N_1 设置为 $N_1=(0.7-1.3) \times (N+N_3)$ 时,所有槽内的匝数基本上是一致的。这就保证了各槽截面的有效利用。

图 9-11 说明本发明的第 2 实施例。第 2 实施例示出了类似于第 1 实施例的双层同心式绕组布置。但相应于各相相同极性的三极绕组分散布置在通过把电枢铁心的整个槽区分成了等分区而得到的相应分配区。如,图 9 所示, U 相第 1 极绕组 U_1 分散布置在槽 #1-#3 和 #10-
20 #12, V 相第 1 极绕组 V_1 分散布置在槽 #33-#35 和 #42-#44, W 相第 1 极绕组分散布置在槽 #17-#19 和 #26-#28 内。

U、V 和 W 相的第 2 极绕组 U_2 、 V_2 和 W_2 分散布置在通过把电枢铁心的整个槽区分成 3 等分区而得到的相应分配区,该分配区从第 1
25 极绕组的分配区空间或周围地位移 $\pi/2$ 角度,相应于 $2\pi/P$ 角度,此处 P 是极数。第 3 极绕组 U_3 、 V_3 和 W_3 分散布置在通过把电枢铁心的整个槽区分成 3 等分区而得到的相应分配区,该分配区从第 2 极绕组分

配区空间或圆周地位移 $\pi/2$ 角度。第 4 极绕组 U_4 、 V_4 和 W_4 分散布置在通过把电枢铁心的整个槽区分成了等分区而得到的相应分配区, 该分配区从第 3 绕组分配区空间或圆周地位移 $\pi/2$ 角度。

5 按下述规则把上述线圈放入槽内。首先把彼此分离 $2\pi/3$ 角度的第 1 极绕组 U_1 、 V_1 和 W_1 同时放入到相应的第 1 分配区。其次把彼此分离 $2\pi/3$ 角度的第 2 极绕组 U_2 、 V_2 和 W_2 同时放入到相应的第 2 分配区。第 3 极绕组 U_3 、 V_3 和 W_3 以及第 4 极绕组 U_4 、 V_4 和 W_4 依次放入到相应的第 3 和第 4 分配区。因此, 通过 4 次放入工作完成了所有线圈的放入, 其次数等于极数。

10 线圈放入的过程将随后参照图 11 予以说明。在第 1 线圈的放入中, 相应于第 1 极绕组 U_1 、 V_1 和 W_1 的一组线圈和相应于第 4 极绕组 U_4 、 V_4 和 W_4 的另一组线圈置于没有示出的下线机上, 以致这些线圈被同时放入槽内。从图 11 可看出, 组成第 1 和第 2 极绕组 18 个线圈的所有线圈边位于槽的下侧。第 1 极绕组 U_1 、 V_1 和 W_1 彼此相离 240° 电角度, 且第 4 极绕组 U_4 、 V_4 和 W_4 亦彼此相离 240° 电角度。第 1 和第 2 极彼此相离 180° 电角度。没有两个线圈同时放入同一槽, 于是在放入时可防止线圈相互干扰。

15 在第 2 线圈的放入中, 相应于第 2 极绕组 U_2 、 V_2 和 W_2 的线圈组和相应于第 3 极绕组 U_3 、 V_3 和 W_3 的另一线圈组被同时放入槽内。从图 11 可以看出, 组成第 3 和第 4 极绕组 18 个线圈的所有线圈边位于槽的上侧。第 2 极绕组 U_2 、 V_2 和 W_2 彼此相离 240° 电角度, 且第 3 极绕组 U_3 、 V_3 和 W_3 亦彼此相离 240° 电角度。第 3 和第 4 极彼此相离 180° 电角度。没有两个线圈同时放入同一槽, 于是在放入时可防止线圈相互干扰。

20 在第 2 次放入时, 相应于第 3 和第 4 极绕组的线圈被放入在槽内的上部而置于已放入槽内下侧的第 1 或第 2 极线圈的线圈边之上。由此, 在第 2 实施例, 借助下线机通过两次放入操作来完成所有线圈放入到所有槽内的工作, 其次数等于极数的一半。于是可减少操作工

序。

在如上所述组成的电枢绕组中，两线圈边放入在各槽内，以便提供双层同心式电枢绕组。图 10 和 11 图解了线圈的布置。在该图解布置中，各相线圈端部是每极相继径向布置的，以使三相极绕组布置在相同环形区域内。于是绕组阻抗在相中得到平衡。根据第 2 实施例，线圈可机械地放入槽内以形成双层同心式绕组。

图 12 说明本发明的第 3 实施例。第 3 实施例示出 4 极 48 槽有 4 并联电支路的电枢绕组。由于三相包括 4 绕组，也就是分别为极绕组 U_1-U_4 , V_1-V_4 , 和 W_1-W_4 , 该 4 并联电支路可提供在端子 U 和 X 间。第 3 实施例电枢绕组的其它布置与图 1 所示的相同。

根据第 3 实施例，并联电支路数可以设定为 P, P 是极数。于是可提高电枢绕组设计的自由度。当然并联电支路数可以是 1。

图 13 说明本发明第 4 实施例。第 4 实施例示出 4 极 60 槽有 2 并联电支路的电枢绕组。得到每极每相槽数 q 为 $60/(3 \times 4)=5$ 。每相每极绕组由 $4(=q-1)$ 同心分布连续线圈组成。由此，电枢绕组是由有 U 相极绕组 U_1 、 U_2 、 U_3 和 U_4 、V 相极绕组 V_1 、 V_2 、 V_3 和 V_4 以及 W 相极绕组 W_1 、 W_2 、 W_3 和 W_4 的 12 个同心线圈组成的双层同心绕组所形成的。

第 4 实施例示出甚至当槽数从 48 变到 60 时正弦绕组可形成双层同心绕组。图 15 图解各槽线圈的匝数。如, U 相绕组放入的有关槽, 匝数变化从 N_4 到 N_3 、 N_2 、 N_1 、 N_1 、 N_2 、 N_3 和 N_4 依次在槽 #57-#4 范围内, 其中 $N_4 \leq N_3 \leq N_2 < N_1$ 。也就是匝数变化从最外同心线圈 N_1 到 N_2 , N_3 等依次向里。

另外, 第 4 实施例的电枢绕组形成为双层同心式。从图 15 的槽 #57-#4 可看出, 放入相应槽内线圈的总匝数是 N_4+N_2 , N_3+N_3 , N_2+N_4 , N_1 , N_1 , N_4+N_2 , N_3+N_3 和 N_2+N_4 。当 N_1 设定为 $N_1=(0.7-1.3) \times (N_2+N_4) = (1.4-2.6) \times N_3$ 时, 在所有槽内的匝数基本上是一致的。这表明各槽的截面得以充分利用。

图 14 说明第 4 实施例的第 1 变更形式, 其中并联电支路数变化从 2 到 4。如, 在 U 相, 极绕组 U_1-U_4 相互并联接到端子 U 和 X 间, 以便在该端子间有 4 并联电支路。这样安装 V 和 W 各相。图 15 和 16 分别示出不同于图 13 和 14 所示绕组线圈布置的例子。同一相所有极的线圈都同时放入到图 15 布置的槽内, 而在所有相的 2 极绕组都同时放入到图 16 布置的槽内。

图 17 说明第 4 实施例的第 2 变更形式, 其中电枢绕组是由 4 极, 72 槽有 2 并联电支路的绕组形成的。得到每极每相槽数 q 为 $72/(3 \times 4)=6$ 。每相每极绕组是由 $5(=q-1)$ 同心分布连续线圈组成的。于是电枢绕组是由有 U 相极绕组 U_1 、 U_2 、 U_3 和 U_4 , V 相极绕组 V_1 、 V_2 、 V_3 和 V_4 以及 W 相极绕组 W_1 、 W_2 、 W_3 和 W_4 的 12 个同心线圈组成的双层同心绕组所形成的。

上述布置示出甚至当槽数变到 72 时, 正弦绕组可形成为双层同心式绕组。U 相线圈放入有关的槽^{#68-#5}, 匝数变化从 N_f 到 N_4 , N_3 , N_2 , N_1 , N_1 , N_2 , N_3 , N_4 和 N_5 依次在槽^{#68-#5} 范围内其中 $N_f \leq N_4 \leq N_3 \leq N_2 < N_1$ 。也就是匝数从最外同心线圈 N_1 到 N_2 , N_3 , N_4 和 N_5 环形, 顺序地变化。

另外, 第 2 变更形式的电枢绕组成为双层同心式。从图 17 的槽^{#68-#5} 可看出, 放入相应槽内线圈的总匝数是 N_5+N_2 , N_4+N_3 , N_3+N_4 , N_2+N_5 , N_1 , N_1 , N_1 , N_5 , $+N_2$, N_3+N_4 , N_3+N_4 和 N_2+N_5 。当 N_1 设定为 $N_1=(0.7-1.3) \times (N_2+N_5)=(0.7-1.3) \times (N_3+N_4)$ 时, 在所有槽内的匝数基本上是一致的。这表明各槽截面得以充分利用。

图 18 说明第 4 实施例的第 3 变更形式。并联电支路数以第 3 实施例的方式从 2-4 变化。如, 在 U 相, 极绕组 U_1-U_4 相互并联接到端子 U 和 X 间, 以便在该端子间有并联电支路。这样安装 V 和 W 各相。另外, 在第 4 实施例中, 极绕组 U_1 、 U_2 、 V_1 、 V_1 、 W_1 和 W_2 可同时放入槽内。于是通过两次放入线圈可把所有线圈放入槽内。

图 19 说明本发明第 5 实施例。第 5 实施例示出 6 极 72 槽在端子

U 和 X 间有并联电支路的绕组。得到每极每相槽数 q 为 $72/(3 \times 6)=4$ 。每相每极是由 $3(=q-1)$ 同心分布连续线圈组成的。因此, 电枢绕组是由有 U 相极绕组 U_1 、 U_2 、 U_3 、 U_4 、 U_5 和 U_6 , V 相极绕组 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 、 V_5 和 V_6 以及 W 相极绕组 W_1 、 W_2 、 W_3 、 W_4 、 W_5 和 W_6 的 18 个同心线圈组成双层同心绕组所形成的。

从图 19 可看出, 甚至当极数变化从 4 到 16 时, 正弦绕组可形成为双层同心绕组。由于每相有 6 极绕组, 并联电支路数可以是 2 或 6。

如, U 相绕组放入的槽#70-#3 内, 线圈匝数依次变化从 N_3 到 N_2 , N_1 , N_1 , N_2 和 N_3 , 其中 $N_3 \leq N_2 < N_1$ 。也就是匝数变化从最外同心线圈 N_1 到 N_2 、 N_3 等依次往里。另外, 第 5 实施例电枢绕组形成为双层同心式。从图 19 槽#70-#3 可看出, 放入到相应槽的线圈总匝数是 N_3+N_2 , N_2+N_3 , N_1 , N_1 , N_3+N_2 , 和 N_2+N_3 。当 N_1 设定为 $N_1=(0.7-1.3) \times (N_2+N_3)$ 时, 在所有槽的线圈匝数基本上是一致的。这就表明各槽截面得以有效利用。

图 20 示出第 5 实施例的第 1 变更形式。该电枢绕组在本变更形式中, 形成为 6 极 72 槽有 6 并联电支路的绕组。于是, 由于在 6 极布置中提供了 6 并联电支路, 电枢绕组设计的自由度改善了。

图 21 和 22 示出用于图 19 和 20 所示绕组的 6 极 72 槽电枢绕组的线圈布置的两个例子。在图 21 的布置中, 放入槽的线圈与图 15 所示布置有相同方式。

图 22 所示绕组布置中的线圈放入过程下面将予以说明。在第 1 线圈放入中, 相应于第 1 相的第 1 组绕组 U_1 、 U_3 和 U_5 的线圈组和相应于第 3 相第 1 组绕组 W_6 、 W_2 和 W_4 的另外线圈组置于没有示出的下线机上, 以便这些线圈被同时放入槽内。从图 22 可看出, 组成这些组的 18 个线圈的所有线圈边位于槽的下侧。第 1 相绕组 U_1 、 U_3 和 U_5 彼此相隔 360° 电角度, 且第 3 相绕组 W_6 、 W_2 和 W_4 亦彼此相隔 240° 电角度。第 1 和第 3 相彼此相隔 60° 电角度。没有两个线圈同时放入同一槽, 于是在放入时可防止线圈相互干扰。

在第2线圈的放入中,相应于第2相的第2组绕组 V_5 、 V_5 和 V_3 的线圈组和相应于第1相的第2组绕组 U_2 、 U_4 和 U_6 的另外线圈组同时放入槽内。从图22可看出,组成这些绕组的18个线圈的所有线圈边被放入在槽的上和下侧。第1相绕组 U_2 、 U_4 和 U_6 彼此分隔 360° 电角度,且第2相绕组 V_5 、 V_1 和 V_3 彼此分隔 360° 电角度。第1相和第2相彼此相隔 60° 电角度。没有两个线圈同时放入同一槽,于是在放入时可防止线圈相互干扰。

在第3线圈的放入中,相应于第3相的第3组绕组 W_1 、 W_3 和 W_5 的线圈组和相应于第2相的第3组绕组 V_6 、 V_2 和 V_4 的另外线圈组同时放入槽内。从图22可以看出,相应于这些绕组的18个线圈的所有线圈边放入在槽内上侧。第3相绕组 W_1 、 W_3 和 W_5 彼此相隔 360° 电角度,且第2相绕组 V_6 、 V_2 和 V_4 亦彼此相隔 360° 电角度。第2相和第3相彼此相隔 60° 电角度。没有两个线圈同时放入同一槽,于是在放入时可防止线圈相互干扰。

从图22可看出,在第2次放入中,相应于第1和第2相绕组的线圈被放入到槽内的上和下侧,而置于已放入槽内下侧的第1或第3相线圈的线圈边之上。最后,在第3次放入中,相应于第2和第3相绕组的线圈被放入到槽内的上侧,而置于已放入槽内下侧的第1到第3相线圈的线圈边之上。因此,在上述变更形式中,通过3次放入线圈把所有线圈放入到所有槽内,其次数等于极数的一半。因此减少了工序。

图23说明本发明的第6实施例,其中电枢绕组是由4极36槽有2并联电支路的绕组形成的。图24是变更为有4并联电支路的电枢绕组展开图。图25示出图23和24所示各电枢绕组的线圈布置。图26是形成为6极54槽有2并联电支路绕组的电枢绕组的展开图。图27是有6并联电支路的电枢绕组的展开图。图28示出如图26所示电枢绕组的线圈布置。图29示出示于图27电枢绕组的线圈布置。

图30和32说明本发明第7实施例。在第7实施例中的电枢绕组形成了3相4极60槽有2并联电支路的绕组。得到每极每相槽数 q 为

60/(3×4)=5。每相的每极绕组由 3=(q-2)同心分布连续线圈组成。因此,电枢绕线是由 U 相极绕组 U_1 、 U_2 、 U_3 和 U_4 , V 相极绕组 V_1 、 V_2 、 V_3 和 V_4 , 以及 W 相极绕组 W_1 、 W_2 、 W_3 和 W_4 的 18 个同心线圈组成双层同心绕组所形成的。

5 组成各极绕组的线圈节距分别设定为 14, 12 和 10。如, U 相第 1 极绕组是由以线圈节距 14 放入在槽#1 和#15 的线圈, 节距 12 放入槽#2 和#14 的线圈、节距 10 放入槽#3 和#13 的线圈所组成的, 这些线圈相互有序地安排, 在 U 相各另外的绕组和其它相的各绕组中, 3 线圈以相应的线圈节距 14、12 和 10 以上述相同的方式相互有序地安排。

10 在 U 相中, 包括第 1 极绕组 U_1 的线圈分布在槽#1-#3 和#13-#15 以形成同心线圈, U 相包括第 2 极绕组 U_2 的线圈分布在槽#16-#18 和#28-#30 内以形成同心线圈。

15 如, U 相绕组放入槽#58-#3 内的情况, 该线圈匝数顺序地变化从 N_3 到 N_2 , N_1 , N_1 , N_2 和 N_3 , 其中 $N_3 \leq N_2 < N_1$ 。也就是匝数变化从最外同心线圈 N_1 和 N_2 、 N_3 等依次向里。另外, 第 7 实施例的电枢绕组形成双层同心式。从图 19 槽#70-#3 可看出, 如, 在各槽#58-#3 范围内放入在相应槽内的线圈总匝数是 N^*+N_3 , N_2 , N_1 , N_1 , N_2 和 N_3+N_3 。当 N_1 设定为 $N_1=(0.7-1.0) \times N_1=(1.4-2.6) \times N_3$ 时, 在所有槽的匝数基本上是均匀的。这表明各槽的截面得以有效利用。

20 图 31 示出第 7 实施例的变更形式。该电枢绕组形成为 4 级 60 槽有 4 并联电支路的绕组。由于每相由 4 极绕组, 即相应的极绕组 U_1 - U_4 , V_1 - V_4 和 W_1 - W_4 所组成, 可在端子 U 和 X 间提供 4 并联电支路。

根据本变更形式, 并联电支路数可以设定为 p, p 是极数。因此电枢绕组设计的自由度得以增大。当然, 该并联电支路数可以是 1。

25 从图 32 可以看出, 不同相的线圈所放入的槽是所有槽数的 1/5, 即 12 个槽, 它们是槽#3、#8、#13、#18、#23、#28、#33、#38、#43、#48、#53 和#58。这些槽需要绝缘物。仅有一个线圈放入各另外的槽内, 它们是#1、#2、#4-#7、#9-#12、#14-#17、#19-

22、# 24-# 27、# 29-# 32、# 4-# 37、# 39-# 42、# 44-# 47、# 49-# 52 和 # 54-# 7。对这些槽不需要绝缘物。因此，电枢绕组装配步骤可大为减少。

图 33 和 35 说明本发明第 8 实施例。电枢绕组在第 8 实施例中形成成为 3 相 4 极 48 槽有 2 并联电支路的绕组。得到每极每相槽数 q 为 $48/(3 \times 4)=4$ 。每相的每极绕组由 $3(=q-1)$ 同心分布连续线圈组成。因此，电枢绕组是由 U 相极绕组 U_1 、 U_2 、 U_3 和 U_4 ，V 相极绕组 V_1 、 V_2 、 V_3 和 V_4 以及相极绕组 W_1 、 W_2 、 W_3 和 W_4 的 12 个同心线圈组成双层同心绕组所形成的。

如图 35 所示，组成各极绕组的线圈的线圈节距分别设定为 13、11 和 9。如，U 相第 1 极绕组 U_1 由以线圈节距 13 放入在槽 #1 和 #14 内的线圈，节距 11 放入在槽 #2 和 #13 的线圈以及节距 9 放入在槽 #3 和 #12 的线圈而形成的，这些线圈相互有序地安排。在 U 相各另外的绕组和其它相的各绕组中，3 绕组以相应的节距 13, 11 和 9 以上述相同的方式相互有序地安排。

在 U 相中，包括第 1 极绕组 U_1 的线圈分布在槽 #1-#3 和 #12-#14 内以形成同心线圈。U 相包括第 2 极绕组 U_2 分布在槽 #13-#15 和 #24 和 #26 内以形成同心线圈。

如，U 相绕组放入槽 #48-#3 内的情况，线圈匝数顺序改变，在槽 #48-#2 内从 N_1 到 N_2 和 N_3 ，在槽 #1-#3 内从 N_3 到 N_2 和 N_1 ，其中 $N_3 \leq N_2 < N_1$ 。也就是匝数变化从最里的同心线圈 N_1 到 N_2 ， N_3 等依次往外。另外，第 8 实施例的电枢绕组形成为双层同心式。从图 35 槽 #48-#3 可看出，如，在各槽 #48-#3 内，放入在相应槽内的线圈的总匝数是 N_1 、 N_2+N_3 、 N_3+N_2 和 N_1 。当 N_1 设定为 $N_1=(0.7-1.3) \times (N_2+N_3)$ 时，在所有槽的匝数基本上是均匀的。这就表明各槽的截面得以充分利用。

图 34 示出第 8 实施例的变更形式。在变更形式中的电枢绕组形成为 4 极 48 槽有 4 并联电支路的绕组。由于每相分别由 4 极绕组，即极绕组 U_1 - U_4 、 V_1 - V_4 和 W_1 - W_4 所组成，在端子 U 和 X 间提供了 4 并联

电支路。

根据该变更形式, 并联电支路数可设定为 p , p 是极数。因此电枢绕组设计的自由度得以增大。当然并联电支路数可以是 1。

从图 35 可看出, 属于不同相的线圈所放入的槽是所有槽的一半, 即 24 槽, 它们是 # 2、# 3、# 6、# 7、# 10、# 11、# 14、# 15、# 18、# 19、# 22、# 23、# 26、# 27、# 30、# 31、# 34、# 35、# 38、# 39、# 42、# 43、# 46 和 # 47。这些槽需要绝缘物。另外的槽则不需要绝缘物, 这些槽是 # 1、# 4、# 5、# 8、# 9、# 12、# 13、# 16、# 17、# 20、# 21、# 24、# 25、# 28、# 29、# 32、# 33、# 36、# 37、# 40、# 41、# 44、# 45 和 # 48。因此电枢绕组的装配步骤可大为减少。

图 36 和 38 说明本发明第 9 实施例。本实施例的电枢绕组形成为 3 相 4 极 60 槽有 2 并联电支路的绕组。得到每极相槽数 q 为 $60/(3 \times 4)=5$ 。每相的每极绕组由 $4(=q-1)$ 同心分布连续线圈组成。因此, 电枢绕组是由 U 相极绕组 U_1 、 U_2 、 U_3 和 U_4 , V 相极绕组 V_1 、 V_2 、 V_3 和 V_4 以及 W 相极绕组 W_1 、 W_2 、 W_3 和 W_4 的 12 个同心线圈组成双层同心绕组所形成的。

如图 35 所示, 组成各极绕组的线圈的线圈节距分别设定为 17、15、13 和 11。如, U 相第 1 极绕组 U_1 是由以线圈节距 17 放入在槽 # 1 和 # 18 的线圈, 节距 15 放入在槽 # 2 和 # 17 的线圈, 节距 13 在放入在槽 # 3 和 # 16 的线圈和节距 11 放入在槽 # 4 和 # 15 的线圈所组成的, 这些线圈相互有序地安排。

在 U 相各另外的绕组和其它相的各绕组中, 3 线圈以相应的节距 13、11 和 9 以上述相同的方式相互有序地安排。

在 U 相中, 包括第 1 极绕组 U_1 的线圈分布在槽 # 1-# 4 和 # 15-# 18 以形成同心线圈。U 相包括第 2 极绕组 U_2 的线圈分布在槽 # 16-# 19 和 # 30-# 33 内以形成同心线圈。

如, U 相绕组放入槽 # 60-# 4 内的情况, 线圈匝数顺序改变, 在槽

#60-#3 内从 N_1 到 N_2 和 N_3 , 在槽 #1-#4 内从 N_4 到 N_4, N_3, N_2 和 N_1 , 其中 $N_4 \leq N_3 \leq N_2 < N_1$ 。也就是匝数变化从最里的同心线圈 N_1 到 N_2, N_3, N_4 等依次往外。

另外, 第 9 实施例的电枢绕组形成为双层同心式。如, 从图 38 槽 #60-#4 可看出, 在各槽 #60-#4 内, 放入在相应槽内的线圈的总匝数是 N_1, N_2+N_4, N_3+N_2 和 N_4+N_2 。当 N_2 设定为 $N_1 = (0.7- \times 1.3) (N_2+N_4) = (1.4-2.6) \times N_3$ 时, 在所有槽的匝数基本上是均匀的。这就表明各槽的截面得以充分利用。

图 37 示出第 9 实施例的变更形式。在变更形式中的电枢绕组形成为 4 极 60 槽有 4 并联电支路的绕组。由于每相分别由 4 极绕组即极绕组 U_1-U_4, V_1-V_4 和 W_1-W_4 组成, 在端子 U 和 X 间可提供 4 并联电支路。

根据该变更形式, 并联电支路数可设定为 P, P 是极数。因此电枢绕组设计的自由度得以增大。当然并联电支路数可以是 1。

从图 38 可以看出, 属于同一相的线圈所放入的槽是所有槽的 $3/5$, 即 36 槽, 它们是 #1-#3、#6-#8、#12-#14、#16-#18、#21-#23、#26-#28、#31-#33、#36-#38、#41-#43、#46-#48、#51-#53 和 #56-#58。#14、#15、#18、#19、#22、#23、#26、#27、#30、#31、#34、#35、#38、#39、#42、#43、#46 和 #47。上述槽不需要绝缘物。但也可把绝缘物放入这些槽内用于保持线圈的目的。仅有一线圈放入在各其它槽, 它们是槽 #4、#5、#9、#10、#14、#15、#19、#20、#24、#25、#29、#30、#34、#35、#39、#40、#44、#45、#49、#50、#54、#55、#59 和 #60。对这些槽不需要绝缘物。因此, 电枢绕组装配步骤可大为减少。

图 39 说明本发明第 10 实施例。在第 10 实施例中的电枢绕组形成为 3 相 4 极 60 槽的绕组。得到每极每相槽为 q 为 $60/(3 \times 4)=5$ 。每相的每极绕组由 $3=(q-2)$ 同心分布连续线圈组成。因此, 电枢绕组是由 U 相极绕组 U_1, U_2, U_3 和 U_4 , V 相极绕组 V_1, V_2, V_3 和 V_4 以及 W

相极绕组 W_1 、 W_2 、 W_3 和 W_4 的 12 个同心线圈组成双层同心绕组所形成的。

组成各极绕组的线圈的线圈节距分别设定为 15、13 和 11。如, U 相第 1 极绕组 U_1 是由以线圈节距 15 放入在槽[#]和[#]16 的线圈, 节距 13 放入在槽[#]2 和[#]15 的线圈, 和节距 11 放入在槽[#]3 和[#]14 的线圈所组成的, 这些线圈相互有序地安排。

在 U 相各另外的绕组和其它相的各绕组中, 3 线圈以相应的节距 15、13 和 11 以上述相同的方式相互有序地安排。

在 U 相中包括第 1 极绕组 U_1 的线圈分布在槽[#]1-[#]3 和[#]14-[#]16 以形成同心线圈。U 相包括第 2 极绕组 U_2 的线圈分布在槽[#]16-[#]18 和槽[#]29-[#]31 以形成同心线圈。

如, U 相绕组放入槽[#]59-[#]3 的情况, 线圈匝数顺序改变, 在槽[#]59-[#]1 从 N_1 到 N_2 和 N_3 在槽[#]1-[#]3 从 N_3 到 N_2 和 N_1 , 其中 $N_3 < N_2 \leq N_1$ 。也就是匝数变化从最里的同心线圈 N_1 到 N_2 、 N_3 、 N_4 等依次往外。另外, 第 9 实施例的电枢绕组形成为双层同心式。如从图 39 槽[#]59-[#]3 可看出, 在各槽[#]59-[#]3 内, 放入在相应槽内的线圈的总匝数是 N_1 、 N_2 、 N_2+N_3 、 N_2 和 N_1 。当 N_1 设定为 $N_1=(0.7-1) \times N_1=(1.4-2.6)N_3$ 时, 在所有槽内的匝数基本上是均匀的。这就表明各槽的截面得以充分利用。并联电支路数可设定为 p , p 为极数。当然并联支路数可以是 1。

在第 10 实施例中, 属于同一相的二线圈所放入的槽是所有槽的 1/5, 即 12 槽, 它们是[#]1、[#]6、[#]11、[#]16、[#]21、[#]26、[#]31、[#]36、[#]41、[#]46、[#]51 和[#]56。仅有一线圈放入到各其余的 48 槽内, 它们是槽[#]2-[#]5、[#]7-[#]10、[#]12-[#]15、[#]17-[#]20、[#]22-[#]25、[#]27-[#]30、[#]32-[#]35、[#]37-[#]40、[#]42-[#]45、[#]47-[#]50、[#]52-[#]55 和[#]57-[#]60。因此对这些槽就不需要绝缘物, 电枢绕组装配步骤可大为减少。

图 40 说明本发明第 11 实施例。本实施例的电枢绕组形成为 3 相 4

极 48 槽的绕组。得到每极每相槽数 q 为 $48/(3 \times 4)=4$ 。每相的每个极绕组由 $3(=q-1)$ 同心分布连续线圈组成。因此, 电枢绕组是由 U 相极绕组 U_1 、 U_2 、 U_3 和 U_4 , V 相极绕组 V_1 、 V_2 、 V_3 和 V_4 以及 W 相极绕组 W_1 、 W_2 、 W_3 和 W_4 的 12 个同心线圈组成双层同心绕组所形成的。

组成各级绕组的线圈的线圈节距分别设定为 11、9 和 5。如, U 相第 1 极绕组 U_1 是由以线圈节距 11 放入在槽 #1 和 #12 内的线圈、节距 9 放入在槽 #2 和 #11 的线圈和节距 5 放入在槽 #4 和 #9 的线圈所组成的, 这些线圈相互有序地安排。在 U 相各另外的绕组和其它相的各绕组中, 3 线圈以相应的节距 11、9 和 5 以上述相同的方式相互有序地安排。在 U 相中, 包括第 1 极绕组 U_1 的线圈分布在槽 #1-#4 和 #9-#12 内以形成同心线圈。U 相包括第 2 极绕组 U_2 的线圈分布在槽 #13-#16 和 #21-#24 以形成同心线圈。

如, U 相绕组放入槽 #45-#4 的情况, 线圈匝数顺序改变, 从 N_3 到 0、 N_1 、 N_2 、 N_2 、 N_1 、0 和 N_3 , 其中 $N_3 \leq N_2 < N_1$ 。也就是匝数变化从最外的同心线圈 N_2 到 N_1 , N_3 等依次往里。另外, 第 11 实施例的电枢绕组形成为双层同心式。如, 从图 40 槽 #45-#4 可看出, 在各槽 #45-#4 内放入在相应槽内的线圈的总匝数是 N_3+N_2 , N_1 、 N_1 、 N_2+N_3 、 N_2+N_3 、 N_1 、 N_1 和 N_3+N_2 。当 N_1 设定为 $N_1=(0.7-1.3) \times (N_2+N_3)$ 时, 在所有槽内的匝数基本上是均匀的。这表明各槽的截面得以充分利用。

在第 11 实施例中, 属于不同相的二线圈所放入的槽是所有槽的一半, 即 24 槽, 它们是槽 #1、#4、#5、#8、#9、#12、#13、#16、#17、#20、#21、#24、#25、#28、#29、#32、#33、#36、#37、#40、#41、#44、#45 和 #48。尽管对上述槽需绝缘物, 但对其余的 24 槽 #2、#3、#6、#7、#10、#11、#14、#15、#18、#19、#22、#23、#26、#27、#30、#31、#34、#35、#38、#39、#42、#43、#46 和 #47 却是不需绝缘物的。于是电

枢绕组的装配步骤可大为减少。

图 41 说明本发明第 12 实施例。第 12 实施例电枢绕组形成为 3 相 4 极 48 槽的绕组。得到每极每相槽数 q 为 $48/(3 \times 4)=4$ 。每相的每极绕组由 $3(=q-1)$ 同心分布连续线圈组成。因此电枢绕组是由 U 相极绕组 U_1 、 U_2 、 U_3 和 U_4 ，V 相极绕组 V_1 、 V_2 、 V_3 和 V_4 以及 W 相极绕组 W_1 、 W_2 、 W_3 和 W_4 的 12 个同心线圈组成双层同心绕组所形成的。

组成各极绕组的线圈的线圈节距分别设定为 11, 7 和 5。如, U 相第 1 极绕组 U_1 是由以线圈节距 11 放入在槽 #1 和 #12 内的线圈, 节距 7 放入在槽 #3 和 #10 的线圈和节距 5 放入在槽 #4 和 #9 的线圈所组成的, 这些线圈相互有序地安排。在相各另外的绕组和其它相的各绕组中, 3 绕组以相应的节距 11、7 和 5 以上述相同的方式相互有序地安排。

在 U 相中, 包括第 1 极绕组 U_1 的线圈分布在槽 #1、#3、#4、#9、#10 和 #12 内以形成同心线圈。U 相包括第 2 极绕组 U_2 的线圈分布在槽 #13、#15、#16、#21、#22 和 #24 以形成同心线圈。

如, U 相绕组放入槽 #45-#4 的情况, 线圈匝数顺序改变, 从 N_3 到 N_1 , O , N_2 , N_2 , O , N_1 和 N_3 , 其中 $N_3 \leq N_2 < 1$ 。也就是匝数变化从最外同心线圈 N_2 到 N_1 、 N_3 等依次往里。另外, 第 12 实施例的电枢绕组形成为双层同心式。如, 从图 41 槽 #45-#4 可看出, 在各槽 #45-#4 内放入在相应槽的线圈总匝数是 N_3+N_2 , N_1 、 N_1 、 N_2+N_3 、 N_2+N_3 、 N_1 、 N_1 和 N_3+N_2 。当 N_1 设定为 $N=(0.7-1.3) \times (N_2+N_3)$ 时, 在所有槽内的匝数基本上是均匀的。这表明各槽的截面得以充分利用。

在第 12 实施例中, 属于不同相的二线圈所放入的槽是所有槽的一半, 即 24 槽, 它们是 #1、#4、#5、#8、#9、#12、#13、#16、#17、#20、#21、#24、#25、#28、#29、#32、#33、#36、#37、#40、#41、#44、#45 和 #48。尽管对上述槽需加绝缘物, 但对其余的 24 槽 #2、#3、#6、#7、#10、#11、#14、#15、

18、# 19、# 22、# 23、# 26、# 27、# 30、# 31、# 34、# 35、
38、# 39、# 42、# 43、# 46 和 # 47 都是不需绝缘物的。于是电枢
绕组的装配步骤可大为减少。

图 42 说明本发明第 13 实施例。第 13 实施例的电枢绕组形成为 3
5 相 4 极 48 槽的绕组。得到每极每相槽数 q 为 $48(3 \times 4)=4$ 。每相的每
极绕组由 $3(=q-1)$ 同心分布连续线圈组成。因此电枢绕组是由 U 相极绕
组 U_1 、 U_2 、 U_3 和 U_4 ，V 相极绕组 V_1 、 V_2 、 V_3 和 V_4 以及 W 相极绕
组 W_1 、 W_2 、 W_3 和 W_4 的 12 个同心线圈组成双层同心绕组所形成
的。

10 组成各极绕组的线圈的节距分别设定为 15、13 和 11。如，U 相第
1 极绕组 U_1 是由以线圈节距 15 放入在槽 # 1 和 # 16 的线圈，节距 13 放
入在槽 # 2 和 # 15 的线圈和节距 11 放入在槽 # 3 和 # 14 的线圈所组成
的，这些线圈相互有序地安排。在 U 相各另外的绕组和其它相的各绕
组中，3 线圈以相应的节距 15、13 和 11 以上述相同的方式相互有序
15 地安排。

在 U 相中，组成第 1 极绕组 U_1 的线圈分布在槽 # 1-# 3 和 # 14-
16 以形成同心线圈。组成第 2 极绕组 U_2 的线圈分布在槽 # 13-# 15
和 # 26-# 28 以形成同心线圈。

如，U 相绕组放入槽 # 1-# 4 的情况，线圈匝数顺序变化，在槽 # 1
20 -# 3 从 N_1 到 N_2 和 N_3 且在槽 # 2-# 4 从 N_3 到 N_2 和 N_1 ，其中 $N_3 \leq N_2 < N_1$ 。
也就是匝数变化从最外同心线圈 N_1 到 N_2 、 N_3 等依次往里。另外，第
13 实施例的电枢绕组形成为双层同心式。如，从图 42 槽 # 46-# 3 可看
出，在各槽 # 46-# 3 内放入相应槽的线圈总匝数是 N_3+N_2 ， N_2+N_3 、
 N_1 、 N_1 、 N_2+N_3 和 N_3+N_2 。当 N_1 设定为 $N=(0.7-1.3) \times (N_3+N_2)$ 时，在
25 所有槽内的匝数基本上是均匀的。这表明各槽的截面得以充分利用。

在第 13 实施例中，属于同一相的二线圈所放入的槽是所有槽的
一半，即 24 槽，它们是 # 2、# 3、# 6、# 7、# 10、# 11、# 14、
15、# 18、# 19、# 22、# 23、# 26、# 27、# 30、# 31、# 34、

5 # 35、# 38、# 39、# 42 和 # 43。仅一个线圈放入在各余下的 24 槽
1、# 4、# 5、# 8、# 9、# 10、# 12、# 13、# 16、# 17、# 20、
21、# 24、# 25、# 28、# 29、# 32、# 33、# 36、# 37、# 40、
41、# 44、# 5 和 # 48。于是，由于对这些槽是不需加绝缘物的，电
枢绕组的装配步骤得以大为减少。

在第 13 实施例中，三相第一极绕组 U_1 、 V_1 和 W_1 与极性类似于
第 1 极绕组的三相第三极绕组 U_3 、 V_3 和 W_3 时放入槽内。随后，三相
第二极绕组 U_2 、 V_2 和 W_2 与三相第四极绕组 U_4 、 V_4 和 W_4 同时放入
槽内。

10 在上述实施例中，本发明电枢绕组已应用于 4 极 48 槽、4 极 60
槽、4 极 70 槽、6 极 72 槽、4 极 36 槽、6 极 54 槽的布置。本发明
不局限于这些布置。本发明可用于其它极数和其它槽数的布置。

在上述实施例中，绕线机的匝数是预先设置选定值以致不同匝数
的线圈可自动生产。另外，预先放入一相的线圈与随后放入其它相的
15 线圈互相交错端部厚度约为单层同心绕组的一半。于是由于线圈端部
可以较小的力来整形对线圈的损害可减少且其后相的线圈更易于放
入。

图 43-48 说明本发明第 14 实施例。在这些图中标号 1-48 表示槽
号。参考符号 U_2 和 U_3 表示 U 相极绕组， V_1 和 V_2 表示 V 相极绕组以及
20 W_1 和 W_2 表示 W 相的极绕组。

在本实施例中，本发明用于 3 相 4 极 48 槽电枢绕组。2 并联电支
路通过极绕组形成在外端子 U 和 X 间。得到每极每相槽数 q 为 $48/(3$
 $\times 4)=4$ 。每相的每极绕组由 $6(=2 \times (q-1))$ 同心分布连续线圈组成。由
此，该电枢绕组形成为双层同心绕组且包括有 U 相极绕组 U_1 和 U_2 、
25 V 相极绕组 V_1 和 V_2 以及 W 相极绕组 W_1 和 W_2 的 6 个同心线圈。

组成各极绕组的线圈的线圈节距设定为 12。如，U 相第 1 极绕组
 U_1 是由以线圈节距 12 放入在槽 # 46、和 # 10 的线圈，节距 12 放入在
槽 # 47 和 # 11 的线圈、节距 12 放入在槽 # 48、和 # 12 的线圈，节距 12

放入在槽#1和#13的线圈、节距12放入在槽#2、和#4和节距7放入在槽#3和#12的线圈所组成的,这些线圈相互有序地安排。在U相各另外的绕组和其它相的各绕组中,6线圈以相应的节距17、15、13、11、9和7以上述相同的方式相互有序地安排。

5 图44示出放入在相应槽内的线圈匝数。注意在图44仅示出放入在相应槽内的线圈布置而没表示出该线圈在槽内是作为上层或下层线圈。在本实施例中放入在槽内的线圈匝数不同于现有技术。如,在U相,第1极绕组 U_1 分布于槽#46-#3和#10-#15,且其匝数依次变化从各槽#46、和#10的12到各槽#47和#11的18、各槽#10和#12
10 的31、各槽#1和#13的31、各槽#2和#14的18、和各槽#3和#15的12,从而绕组 U_1 形成同心绕组。

另外,第2极绕组 U_2 分布于槽#22-#27和槽#34-#39,且其线圈匝数依次变化从各槽#22和#4的12到各槽#23和#35的18、各槽#24和#36的31、各槽#25和#37的31、各槽#26和#38的18
15 和各槽#27和#39的12,从而该绕组 U_2 形成同心绕组。因此,在组成U相的绕组中,如在槽#46-#3内,线圈匝数依次变化,从12到18、31、31、18和12。其匝数的变化程度不同于现有技术的正弦绕组。但由于实施例中匝数阶式变化,其磁动势分布可形成如同现有技术那样接近正弦。

20 在上述布置中,第1极(N_1)和第3极(N_2)分别形成在第1极绕组 U_1 和第2极绕组 U_2 的内侧。第2极(S_1)和第4极(S_2)分别形成在槽#16和#21间的区域和槽#40和#45间的区域内,在每个区域中该绕组 U_1 和 U_2 彼此接近。于是绕组 U_1 和 U_2 的每一个都形成两个极。

第14实施例的线圈布置方式与第1实施例相同。因此,在第14
25 实施例的正弦绕组中也达到了如图3A所示的磁动势分布和如图4所示的绕组系数。从图3A、3B和4可看出,通过利用第14实施例的正弦绕组,磁动势分布可接近于正弦波且高频绕组系数可大为减小。

由于上述布置形成为双层同心式,如,在槽#1-#8放入的上和下

层线圈的总匝数是 31、30、30、31、31、30、30 和 31。因此放在各槽的上和下层线圈的总匝数是近似均匀的,这就显示各槽的截面得以有效利用。

5 图 45 示出在图 43 所示绕组布置中的上和下层线圈布置和线圈的匝数。图 46 说明图 45 所示线圈的布置。在图 46 中各弧线表示线圈端部,而黑圆点表示线圈边。各小黑圆点示出仅有 1 线圈放入在槽内的情况,而各大黑圆点示出二线圈放入在该槽的情况。另外,各大黑圆点示出其线圈的匝数大于各小黑圆点。

10 在线圈放入时,U 相的二极绕组 U_1 和 U_2 第一次放入槽内,V 相的二极绕组 V_1 和 V_2 再放入槽内,最后把 W 相的二极绕组 W_1 和 W_2 放入槽内。由此每相的二极绕组可同时放入槽内以便形成双层同心绕组。因此线圈的放入可以简化且线圈可以机械地放入于槽内。

15 图 47 示出本实施例中在各槽内一线圈或二线圈的匝数。在常用正弦绕组形成为双层同心绕组中,线圈数与每极每相槽数相等,即 4 个线圈用于每相的每极。从而在所有槽内的上和下层线圈彼此属于不同相。在这样的情况下,需在槽内放入绝缘物以把各线圈彼此隔离。在上述实施例中,每相线圈数是 6。不同相的线圈所放入的槽是所有槽的一半,即 24 槽,它们是槽 # 2、# 3、# 6、# 7、# 10、# 11、# 14、# 15、# 18、# 19、# 22、# 23、# 26 # 27、# 30、# 31、# 34、# 35、# 38、# 39、# 42、# 3、# 46 和 # 47。

20 尽管对这些槽需绝缘物,但对其余的 24 槽 # 1、# 4、# 5、# 8、# 9、# 12、# 13、# 16、# 17、# 20、# 21、# 24、# 25、# 28、# 29、# 32、# 33、# 36、# 37、# 0、# 41、# 44、# 45 和 # 48 都不需绝缘物。从而电枢绕组的装配步骤可大为减少。另外在本实施例中,每极每相的绕组数是 $2(=P/2)$,其中 P 是极数),其数量比常用布置中的数量(p)小。因此,绕组数量可以减少。

25 另外,一相预先放入的线圈和随后放入的另一相的线圈相互交错的线圈端部的厚度约为单层同心绕组的一半。于是由于线圈端部可以

较小的力来成形,可能对线圈产生的损害减小,且随后使相线圈可易于放入。

在各槽2线圈匝数间的差较小,即线圈间截面的差较小。因此,在第2层线圈放入时,可防止对效率的影响且防止绝缘物在槽内移动。

5 在如图43所示的绕组布置中,各包括2串联绕组的2并联极绕组接在端子U和X间,因此在该端子间提供了2并联电支路。在图43中,并联电支路是由各对绕组 U_1 和 U_2 、绕组 V_1 和 V_2 以及绕组 W_1 和 W_2 组成的。参见图48所示第14实施例的变更形式,一电路可由串联的绕组对 U_1 和 U_2 、绕组 V_1 和 V_2 以及绕组 W_1 和 W_2 所组成。

10 在本实施例中各线圈匝数的情况下相应于基波的绕组系数是0.933,而在图70A、70B和71所示的正弦绕组是0.908。由此绕组系数提高了约2.8%,其导致电动机特性的改善。

图44说明在各槽内线圈的匝数。如,U相绕组所放入的相关槽,在槽#46-#3内线圈匝数顺序地变化从 $T_1(=12)$ 到 $T_2(=18)$ 、 $T_3(=31)$ 、 T_3 、 T_2 和 T_1 ,其中 $T_1 \leq T_2 \leq T_3$ 。即线圈边的变化从最外的同心线圈 T_1 到 T_2 、 T_3 等依次往里。

15 另外,第14实施例的电枢绕组形成为双层同心式。从图43槽#46-#3可看出,放入在相应槽的线圈总匝数是 T_1+T_2 、 T_2+T_1 、 T_3 、 T_3 、 T_2+T_1 ,和 T_1+T_2 。当 T_3 设定为 $T_3=(0.7-1.3) \times (T_1+T_2)$ 时,在所有槽内线圈的匝数基本上是均匀的。这表明各槽的截面得以充分利用。

25 图49-54说明本发明的第15实施例。在本实施例中,本发明用于3相4极48槽的电枢绕组。通过极绕组2并联电支路形成在外端子U和X间。得到每极每相槽数 q 为 $48/(3 \times 4)=4$ 。各相的各极绕线由 $6(=2 \times (q-1))$ 同心分布连续线圈组成。由此该电枢绕组形成为双层同心式绕组且由包括U相极绕组 U_1 和 U_2 、V相极绕组 V_1 和 V_2 以及W相极绕组 W_1 和 W_2 的6个6边形的同心线圈所组成。组成各极绕组的线圈的线圈节距设定为12。如,U相第1极绕组 U_1 是由以线圈节距12放入在槽#46和#10内的线圈、节距12入槽#47和#11的线圈、节距12

入槽#48和#12的线圈,节距12入#1和#13的线圈,节距12入槽#2和#14的线圈,节距7入槽#3和#12的线圈所组成,这些线圈相互有序地安排。在U相的各其它绕组和其它相的各绕组中,6线圈以相互的线圈节距17、15、13、11、9和7以上述相同的方式相互有序地安排。

图50示出放入在相应槽内线圈的匝数。注意图50示出的仅是放入在相应槽内的线圈布置而没有示出其在槽内是作为上层或下层线圈。在实施例中放入槽内的线圈匝数不同于现有技术。如,在U相,第1极线组 U_1 分布在槽#46-#3和槽#10-#15内,且线圈匝数顺序变化从各槽#46和#10的12到各槽#47和#11的18,各槽#28和#12的31,各槽#1和#13的31,各槽#2和#14的18和各槽#3和#15的12,从而极绕组 U_1 形成为同心绕组。

另外,第2极绕组 U_2 分布在槽#22-#27和槽#34-#39,且线圈匝数顺序变化从各槽#22和#34的12到各槽#23和#35的18,各槽#24和#36的31,各槽#25和#37的31,各槽#26和#38的18的各槽#27和#39的12,从而极绕组 U_2 形成为同心绕组。因此,在组成U相的绕组中,如在槽#46-#3内线圈匝数顺序变化从12到18、31、31、18和12。线圈匝数的变化程度不同于现有技术的正弦绕组。但由于在实施例中匝数阶式变化,磁动势可形成为如现有技术的近似正弦。

在第15实施例中的线圈布置有与第1和第12实施例相同的方式。因此在15实施例的正弦绕组也达到了如图3A所示的磁动势分布和如图4所示的绕组系数。从图3A、3B和4可看出,通过利用第15实施例的正弦绕组,磁动势分布可接近于正弦波且高频绕组系数可大为减小。

由于上述布置形成为双层同心式,如,在槽#1-#8放入的上和下层线圈的总匝数是31、30、30、31、31、30、30和31。因此放在各槽的上和下层线圈的总匝数是近似均匀的,这就表明各槽的截面得以有效利用。

图 51 说明示于图 49 绕组布置中的上和下层线圈的布置和线圈的匝数。图 52 说明示于图 51 的线圈在未提起情况下的布置。如图 52 所示, U 相第 1 极绕组首先放入槽内, 然后再把 V 相第 2 极绕组 V_2 放入槽内。再把 W 相第 1 极绕组 W_1 放入槽内。再把 U 相第 2 极绕组 U_2 放入槽内。再把 V 相第 1 极绕组 V_1 放入槽内。最后把 W 相第 2 极绕组 W_2 放入槽内。因此, 组成绕组的线圈在线圈不提起的情况下顺序地放入槽内。

图 53 说明在线圈放入时一绕组被提起情况下的线圈布置。U 相第 1 极绕组 U_1 的一部分首先放入到槽[#]10-[#]15 内。V 相第 2 极绕组 V_2 的一部分再放入到槽[#]18-[#]23 内。再把 W 相第 1 极绕组 W_1 的一部分放入槽[#]26-[#]31 内。U 相第 2 极绕组 U_2 的一部分再放入槽[#]34-[#]39 内。V 相第 1 极绕组 V_1 再放入槽[#]42-[#]47 内。再把 W 相第 2 极绕组 W_2 的一部分放入槽[#]2-[#]7 内。绕组的已被往上提起来的另一部分以下列顺序放入槽内。U 相第 1 极绕组 U_1 的另一部分放入槽[#]46-[#]3 内。再把 V 相第 2 极绕组 V_2 的另一部分放入槽[#]6-[#]11 内。再把 W 相第 1 极绕组 W_1 的另一部分放入槽[#]14-[#]19 内。再把 U 相第 2 极绕组 U_2 的另一部分放入槽[#]22-[#]27 内。再把 V 相第 1 极绕组 V_1 的另一部分放入槽[#]30-[#]35 内。最后把 W 相第 2 极绕组 W_2 的另一部分放入槽[#]38-[#]43 内。因此, 通过线圈中的一些被提起, 线圈可顺序地放入槽内, 且可以在图 52 所示的槽内得到同样的绕组布置。

图 50 示出放入在槽内的线圈匝数。4 线圈(数 q)用于双层同心式常用正弦绕组的每极每相。由于上和下层线圈处于彼此属不同相的各槽内, 绝缘物需要放入在该各槽内。但在图 50 的实施例, 上和下层线圈在属于不同相的槽数量为所有槽数一半的 24 槽内, 它们是槽[#]2、[#]3、[#]6、[#]7、[#]10、[#]11、[#]14、[#]15、[#]18、[#]19、[#]22、[#]23、[#]26、[#]27、[#]30、[#]31、[#]34、[#]35、[#]38、[#]39、[#]42、[#]43、[#]46 和 [#]47。尽管对这些槽需要绝缘物, 但其余的 24 槽[#]1、[#]4、[#]5、[#]8、[#]9、[#]12、[#]13、[#]16、[#]17、[#]20、[#]21、[#]24、

25、# 28、# 29、# 32、# 33、# 36、# 37、# 40、# 41、# 44、# 45 和 # 48 都是不需要绝缘物的。因此电枢绕组的装配步骤得以大为减少。另外在本实施例中，每相绕组数是 $2(=P/2, P$ 是极数)，该数比常用布置的情况($=P$)少 2。因此绕组数可以减少。

5 另外，预先放入一相的线圈和随后放入其它相的线圈相互交错的线圈端部厚度约为单层同心式绕组的一半。因此由于线圈端部用较小的力成形，可以减少对线圈的损害且可使随后相的线圈易于放入。另外，各槽 2 线圈匝数间的差较小，即线圈截面的差较小。因此可以防止第 2 层线圈放入对效率的影响且可防止绝缘物在槽内移位。

10 在如图 49 所示的绕组布置中，各包括 2 串联绕组的 2 并联极绕组在端子 U 和 X 间且在该端子间提供 2 并联电支路。在图 49 中，并联电支路是由各对绕组 U_1 和 U_2 ，绕组 V_1 和 V_2 以及绕组 W_1 和 W_2 所组成的。参见图 54 所示的第 15 实施例的变更形式，各绕组对 U_1 和 U_2 ， V_1 和 V_2 以及 W_1 和 W_2 可以串联以便提供一电支路。在本实施例的各线圈匝数下对基波的绕组系数是 0.933，而在示于图 70A、70B 和 71 的正弦绕组其是 0.908。由此该绕组系数提高了约 2.8%，其导致电动机特性的改进。

20 图 50 说明在各槽内的线圈匝数。如，U 相绕组放入相应的槽，匝数在槽 #46 到 #3 内顺序地变化从 $T_1(=12)$ 到 $T_2(=18)$ ， $T_3(=31)$ ， T_3 ， T_2 和 T_1 ，其中 $T_1 \leq T_2 < T_3$ 。即匝数变化从最外同心线圈 T_1 到 T_2 、 T_3 、 T_3 、 T_2 和 T_1 顺序地往里。

25 另外第 15 实施例的电枢绕组形成为叠绕组。从图 50 槽 #46-#3 可以看出，放入相应槽线圈的总匝数是 T_1+T_2 ， T_2+T_1 ， T_3 ， T_3 ， T_2+T_1 和 T_1+T_2 。当 T_3 设定为 $T_3=(0.7-1.3) \times (T_1+T_2)$ 时，在所有槽的匝数基本上是均匀的。这表明各槽的截面得以有效利用。

 图 55 说明本发明第 16 实施例。在本实施例中，本发明用于 4 极 60 槽的电枢绕组。得到每极每相槽数 q 为 $(60/3 \times 4)=5$ 。每相的每极绕组是由 $8(=2 \times (q-1))$ 同心分布连续线圈组成，其布置成双层绕组。这 8

个线圈连续在一起形成相应于 2 极的 1 极绕组。因此, 整个电枢绕组包括有 6 个线圈 U 相的 U_1 和 U_2 , V 相的 V_1 和 V_2 以 W 相的 W_1 和 W_2 的 6 个同心式线圈。

第 16 实施例示出正弦绕组可形成成为双层同心绕组, 即使槽数变化从 48-60。图 55 说明在各槽内线圈的匝数。如, U 相绕组放入在相应槽, 匝数在槽# 57-# 4 内变化从最外的 T_1 到 $T_2, T_3, T_4, T_4, T_3, T_2$ 和 T_1 顺序地往里, 其中 $T_1 \leq T_2 \leq T_3 < T_4$ 。即匝数变化从最外同心线圈 T_1 到 T_2, T_3 和 T_4 依次往里。

另外, 第 16 实施例电枢绕组形成为双层同心式。从图 55 槽# 55-# 4 可看出, 放入在相应槽的线圈总匝数是 $T_1+T_3, T_2+T_2, T_3+T_1, T_4, T_4, T_3+T_1, T_2+T_2$, 和 T_1+T_3 。当 T_1 设定为 $T_1=(0.7-1.3) \times (T_3+T_1)=(1.4-2.6)T_2$ 时, 在所有槽的匝数基本上是均匀的。这表明各槽截面得以有效利用。

图 56 说明第 16 实施例的变更形式, 其中本发明用于 4 极 72 槽电枢绕组。得到每极每相槽数 q 为 $(72/3 \times 4)=6$ 。每相的每极绕组是由 $10(=2 \times (q-1))$ 同心分布连续线圈组成的, 其布置成双层绕组。这 10 个线圈接在一起成为相应于 2 极的 1 极绕组。因此, 整个电枢绕组包括有 6 个线圈 U 相的 U_1 和 U_2 、V 相的 V_1 和 V_2 以及 W 相的 W_1 和 W_2 的 6 个同心线圈。于是即使在槽数变化到 72 时, 正弦绕组可形成为双层同心绕组。

在各槽线圈的匝数将予以说明。如, U 相绕组放入在相应槽, 匝数在槽# 68-# 5 内变化从最外的 T_1 到 $T_2, T_3, T_4, T_5, T_5, T_4, T_3, T_2$, 和 T_1 依次往里, 其中 $T_1 \leq T_2 \leq T_3 \leq T_4 < T_5$ 。即匝数变化从最外同心线圈 T_1 到 T_2, T_3, T_4 和 T_4 次往里。

另外, 该电枢绕组形成为双层同心式。从图 56 槽# 57-# 4 可看出, 放入在相应槽线圈的总匝数是 $T_1+T_4, T_2+T_3, T_3+T_2, T_4+T_1, T_5, T_5, T_4+T_1, T_3+T_2, T_2+T_3$ 和 T_1+T_4 。当 T_5 设定为 $T_5=(0.7-1.3) \times (T_4+T_1)=(0.7-1.3) \times (T_3+T_2)$ 时, 在所有槽的匝数基本上是均匀的。这表明各槽截

面得以有效利用。

图 57 说明本发明第 17 实施例。在本实施例中, 本发明用于 3 相 6 极 60 槽电枢绕组。得到每极每相槽数 q 为 $(72/3 \times 6)=4$ 。每相的各极绕组是由 $6(=2 \times (q-1))$ 同心分布连续线圈组成的, 其布置成双层绕组。这 6 个线圈接在一起成为相应于 2 极的 1 极绕组。因此, 整个电枢绕组包括有 U 相的极绕组 U_1, U_2 和 U_3 , 相的极绕组 V_1, V_2 和 V_3 以及 W 相的极绕组 W_1, W_2 和 W_3 的 9 个同心式绕组。因此即使当极数从 4 变到 6 时, 正弦绕组可形成为双层同心式绕组。另外, 由于各相包括 3 极绕组 U_1-U_3, V_1-V_3 和 W_1-W_3 , 所以并联电支路数可以是 1 或 3。

在各槽内的线圈匝数将予以说明。如, U 相绕组放入相应槽, 匝数在槽 #70-#3 内变化从最外的 T_1 到 T_2, T_3, T_3, T_2 和 T_1 顺序地往里, 其中 $T_1 \leq T_2 < T_3$ 。另外, 电枢绕组形成为双层同心式。从图 57 槽 #70-#3 可看出, 放入相应槽线圈的总匝数是 $T_1+T_2, T_2+T_1, T_3, T_3, T_2+T_1$ 和 T_1+T_2 。当 T_1 设定为 $T_1=(0.7-1.3) \times (T_2+T_3)$ 时, 在所有槽的匝数基本上是均匀的。这表明各槽的截面得以有效利用。

图 58 说明第 18 实施例, 其中本发明用于 3 相 4 极 36 槽电枢绕组。在第 18 实施例中, 得到类似于第 17 实施例的绕组布置。

尽管第 16 和第 17 实施例涉及到双层同心式绕组, 这些实施例的绕组布置可用于如第 15 实施例所述的叠绕组。

本发明已用于 3 相 4 极 48 槽、4 极 60 槽、4 极 72 槽、6 极 72 槽和 4 极 36 槽在上述实施例布置的电枢绕组。本发明不受这些布置的限制可应用在有其它极数和槽数的布置中。另外, 在上述实施例中, 在绕线机中的匝数预先设定在选定值以使有不同匝数的线圈可自动生成。而且, 借助下线机可把线圈放入槽内。

图 59 说明本发明第 19 实施例。本发明用于 3 相 4 极 48 槽双层同心式电枢绕组, 且 2 并联电支路通过极绕组在外端子 U 和 X 间形成, 如参见图 1 第 1 实施例所述。因此, 示于图 59 的绕组布置除引线位置外与图 1 所示相同。

接到图 1U 相电枢绕组端子 U 的线圈分别有在槽#1 和#25 内它们的开始线圈,而在图 59 有在槽#3 和#27 内它们的开始线圈。一方面,分别放入在图 1 槽#1 和#25 内的线圈匝数是 31,且仅构成 U 相的这些线圈配置在相应槽内。有关电枢绕组端子 V、W、X、Y 和 Z,开始线圈分别位于槽#33 和#9, #17 和#41, #13 和#37, #45 和#21 以及#29 和#5,且在这些槽线圈的匝数是 31。另一方面,如上所述,接到端子 U 的开始线圈分别位于槽#3 和#27。这些线圈的匝数是 12,且另外相的线圈配置在各这些槽#3 和#27 内。有关端子 V、W、X、Y 和 Z,开始线圈分别位于槽#35 和#11, #19 和#43, #15 和#39, #47 和#23, 以及#31 和#17 内,且在这些槽线圈的匝数是 12。

通常,当电机由市用电源供电时,没有冲击电压的问题。但,当电机由变换器控制的电源供电时,接在电机和变换器间的电源电缆的电容有时产生高于电源电压的冲击电压。冲击电压加到电机绕组上,以致有在最不利情况下发生绕组绝缘击穿的可能性。在这样的情况下,最高的电压加到靠近电源端子的线圈上,且有发生属于同一相的线圈绝缘击穿的可能性。

在单层同心式绕组中,其中同相线圈配置在各槽内,配置在各槽线圈首末端间产生相当大的电压差。另外,在双层同心式绕组的各槽内配置绝缘物以把槽内分隔为 2 区域,其中属于不同相的 2 线圈分别配置。因此,属于不同相的线圈受保护以免绝缘击穿,但在各槽配置的线圈首末端间产生小于单层同心式绕组的相当大的电压差。另外,在图 1 的绕组布置中,仅同相的线圈配置在槽内,引进绕组线圈如单层同心式绕组。因此,在绕组线圈首末端间产生相当大的电压差。

但在示于图 59 的布置中,接到各绕组端子的开始线圈是具有最小匝数的线圈且顺序地接到有较大匝数的线圈。从而位于最靠近被施加大冲击电压端子的不同相线圈的匝数是最小的。因此,在同一槽属于同一相的线圈首末端间的电压差可变成较小,于是该线圈受到保护以免由于冲击电压而绝缘击穿。由于绝缘物放入在属于不同相的线圈

间,不存在绝缘击穿的问题。另外,配置在随后槽线圈的匝数可以形成比在单层同心式绕组的更小,以致属于同一相线圈首末端间的电压差可变得较小。另外,当电枢绕组是 Δ 连接或Y连接时,由于最靠近各端子的槽线圈的匝数,在属于同一相的线圈间因冲击电压的绝缘击穿得以减少。此外,当电枢绕组仅为Y连接时,位于最靠近接到电源的端子U、V和W的槽内开始线圈的匝数是最小的。

在上述第19实施例中,本发明用于3相4极48槽的双层同心式且通过极绕组在外端子U和X间形成2并联电支路的电枢绕组。本发明不受这个布置的限制而是可用于4极60槽、4极72槽、6极72槽和6极90槽的电枢绕组,其中形成1、2、3、4和6并联电支路。

图60说明本发明第20实施例。第20实施例提供除了引线位置外类似于参见图8第1实施例变更形式所述的用于双层同心式绕组。

接到图8U相电枢绕组端子U的线圈分别有在槽#1和#46它们的开始线圈,而在图60分别有在槽#3和#46它们的开始线圈。一方面,分别放入在图8槽#1和#25内的线圈匝数是31,且仅构成U相的这些线圈配置在相应槽内。有关电枢绕组端子V、W、X、Y和Z,开始线圈分别位于槽#33和#30, #17和#14, #13和#34, #45和#18以及#29和#12,且在槽线圈的匝数是31。另一方面,在图60中,如上述,接到端子U的开始线圈分别位于槽#3和#27。这些线圈的匝数是12,且另外相的线圈配置在各这些槽#3和#27内。有关端子V、W、X、Y和Z,开始线圈分别位于槽#35和#30, #19和#14, #15和#34, #47和#18,和#31和#2,且在这些槽线圈的匝数是12。

但在示于图60的布置中,接到各绕组端子的开始线圈是有最小匝数的线圈,且顺序地接到有较大匝数的线圈。从而位于最靠近被施加大冲击电压端子的不同相线圈的匝数是最小的。因此,在同一槽属于同一相的线圈首末端间的电压差可变成较小,于是该线圈受到保护以免由于冲击电压而绝缘击穿。由于绝缘物放入在属于不同相的线圈间,不存在绝缘击穿的问题。另外,配置在随后槽线圈的匝数可以形成

比在单层同心式绕组的更小,以致属于同一相线圈首末端的电压差可变得较小。另外,当电枢绕组是 Δ 连接或Y连接时,由于最靠近各端子的槽线圈的匝数,在属于同一相的线圈间因冲击电压的绝缘穿得以减少。此外,当电枢绕组仅为Y连接时,位于最靠近接到电源的端子U、V和W的槽内开始线圈的匝数是最小的。

在上述第20实施例中,本发明用于3相4极48槽的双层同心式且通过极绕组在外端子U和X间形成4并联电支路的电枢绕组。本发明不受这个布置的限制而是可用于4极60槽,4极72槽,6极72槽和6极90槽的电枢绕组,其中形成4和6并联电支路。

图61说明本发明第21实施例。在第21实施例中,本发明用于3相双层同心式电枢绕组,且并联支路数是4,除了引线位置外类似于参见图12第4实施例所述的电枢绕组。

接到图12U相电枢绕组端子U的线圈分别有在槽#1、#22、#25和#46它们的开始线圈,而在图61分别有在槽#3、#22、#27和#46它们的开始线圈。一方面,分别放入在图12槽#1、#22、#25和#46内的线圈匝数是31,且仅构成U相的这些线圈配置在相应槽内。有关电枢绕组端子V和W,开始线圈分别位于槽#33、#6、#9和#30以及槽#17、#38、#41和#14,且在这些槽线圈的匝数是31。另一方面,在图61中,如上述,接到端子U的开始线圈分别位于槽#3、#22、#27和#46。这些线圈的匝数是12,且另外相的线圈配置在各这些槽#3、#22、#27和#46内。有关端子V和W,开始线圈分别位于#35、#6、#11和#30和槽#19、#38、#43和#14,且在这些槽线圈的匝数是12。

当示于图61的电枢绕组接成Y连接,该电枢绕组端子U、V和W接到电源。接到相应端子U、V和W的开始线圈是有最小匝数的线圈,该线圈接到有较大匝数的其它线圈。于是在同一槽属同一相的线圈首末端间的电压差可以变得较小,因此线圈可受到保护以免因冲击电压绝缘击穿。由于绝缘物放入在属于不同相的线圈间,也就没有

绝缘击穿的问题。另外，配置在随后槽线圈的匝数可比在单层同心式绕组的更小，以致于属于同一相的线圈的首末端间的电压差可变得较小。

- 5 上面的描述和附图仅是对本发明原理的说明而不是限制意义上的解释。对所属领域普通技术人员来说各种变化和改换将是显而易见的。所有这样的变化和改换都应看作是在发明思想和由所附权利要求给定的保护范围之内。

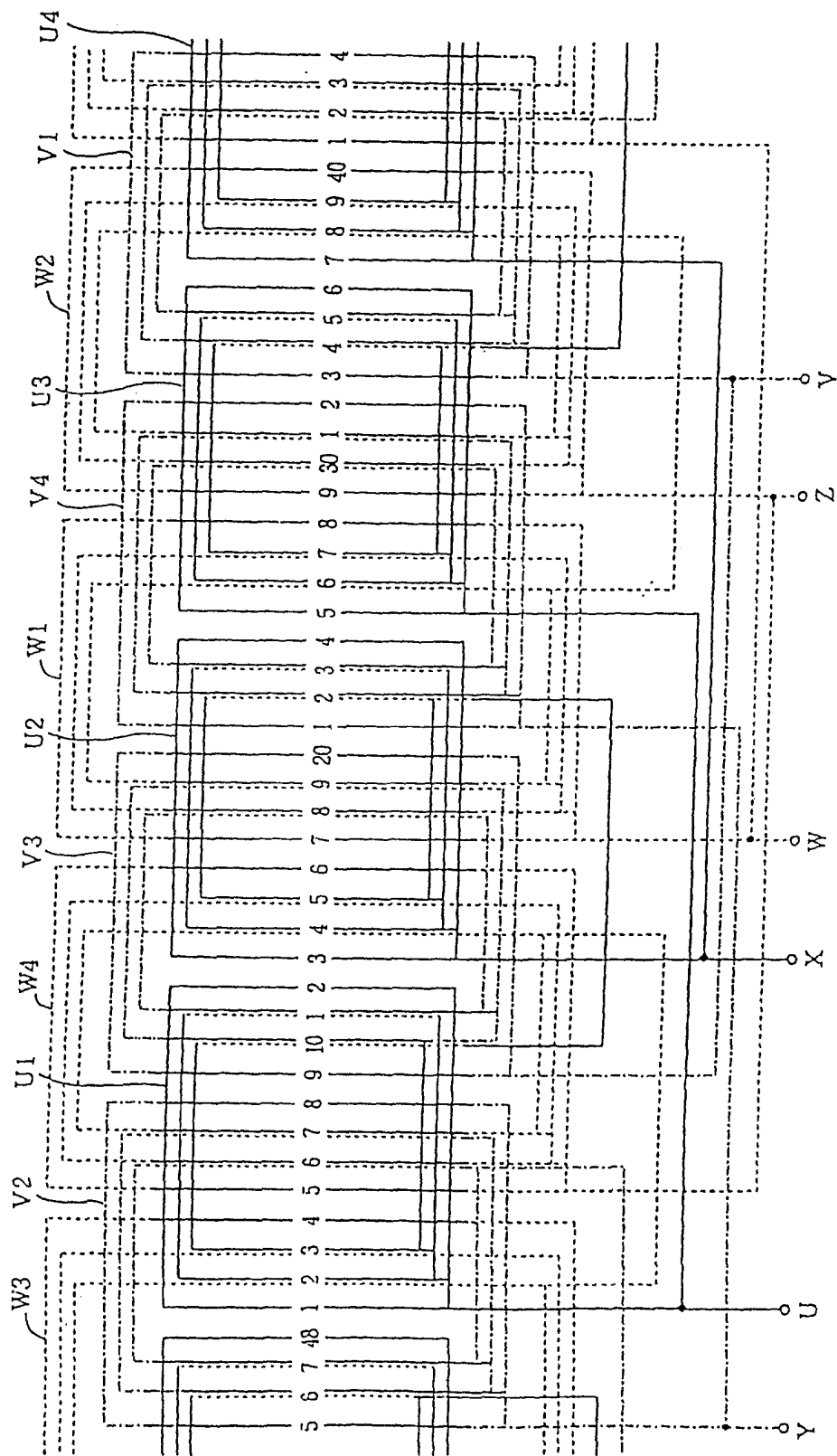


图 1

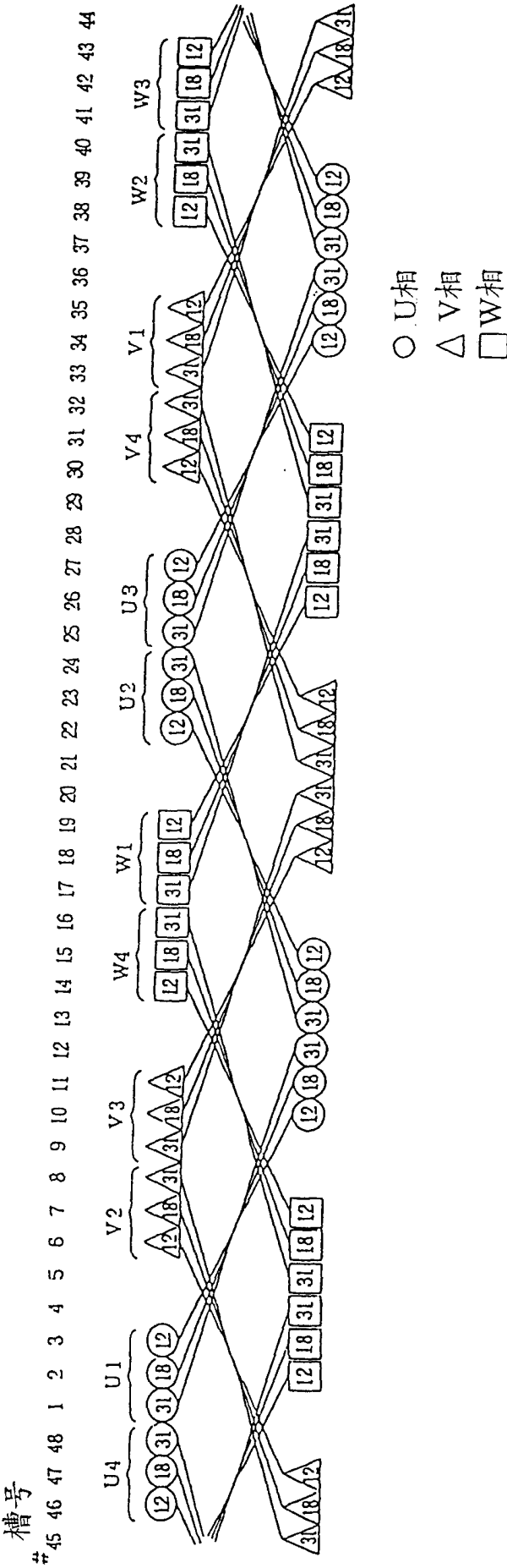


图 2

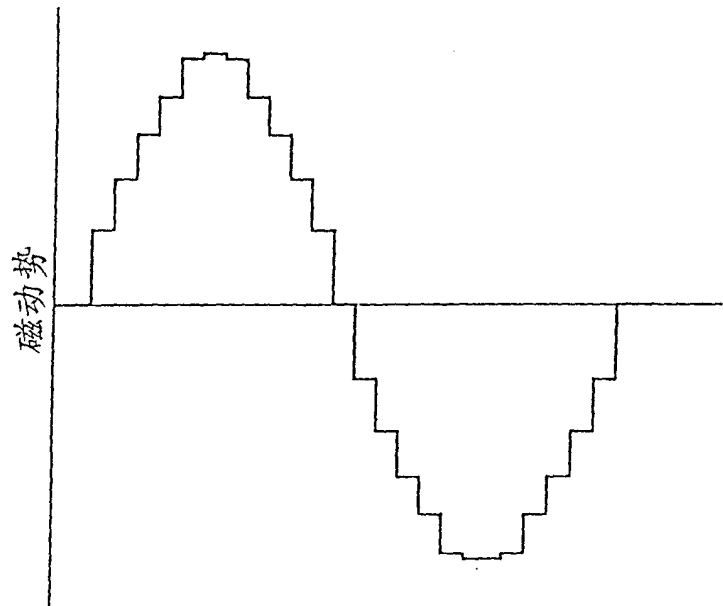


图 3A

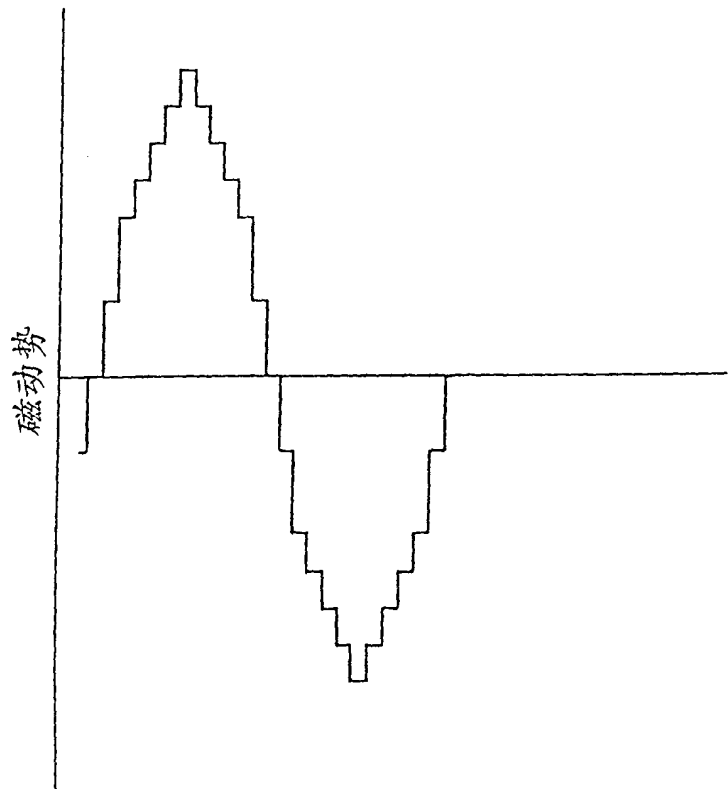


图 3B

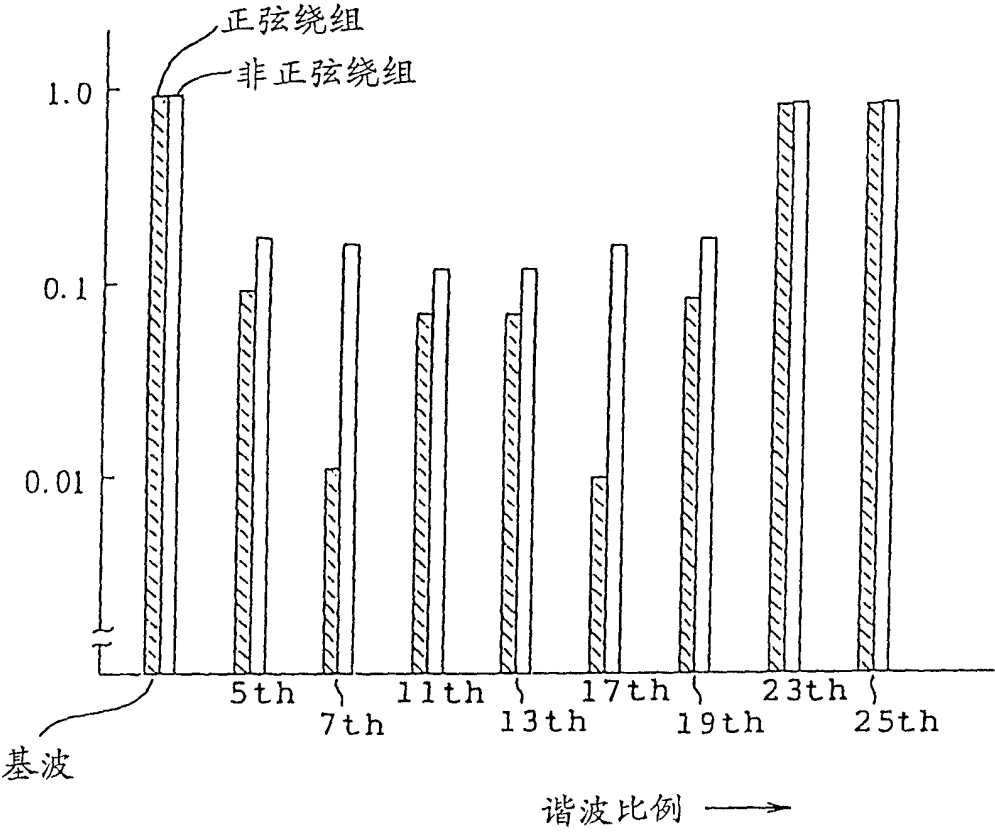


图 4

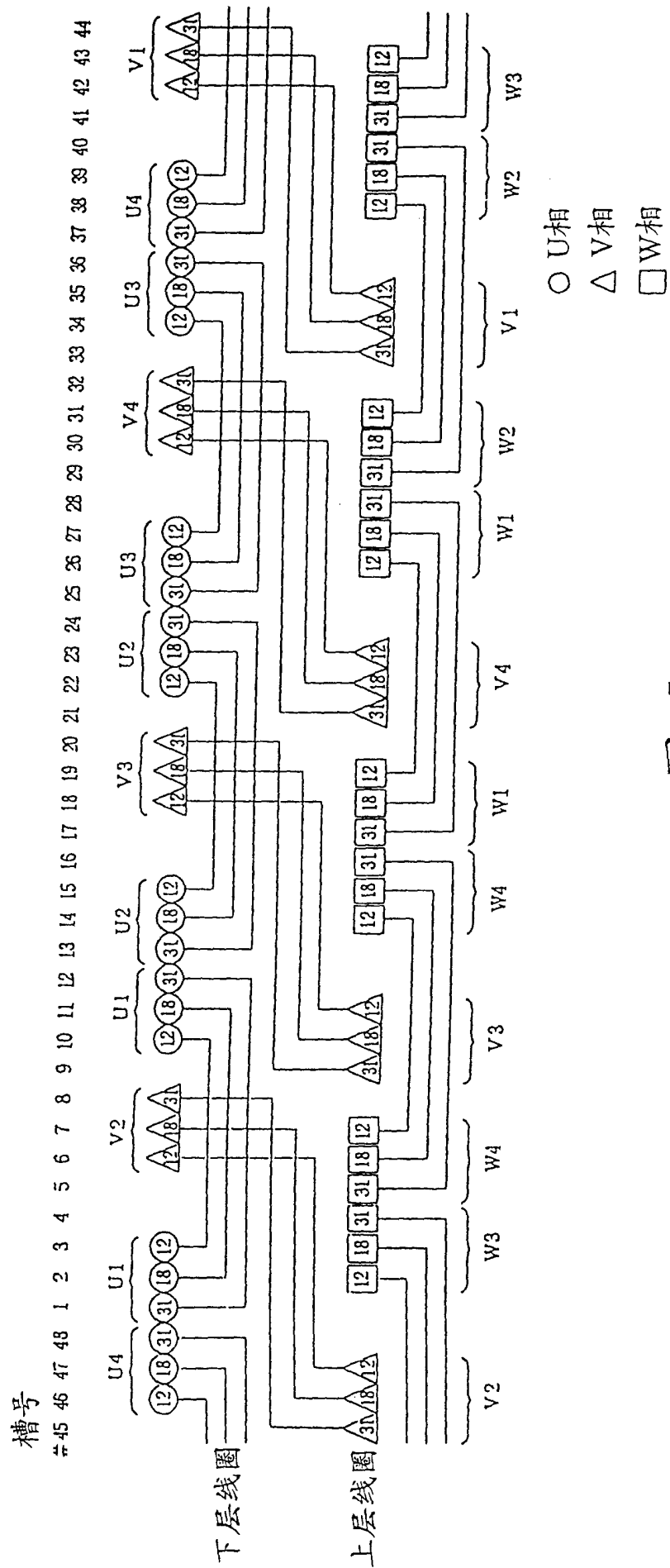


图 5

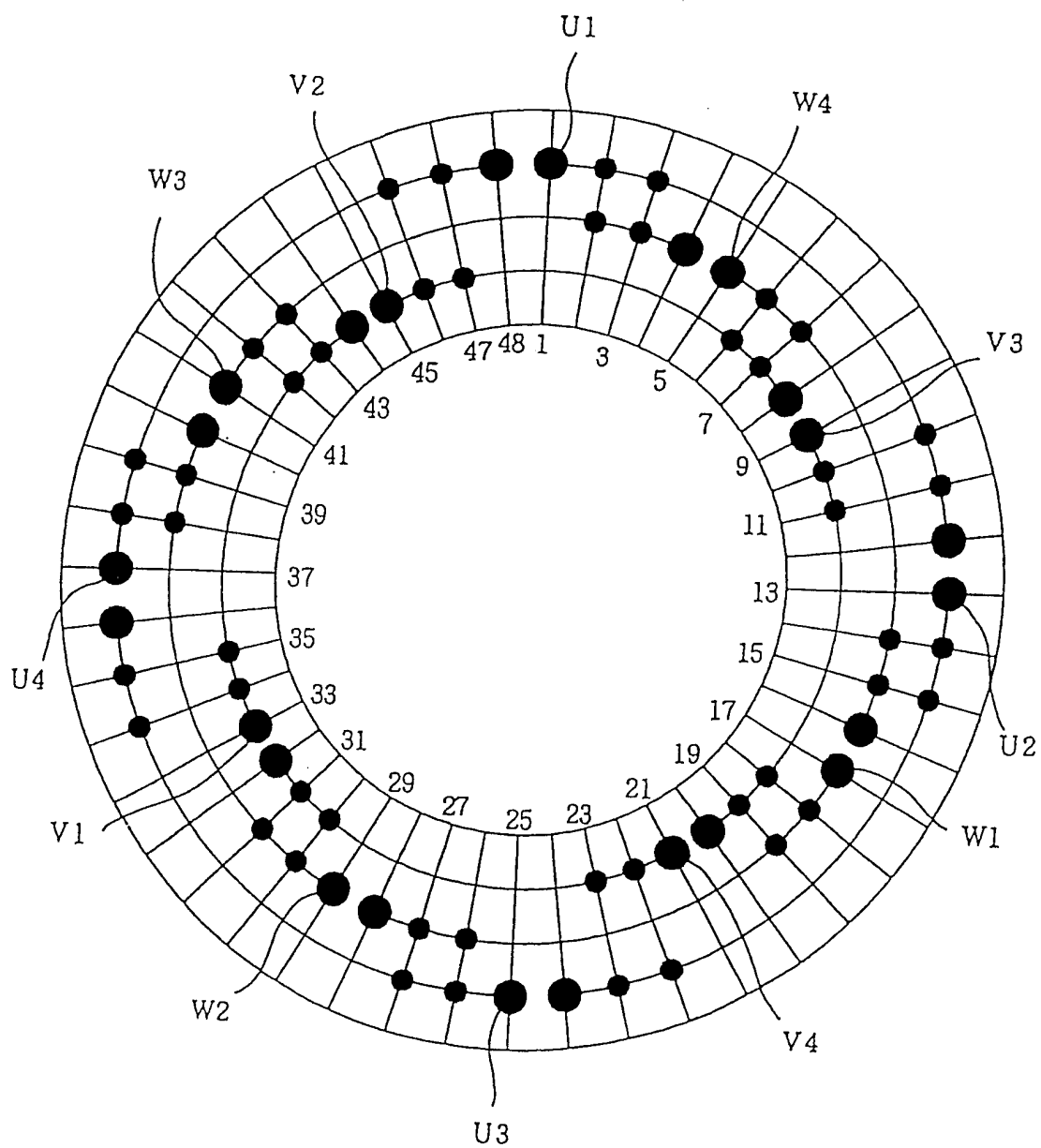
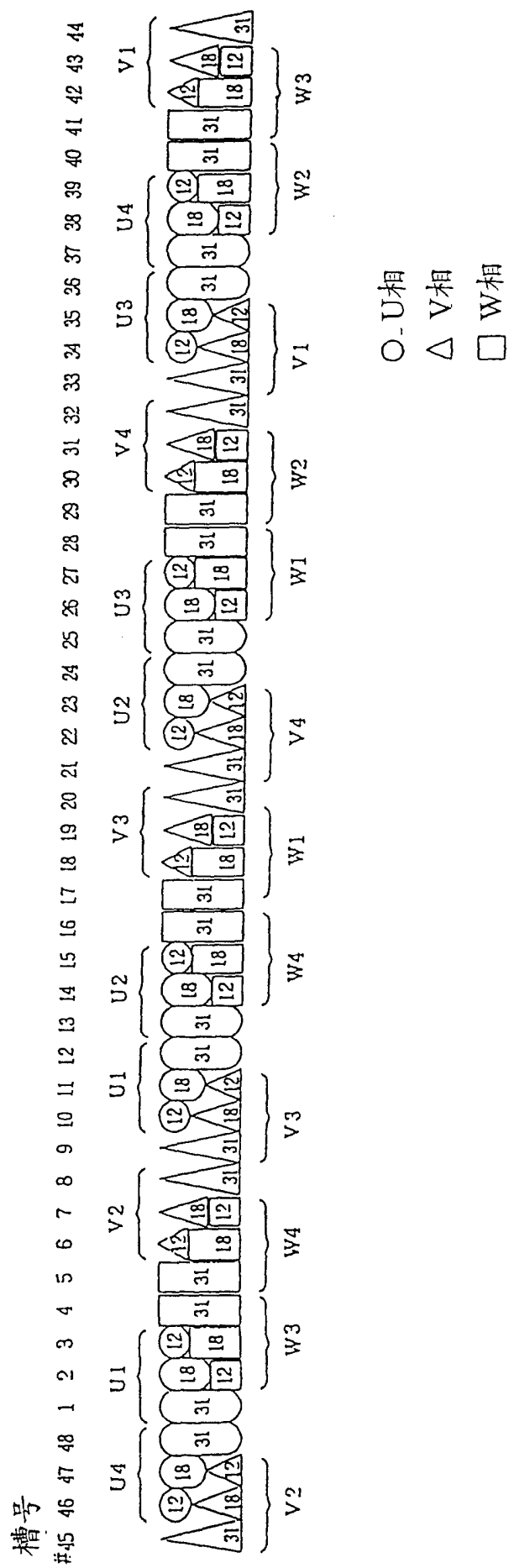


图 6



七

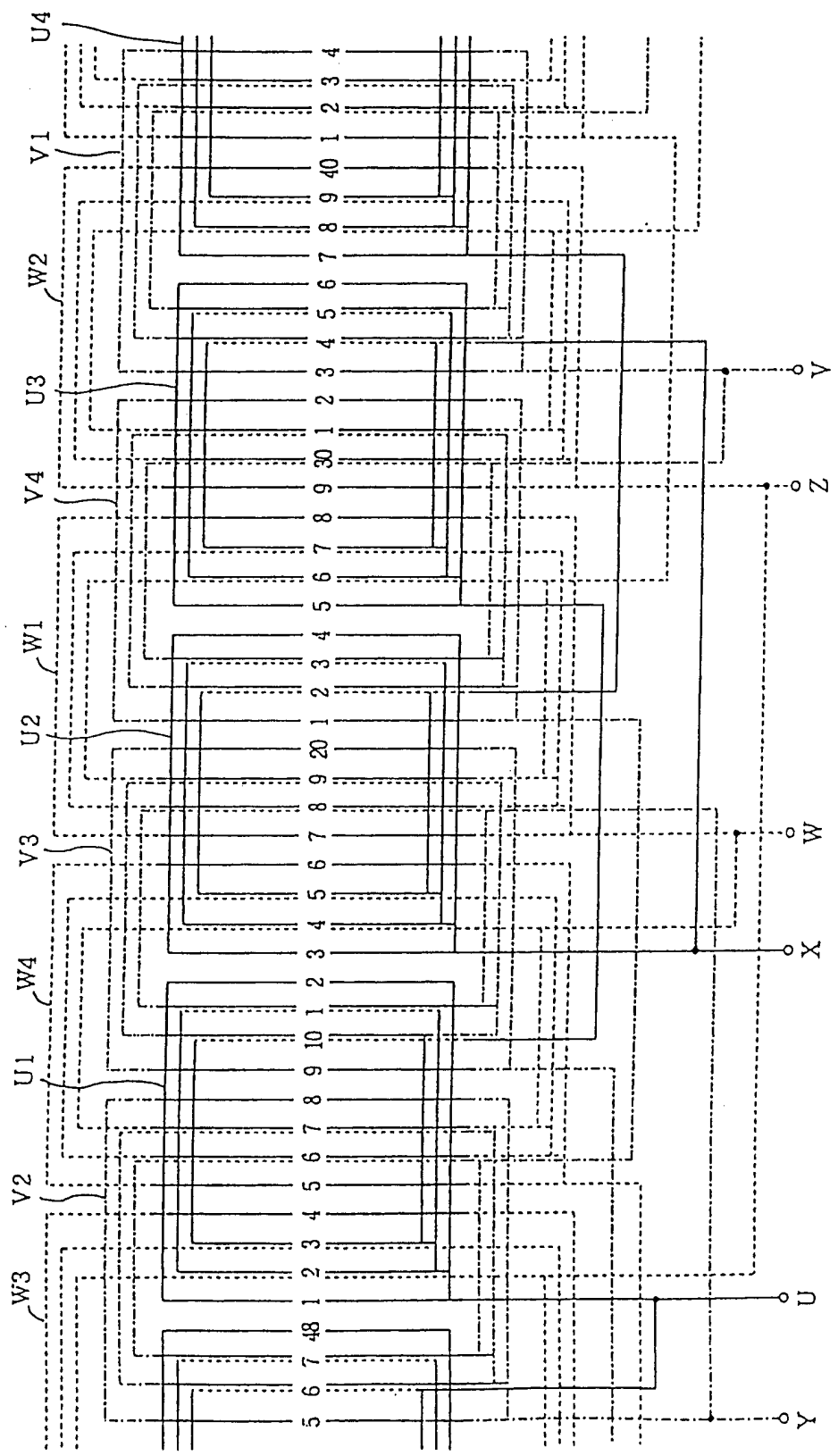


图 8

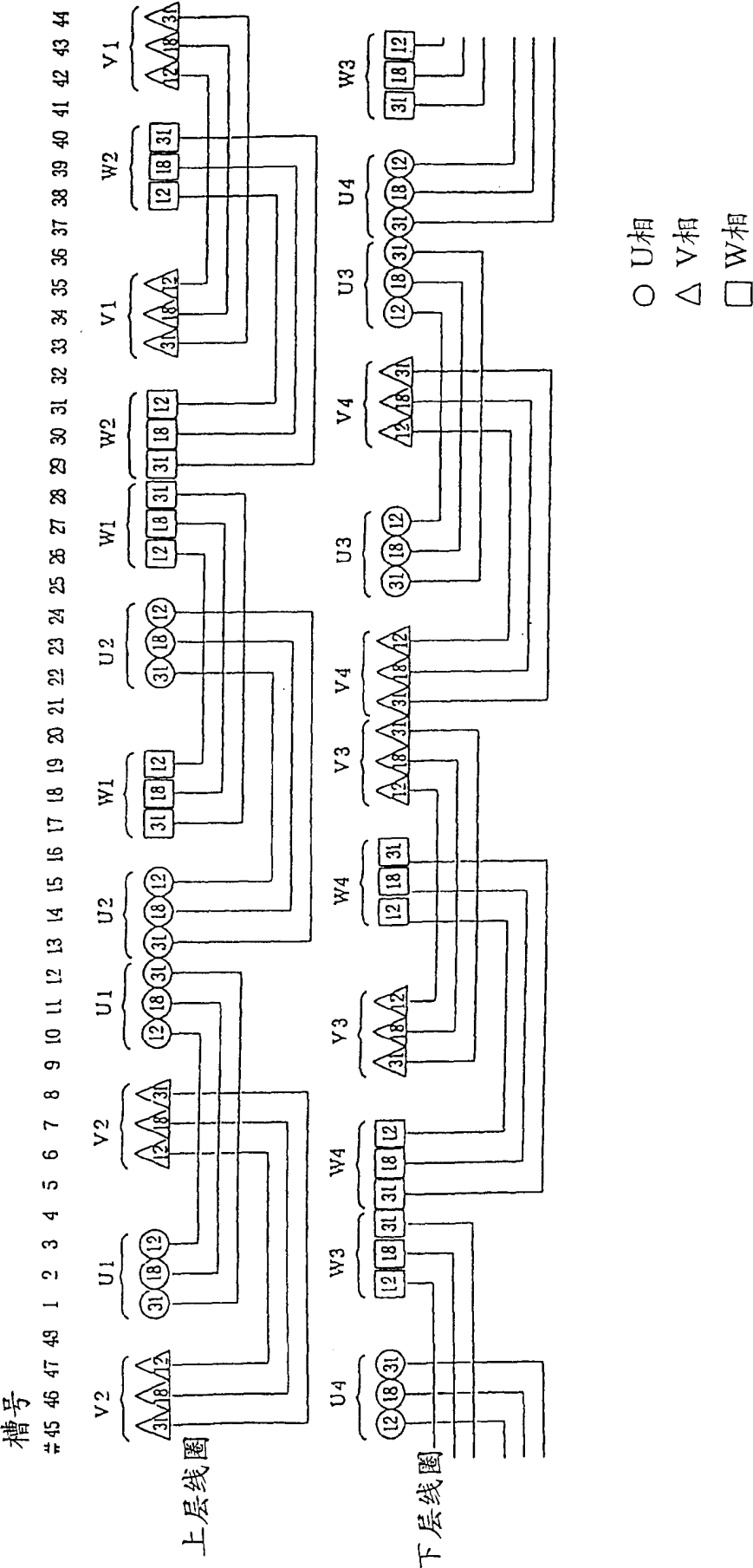


图 9

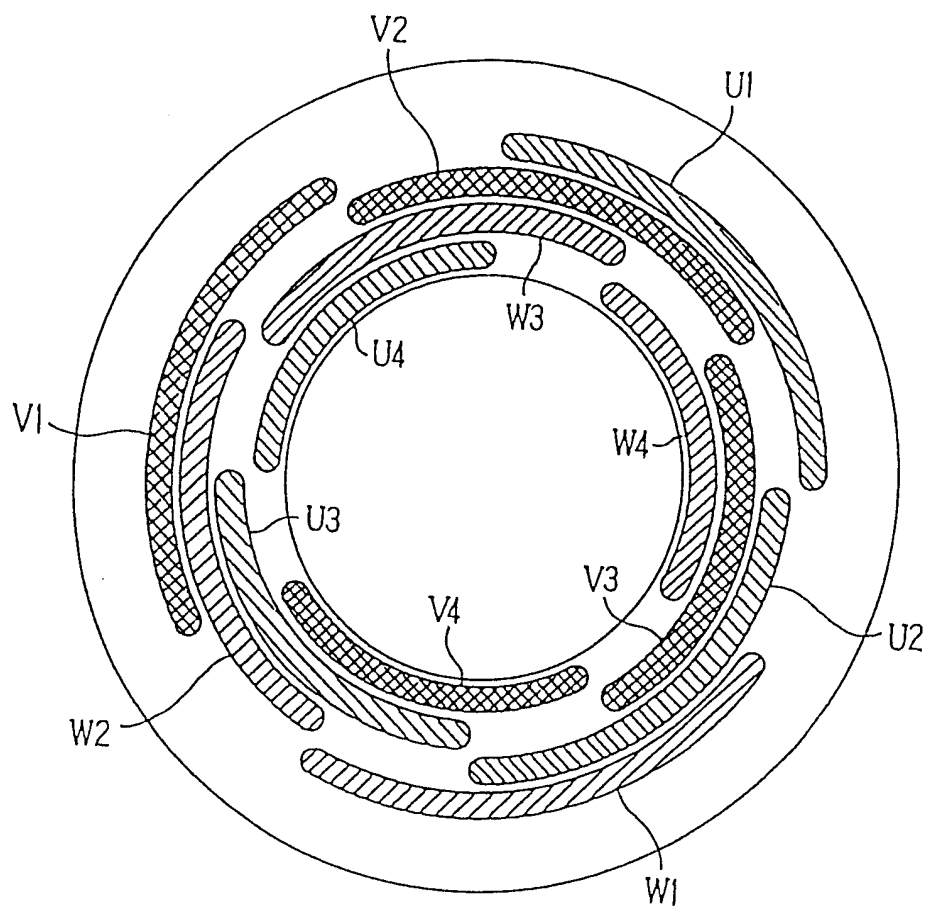


图 10

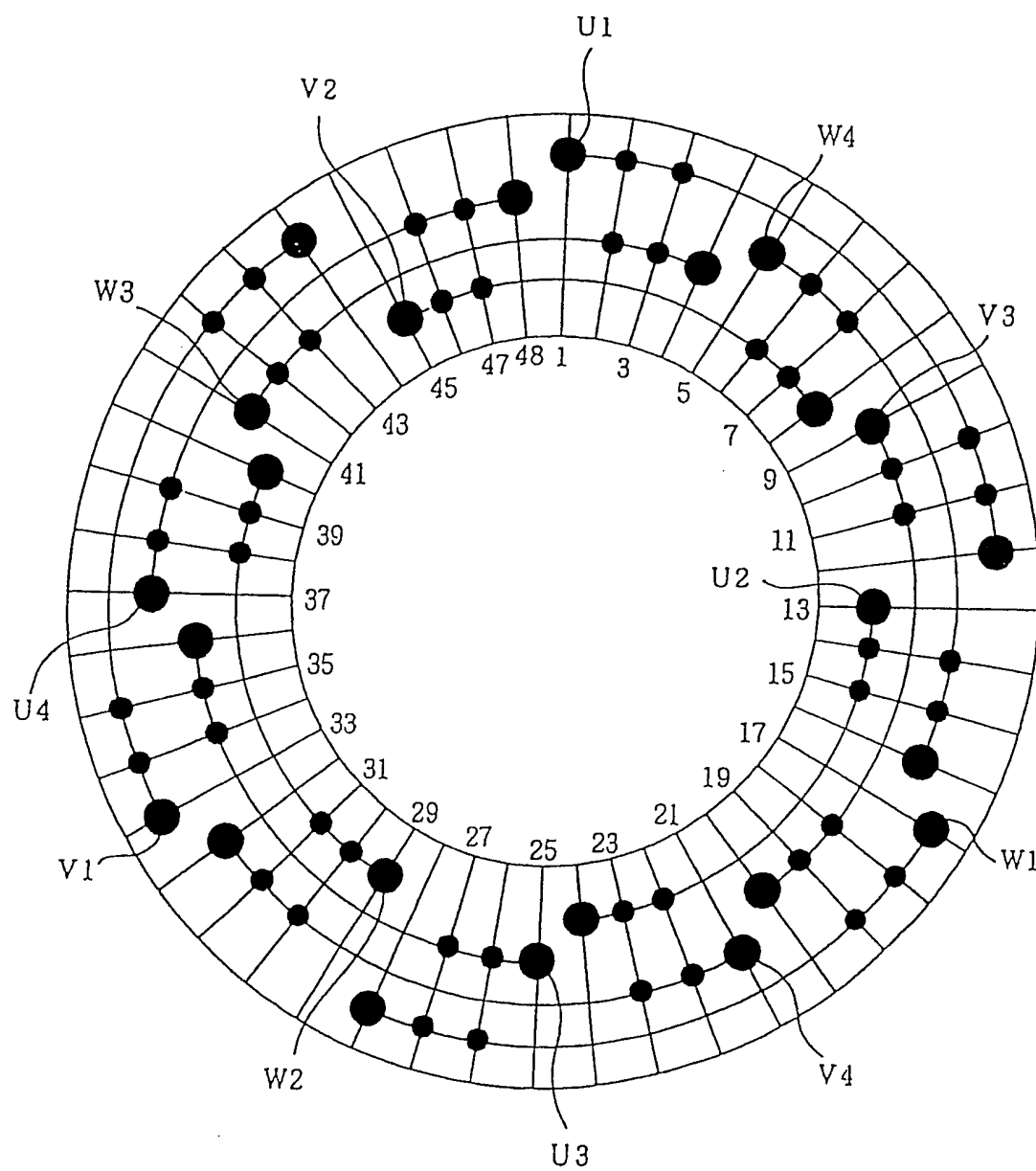


图 11

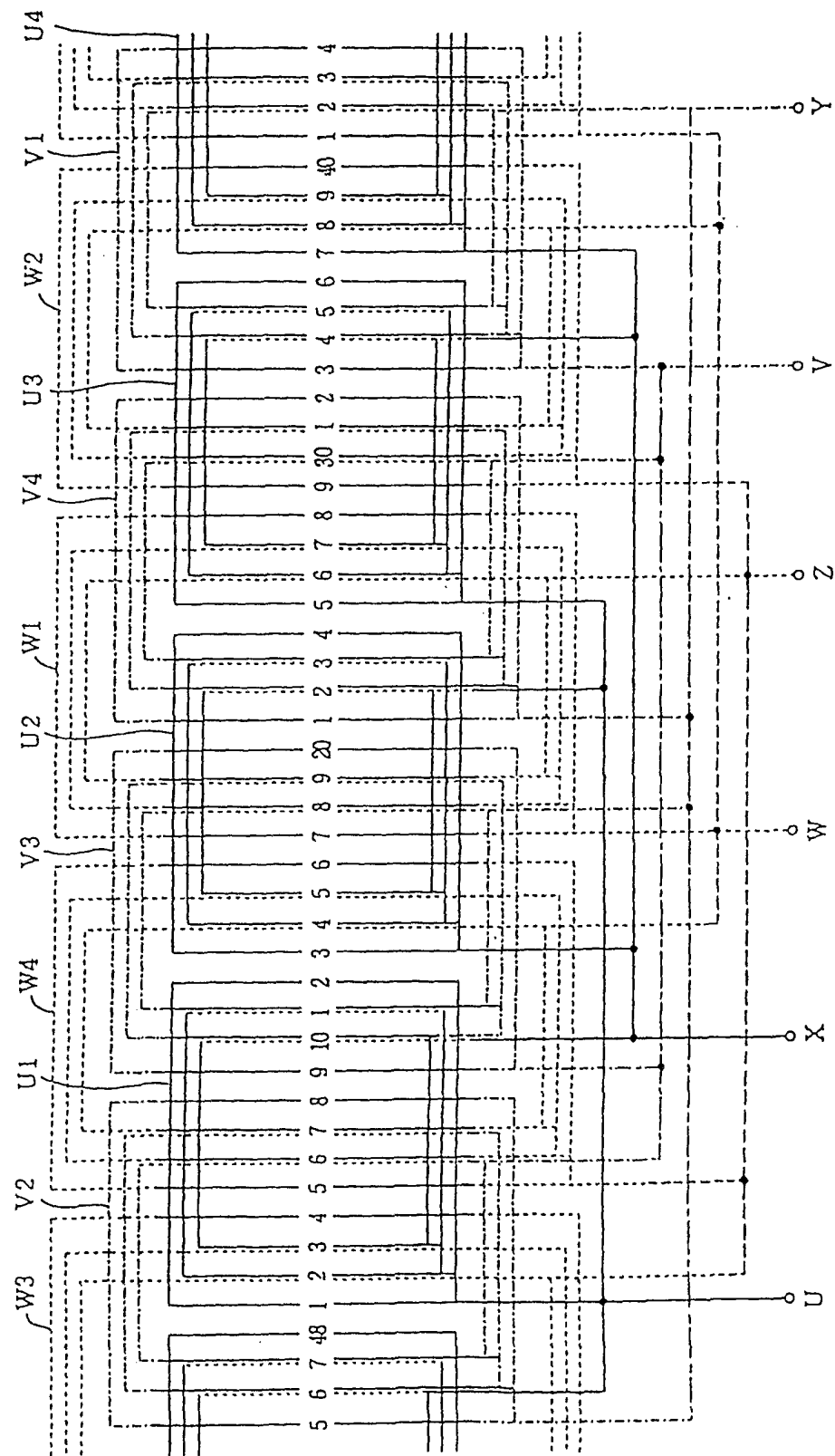


图 12

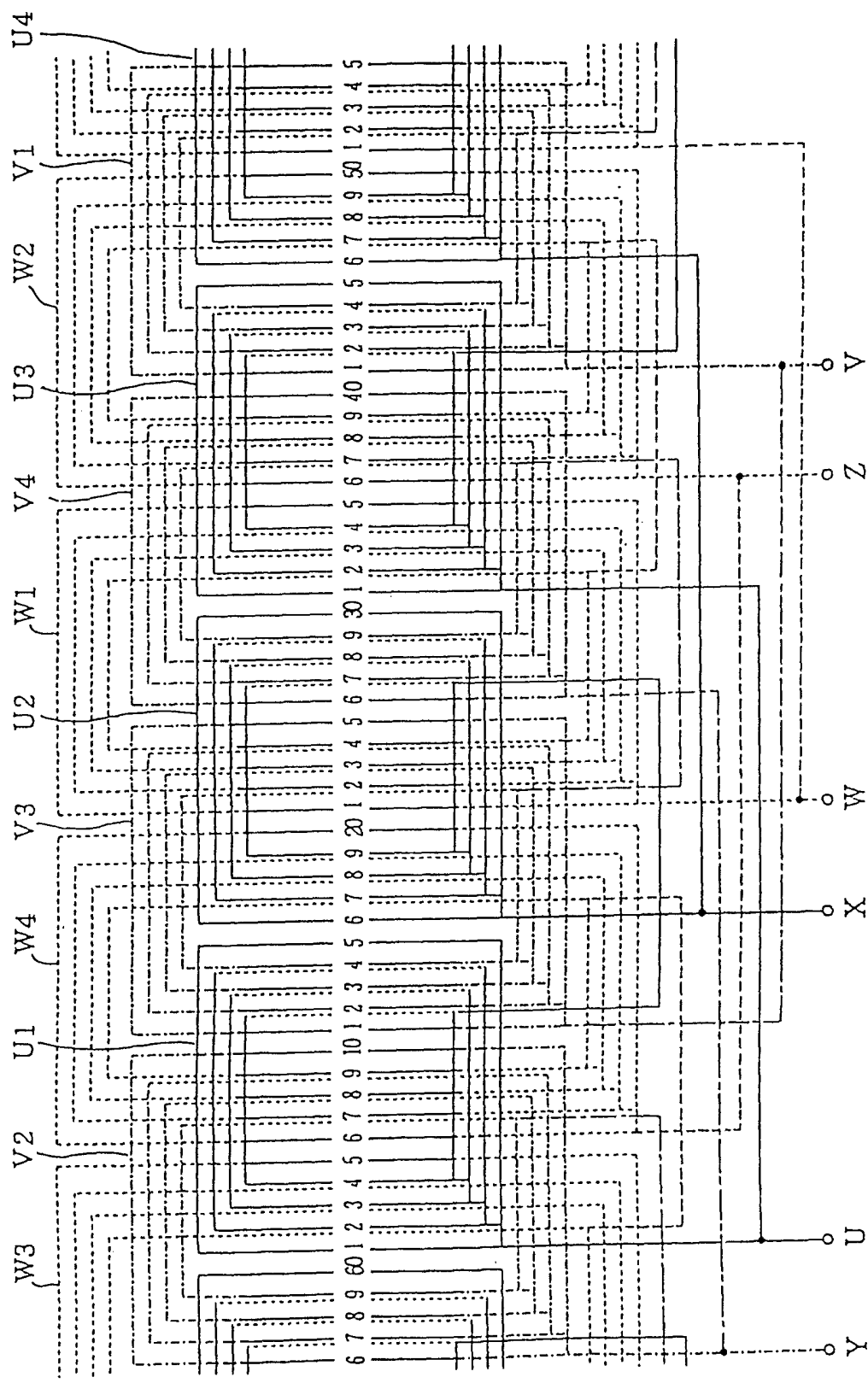


图 13

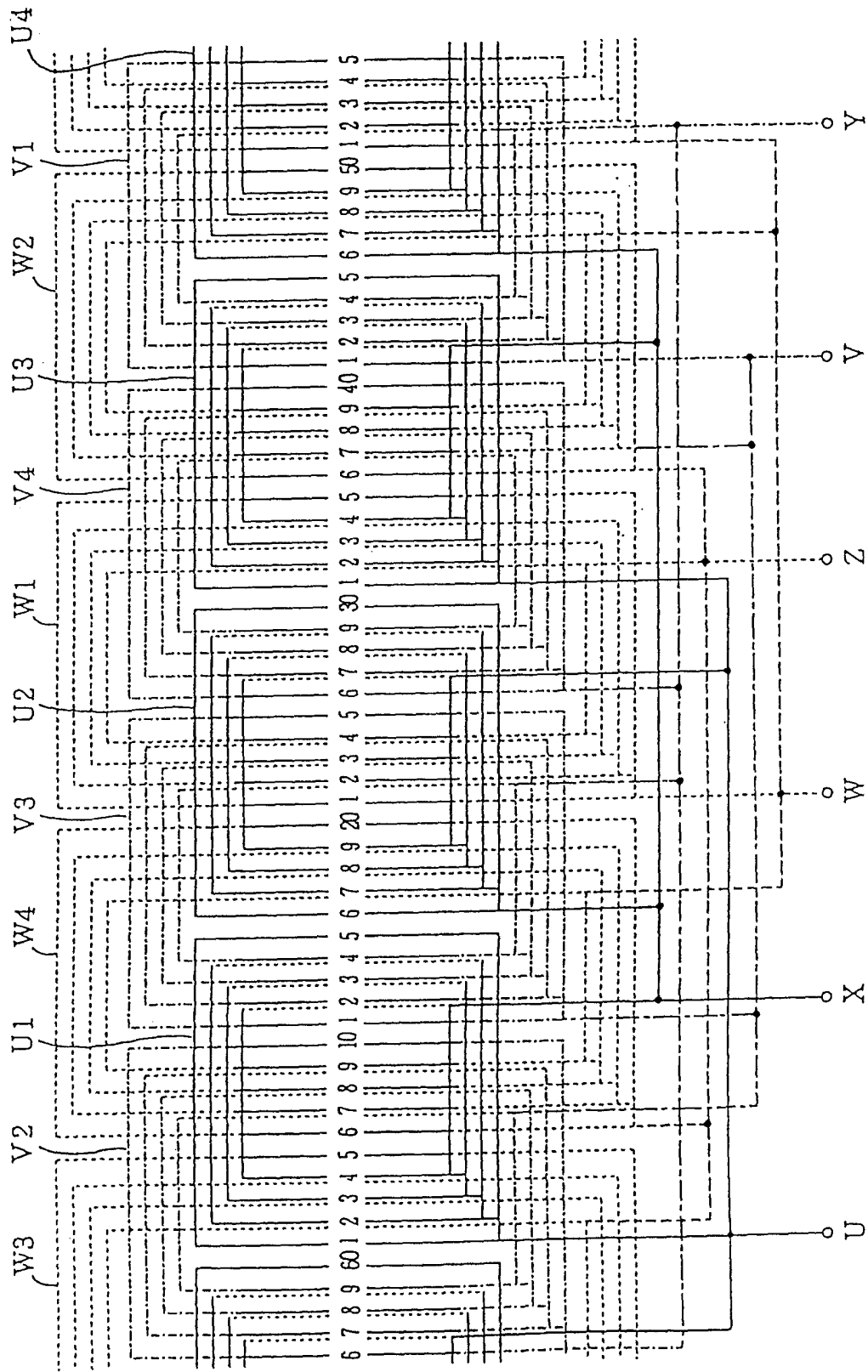


图 14

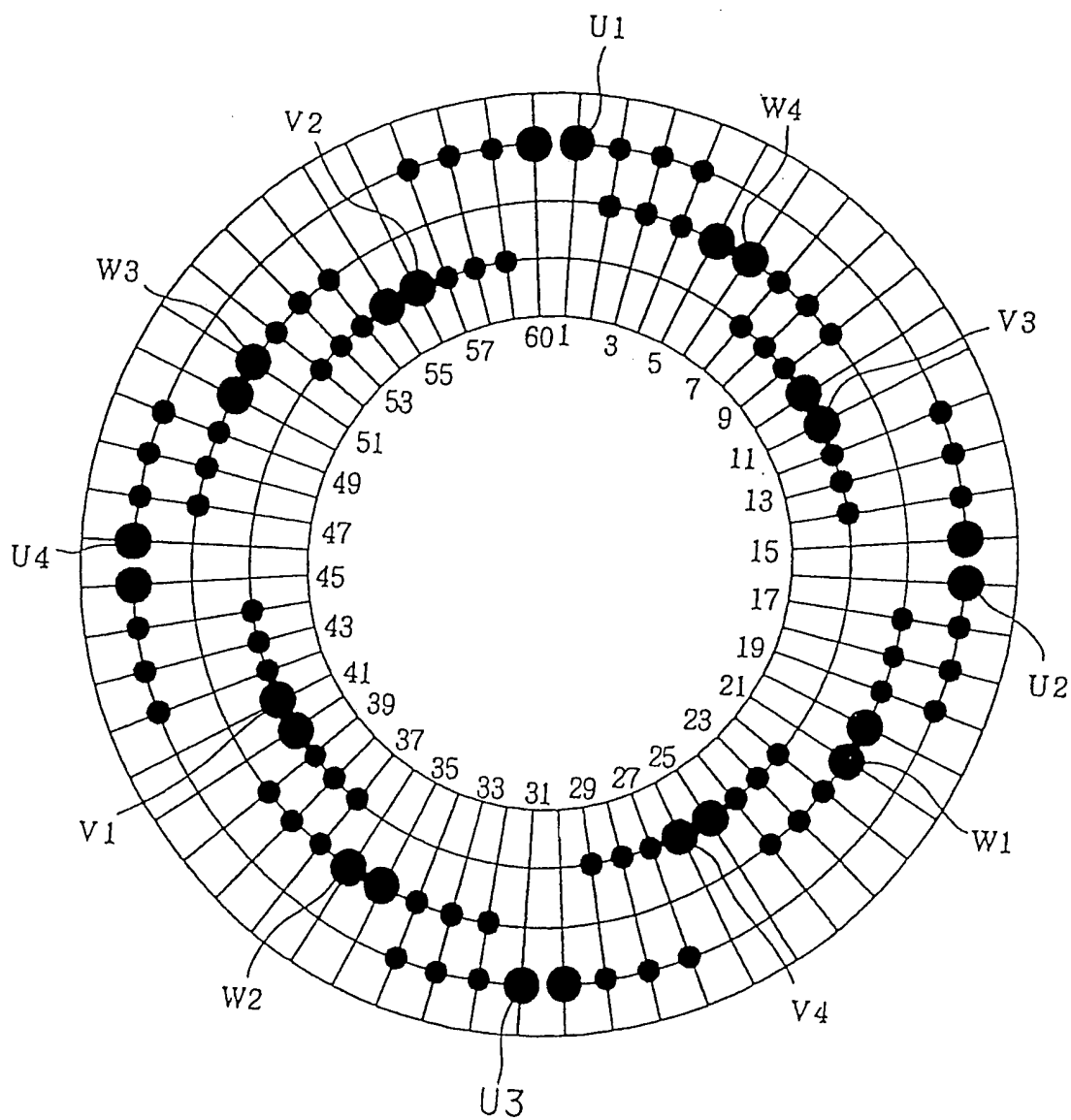


图 15

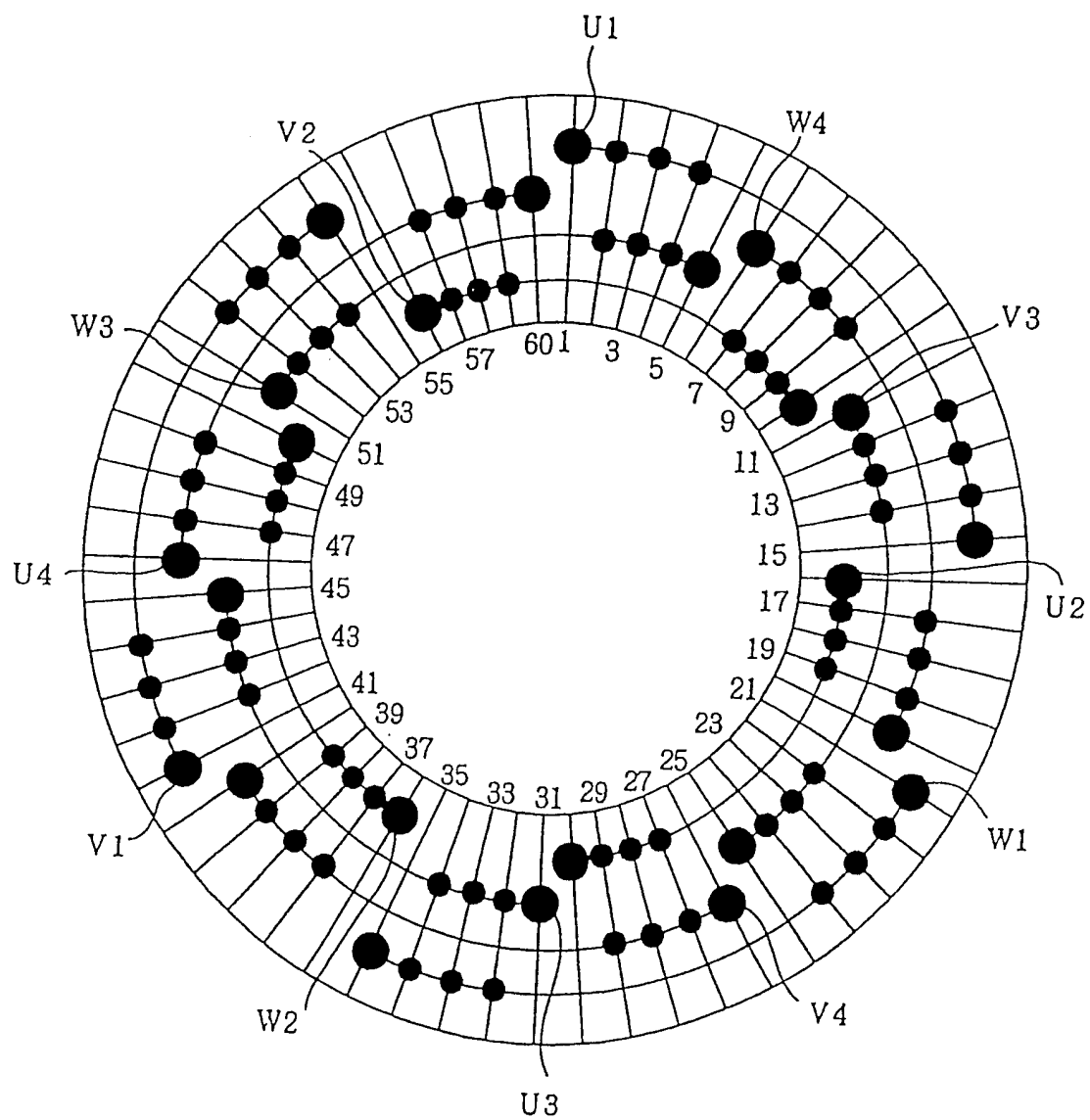


图 16

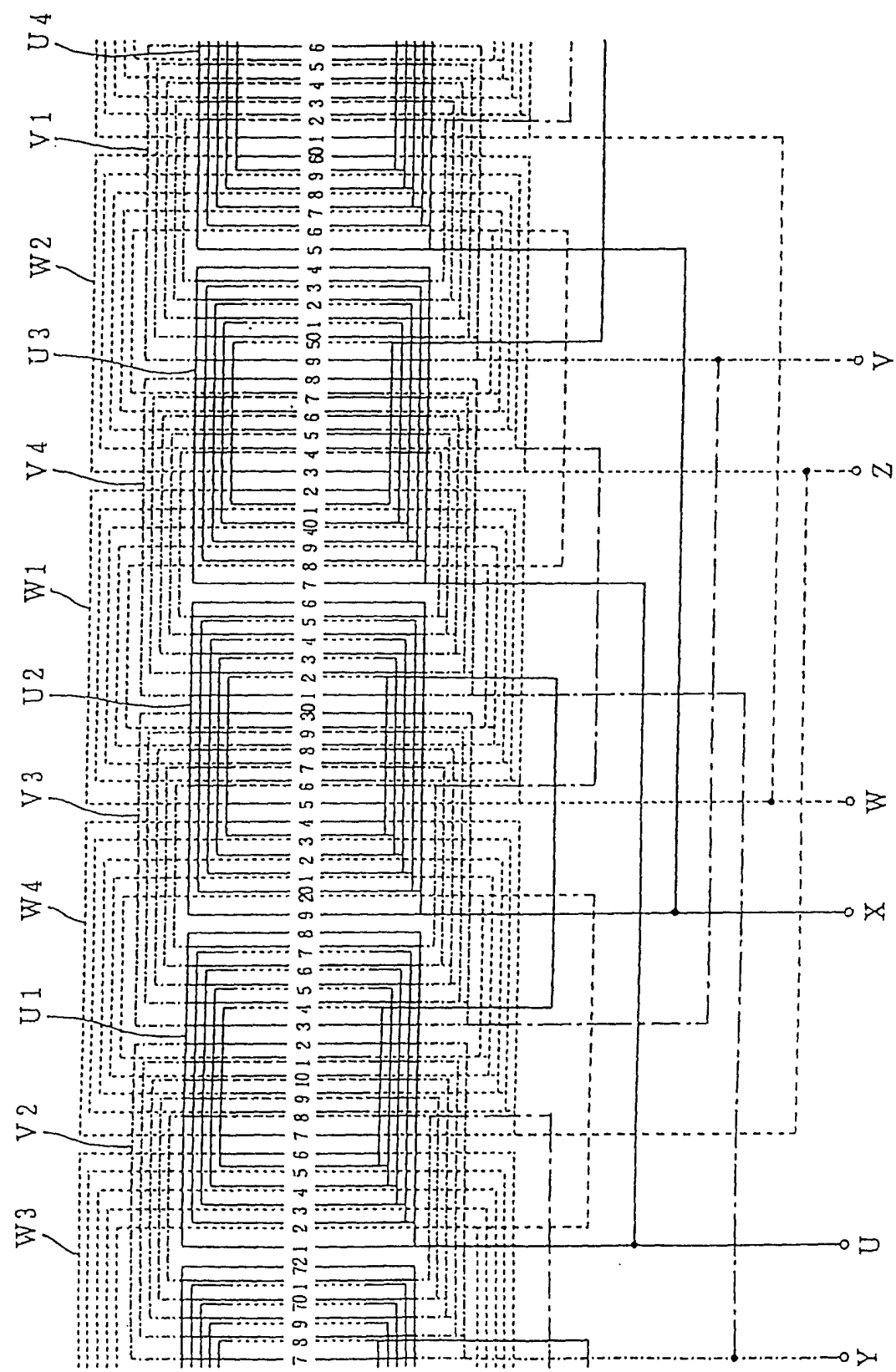


图 17

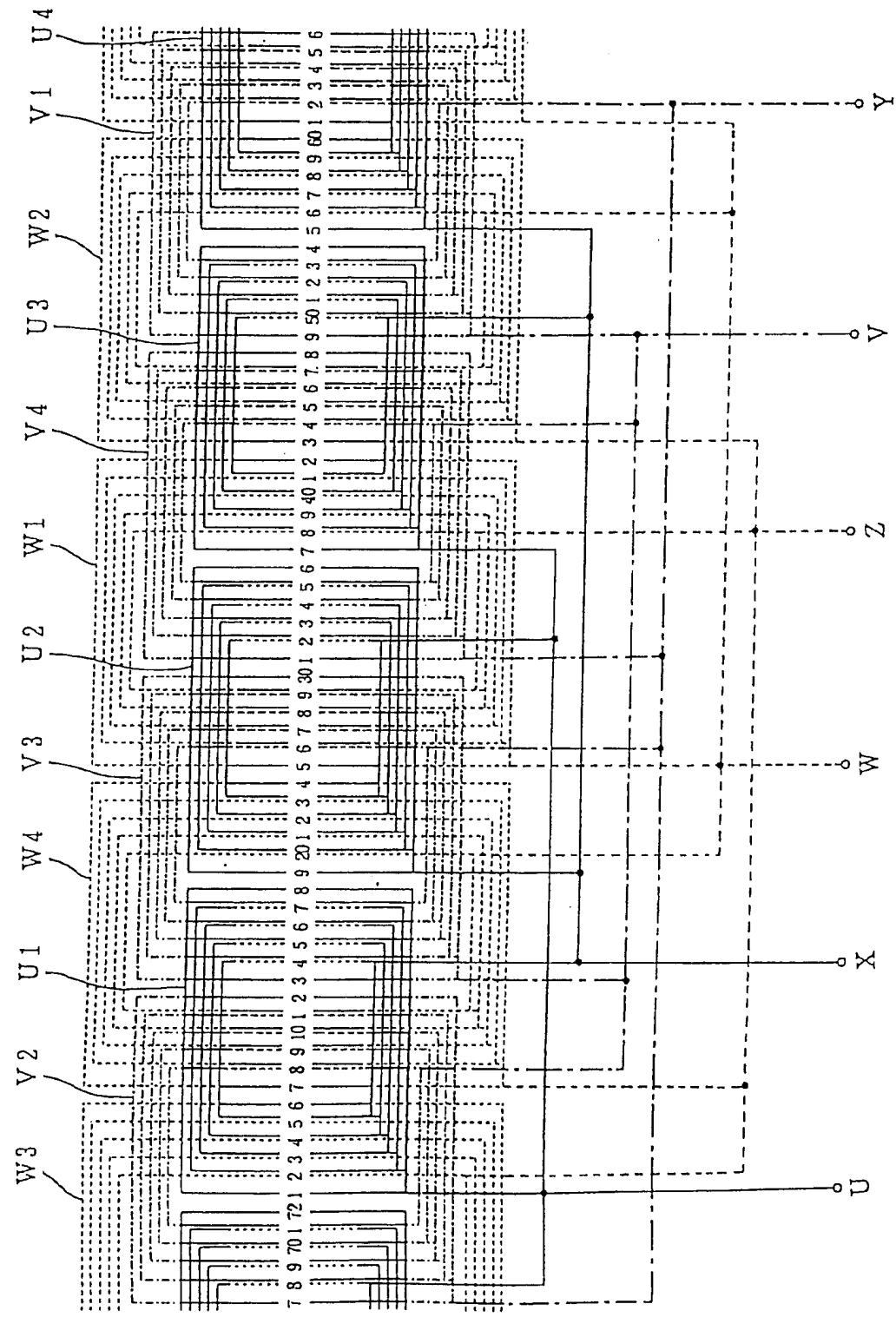


图 18

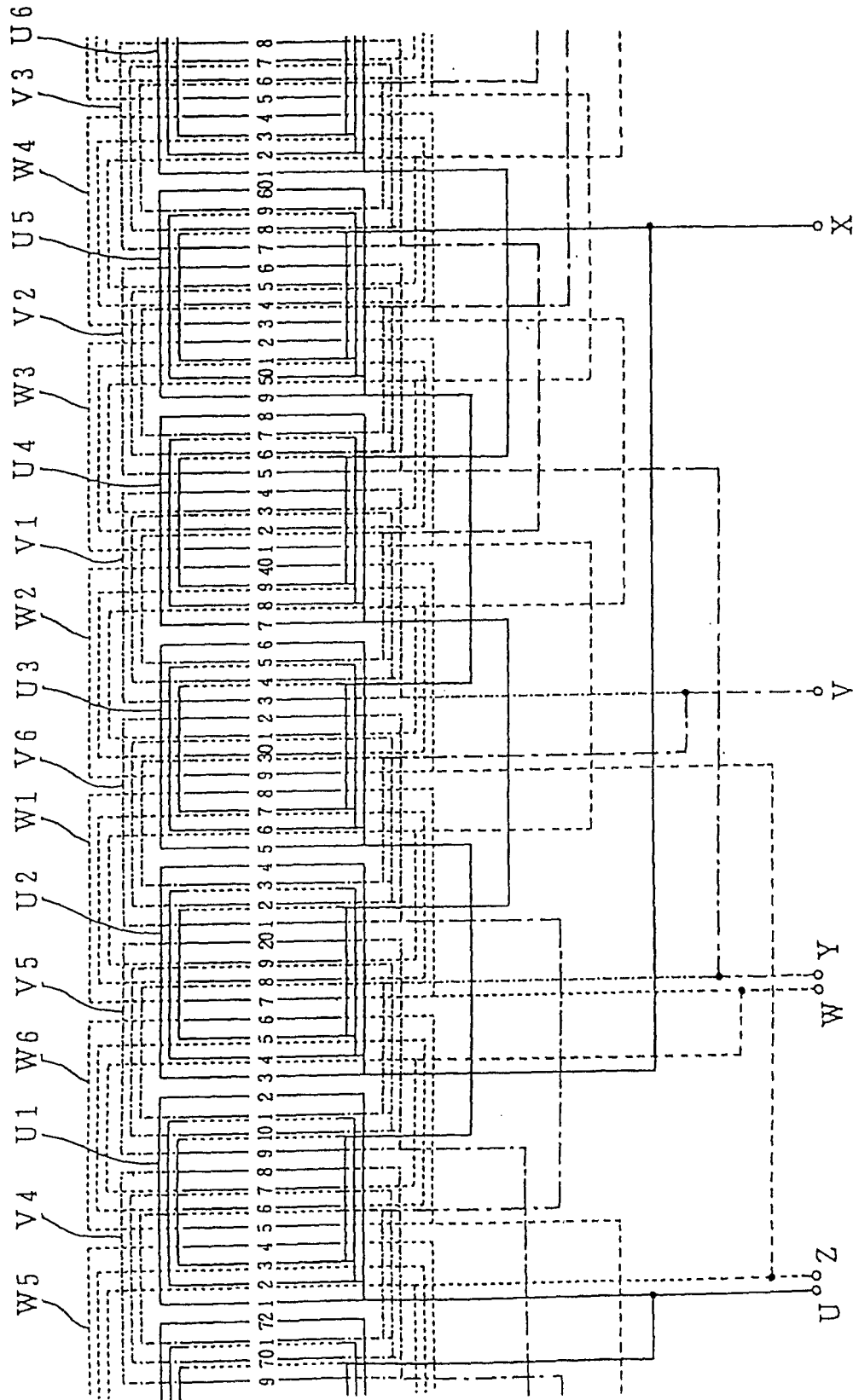


图 19

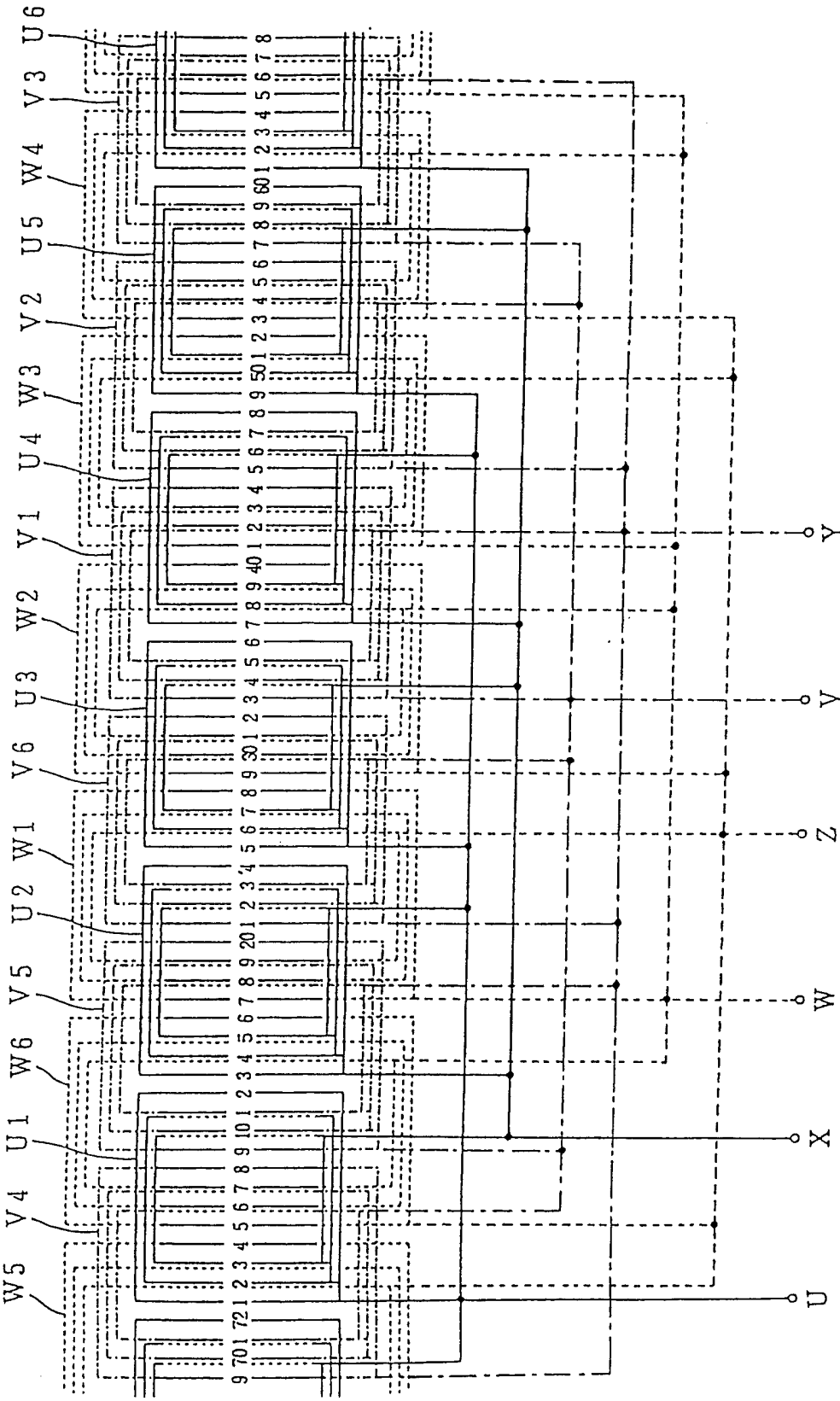


图 20

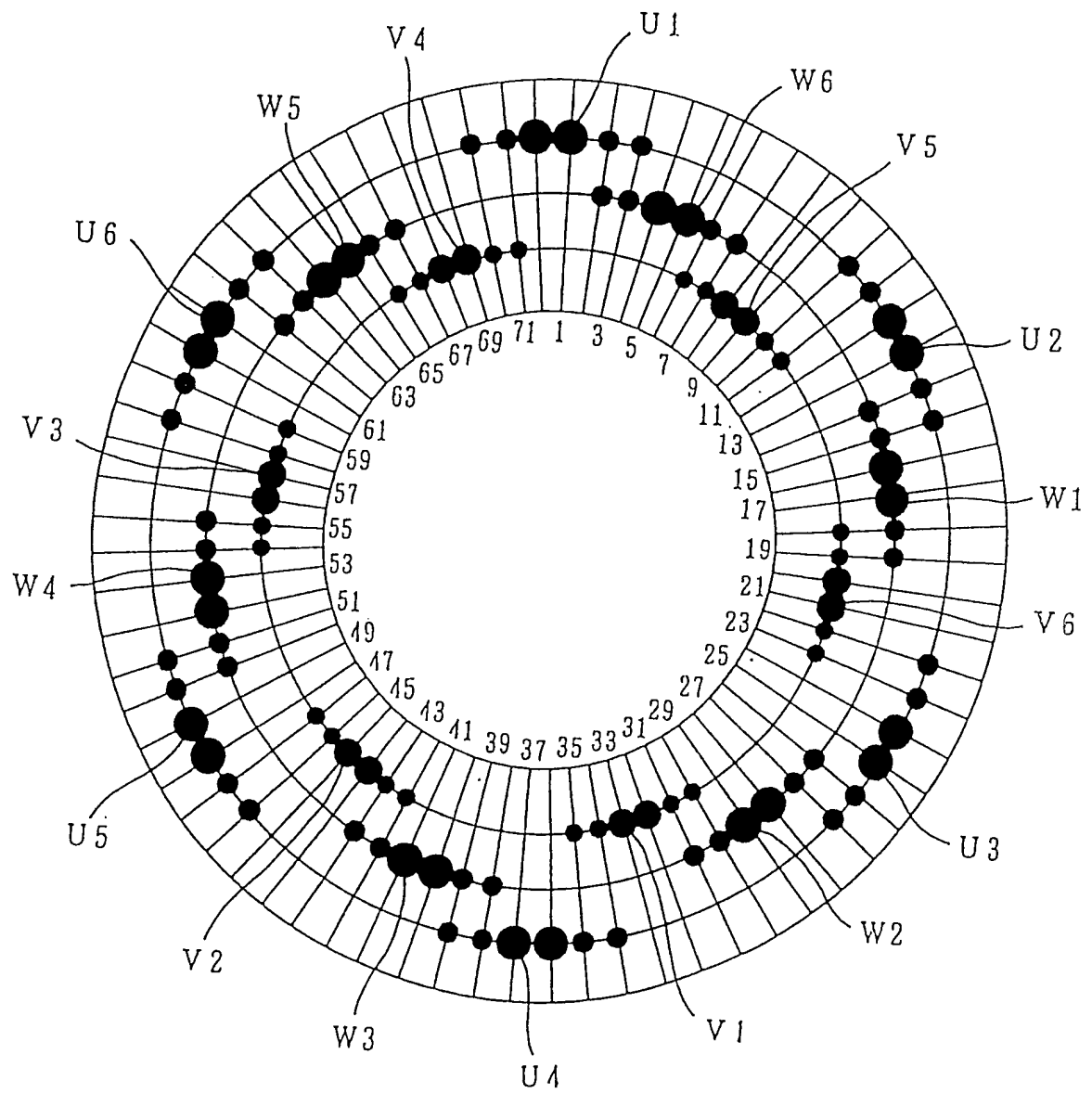


图 21

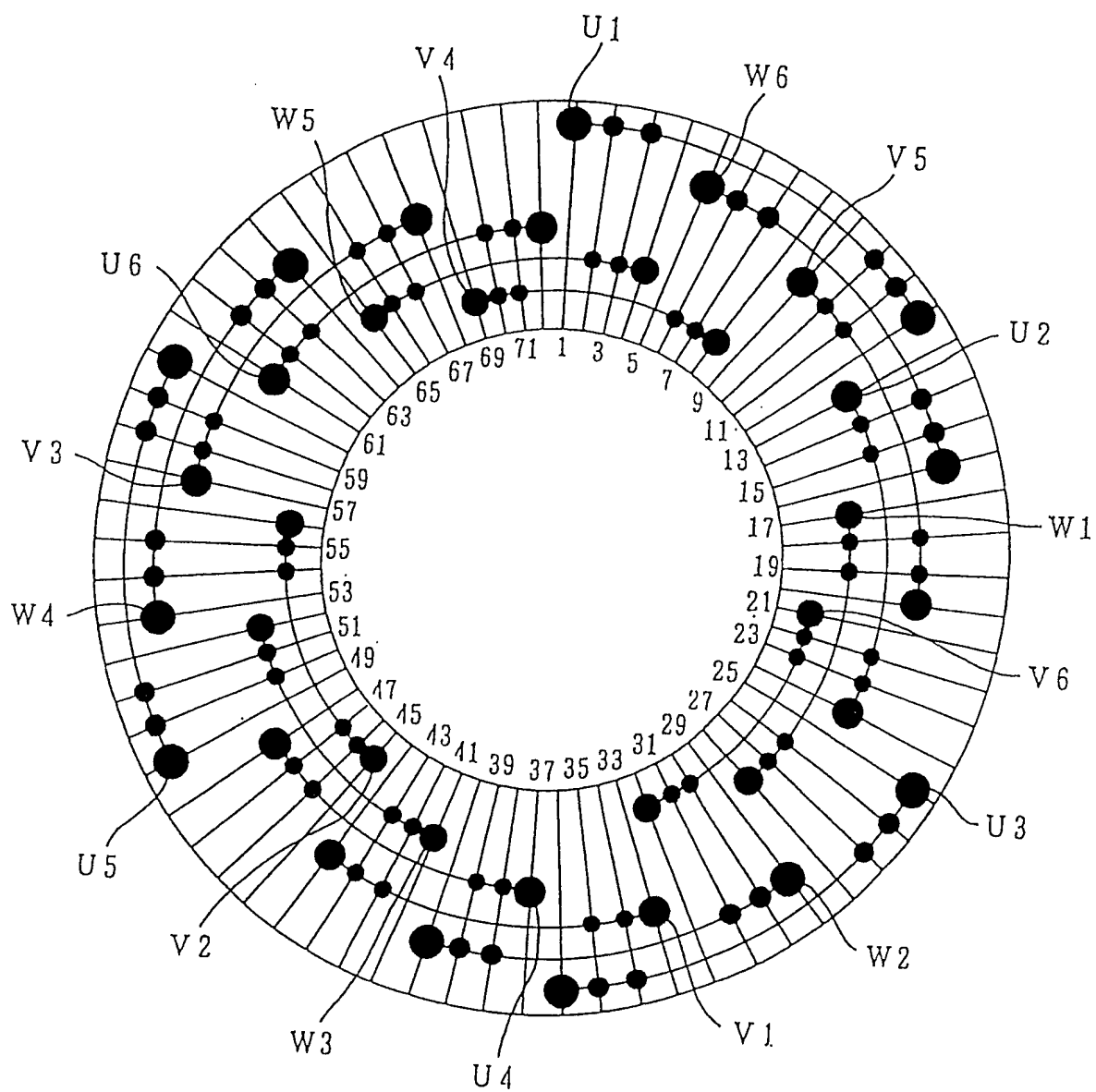


图 22

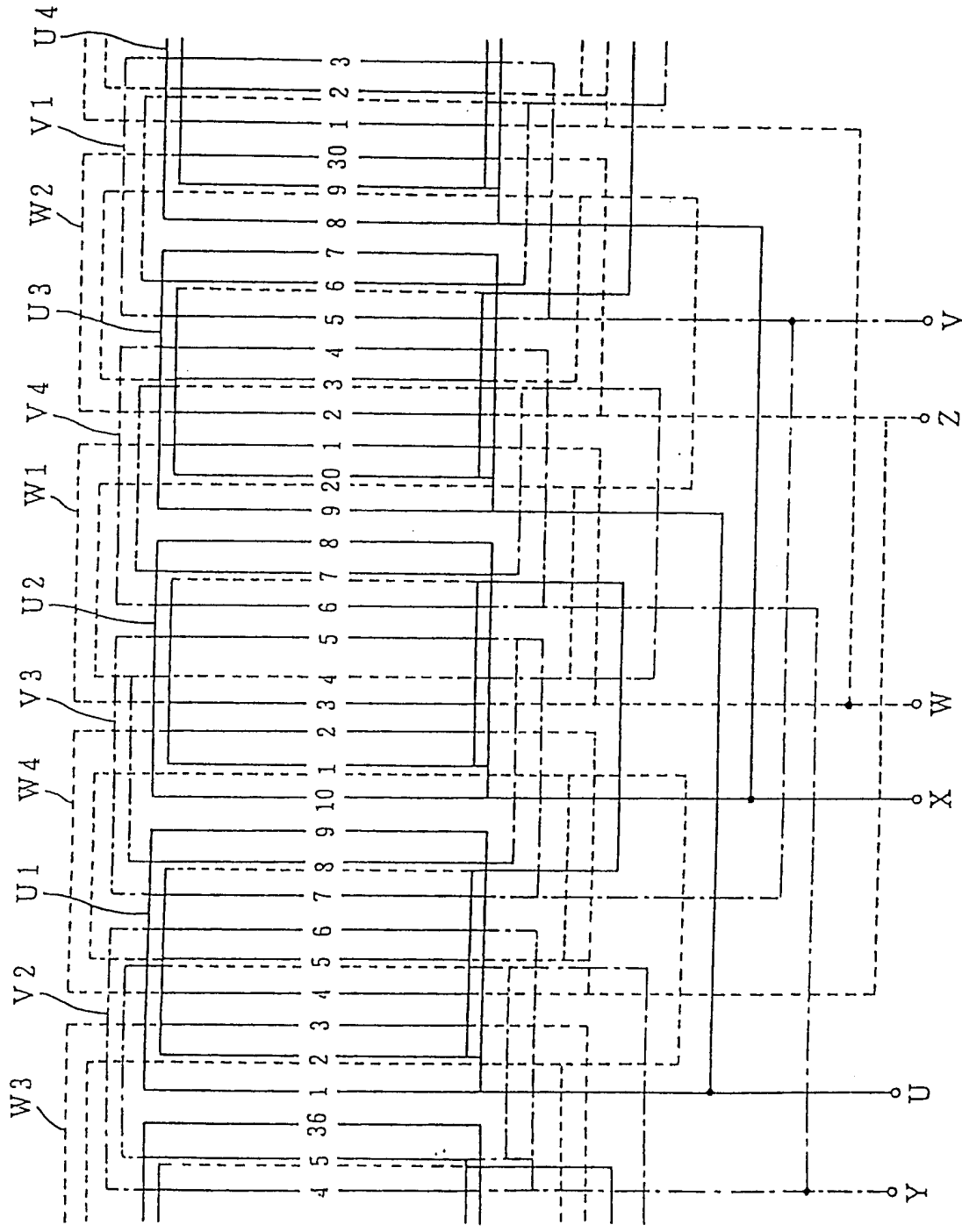


图 23

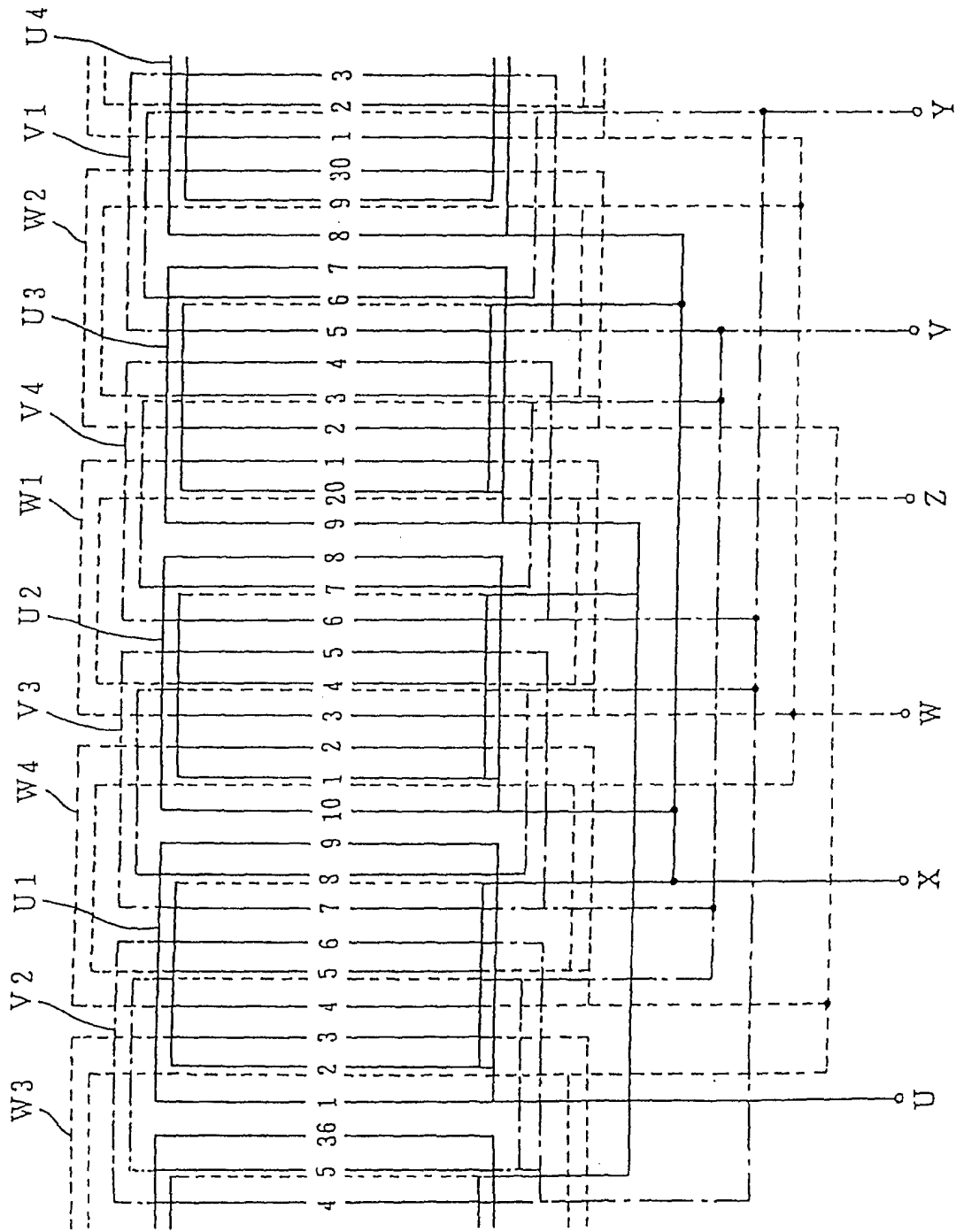


图 24

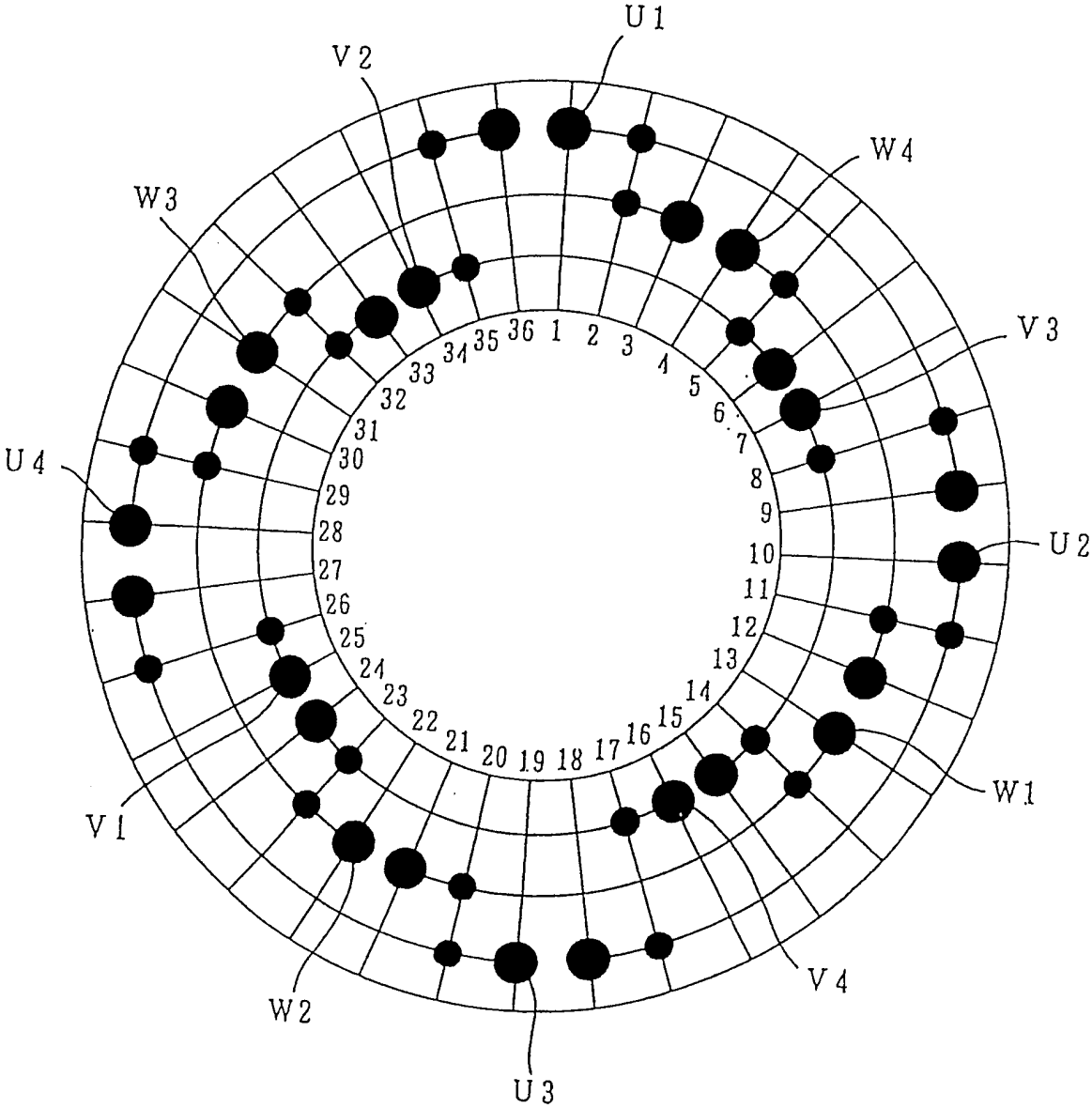


图 25

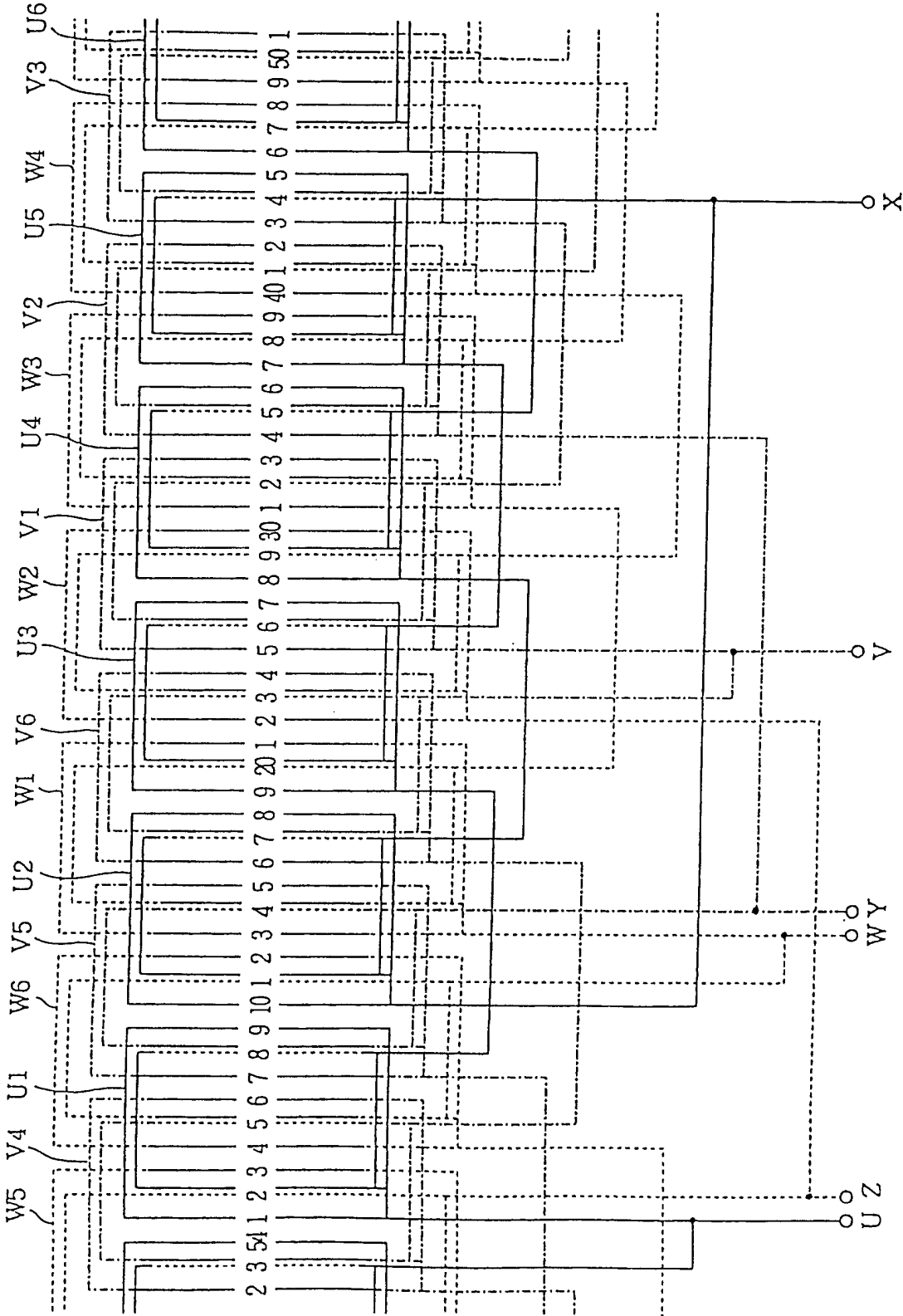


图 26

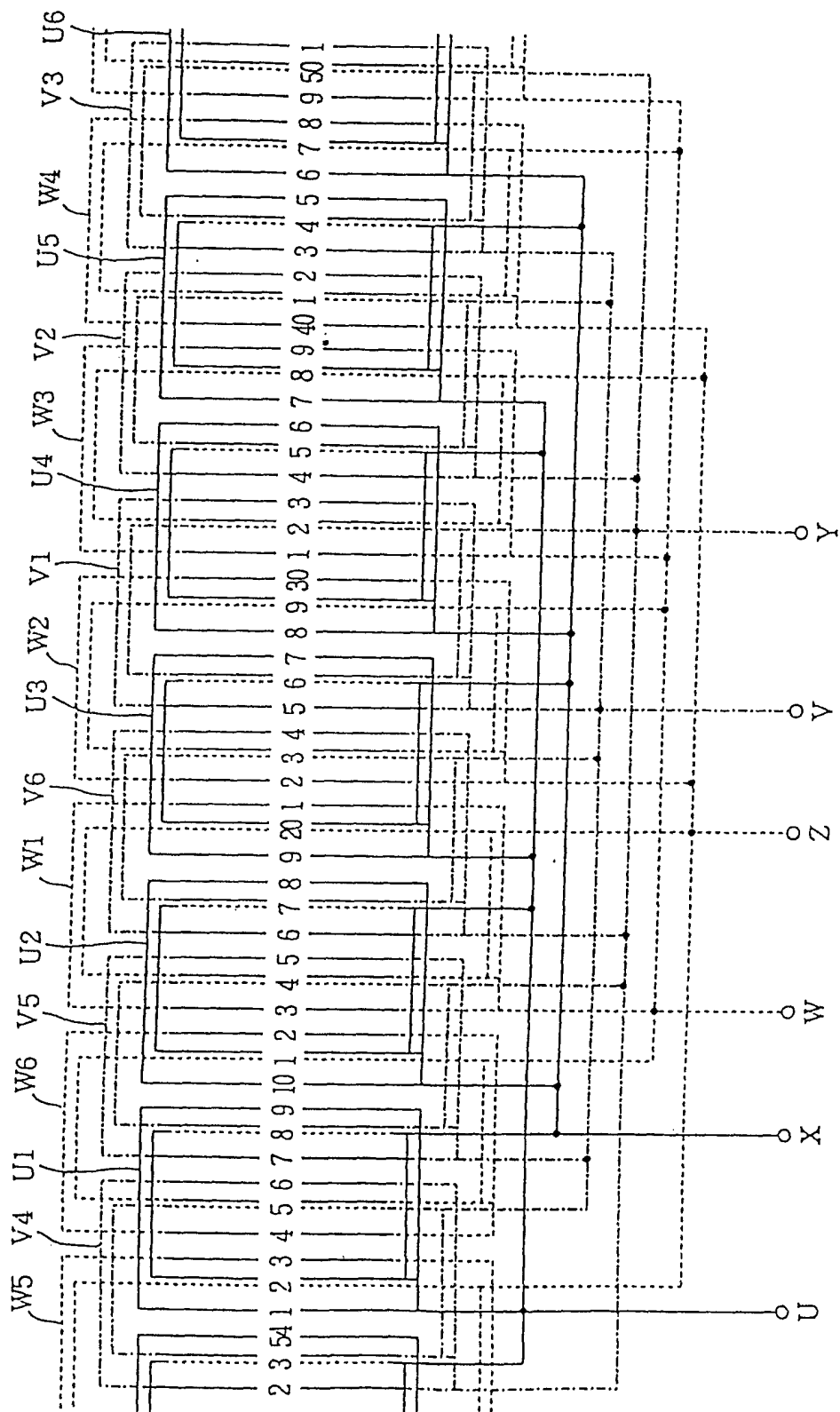


图 27

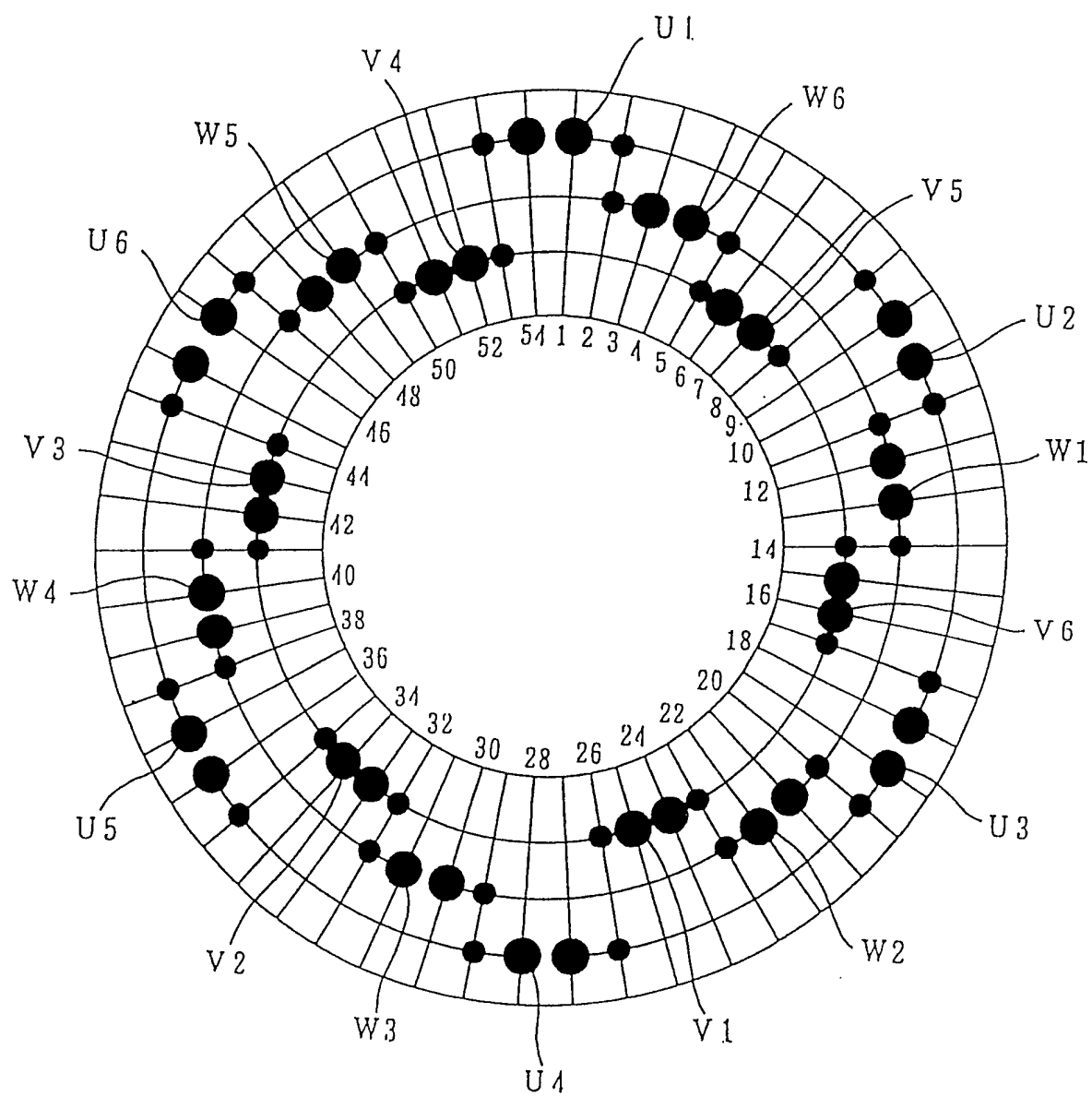


图 28

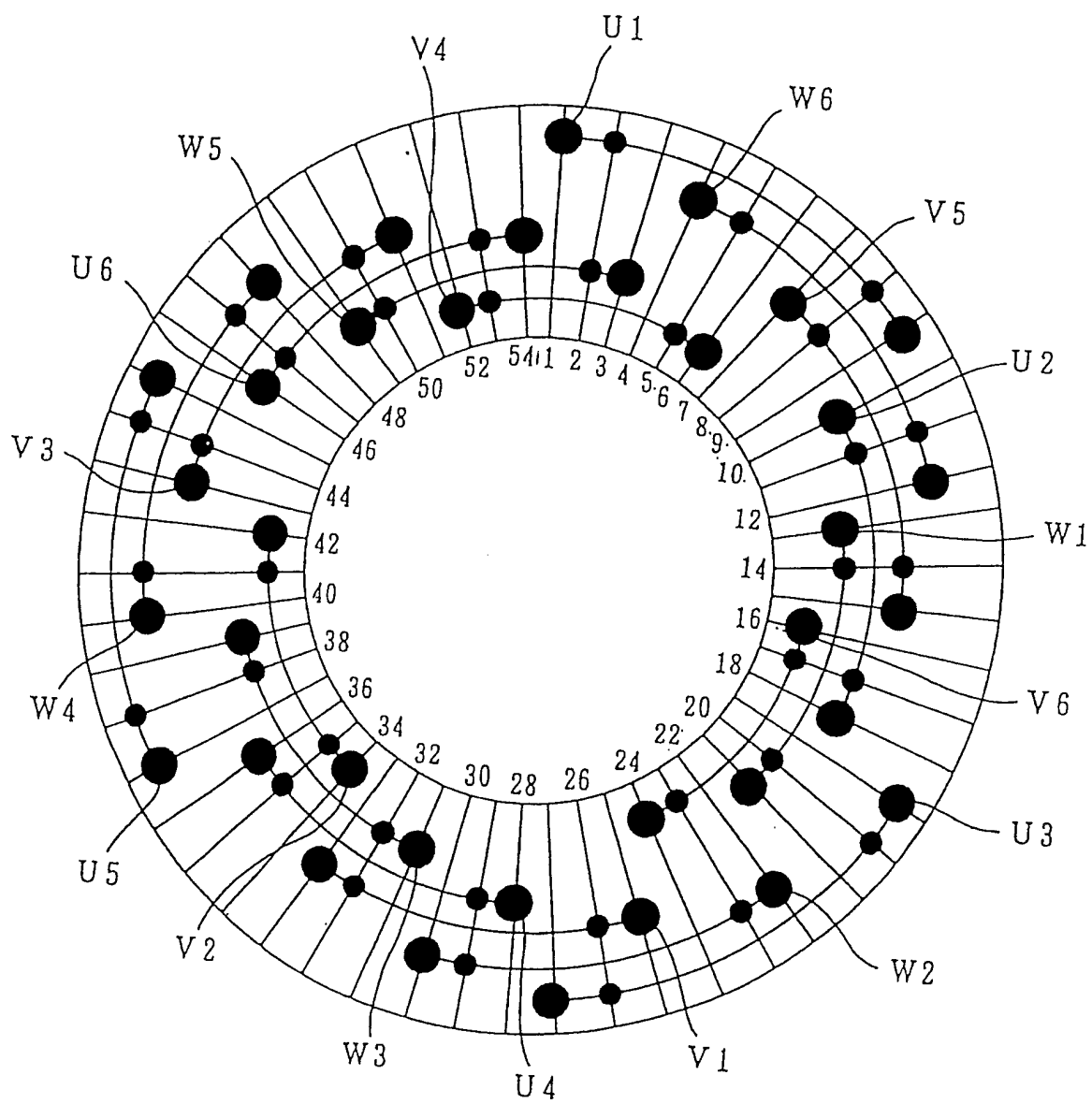


图 29

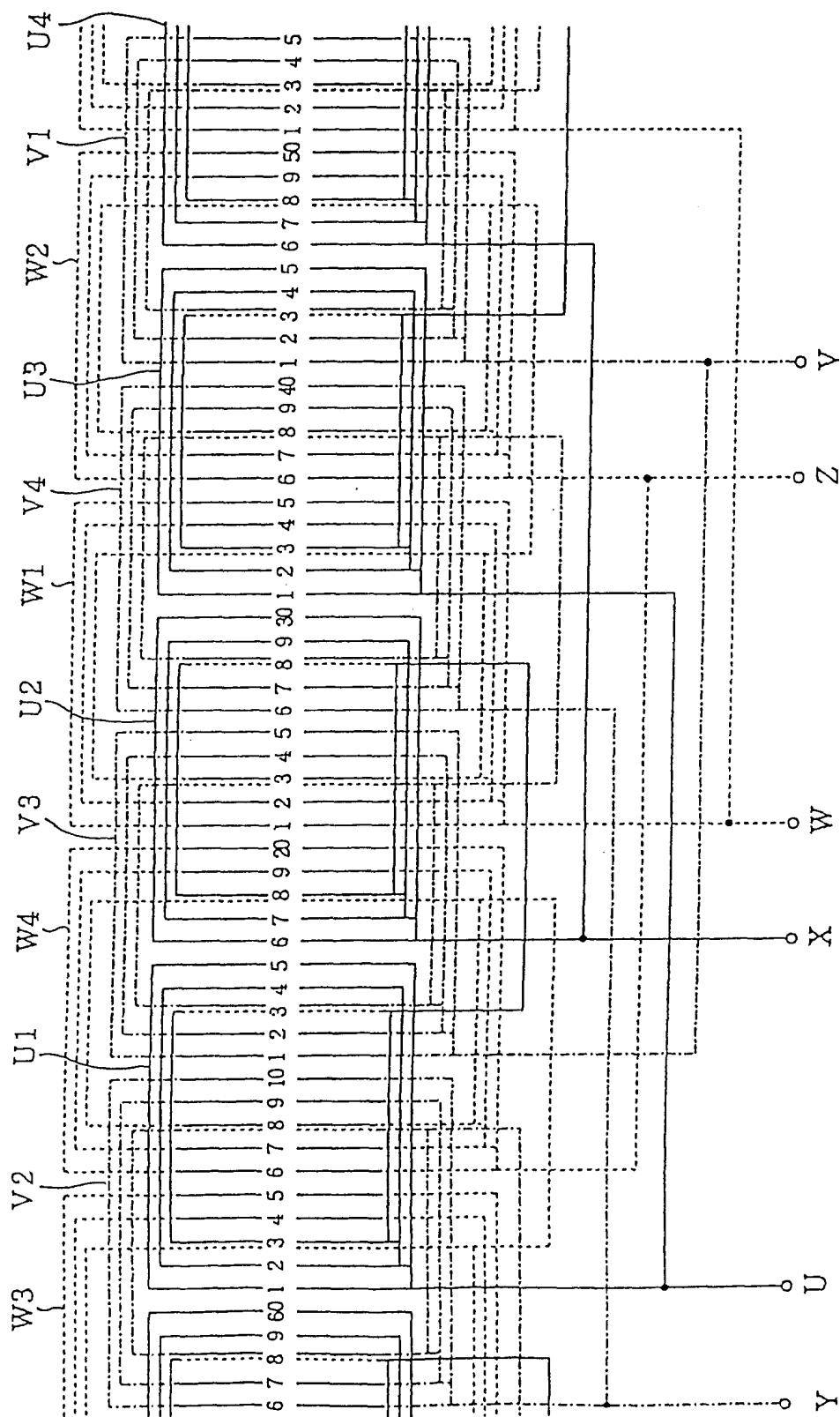


图 30

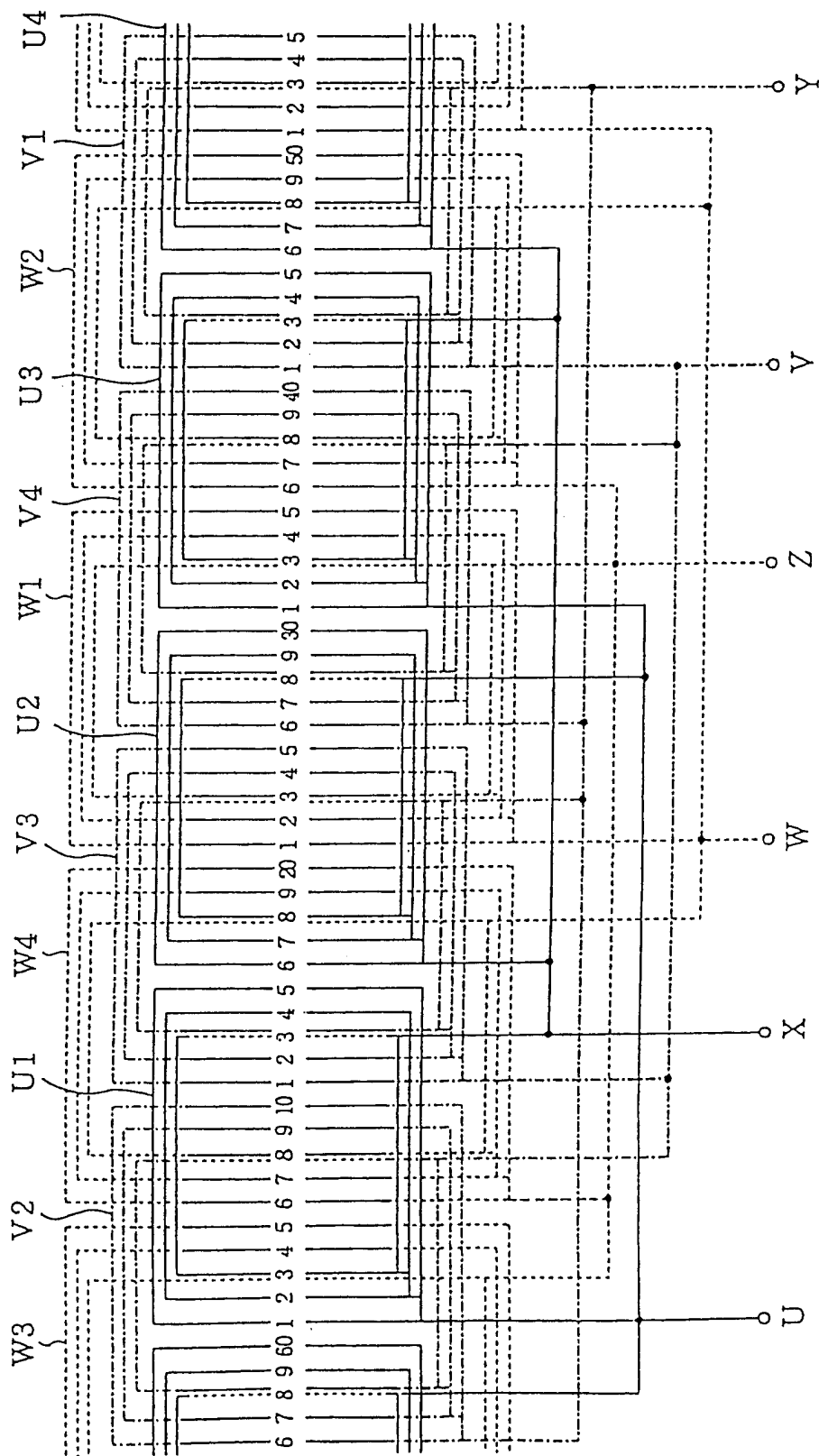


图 31

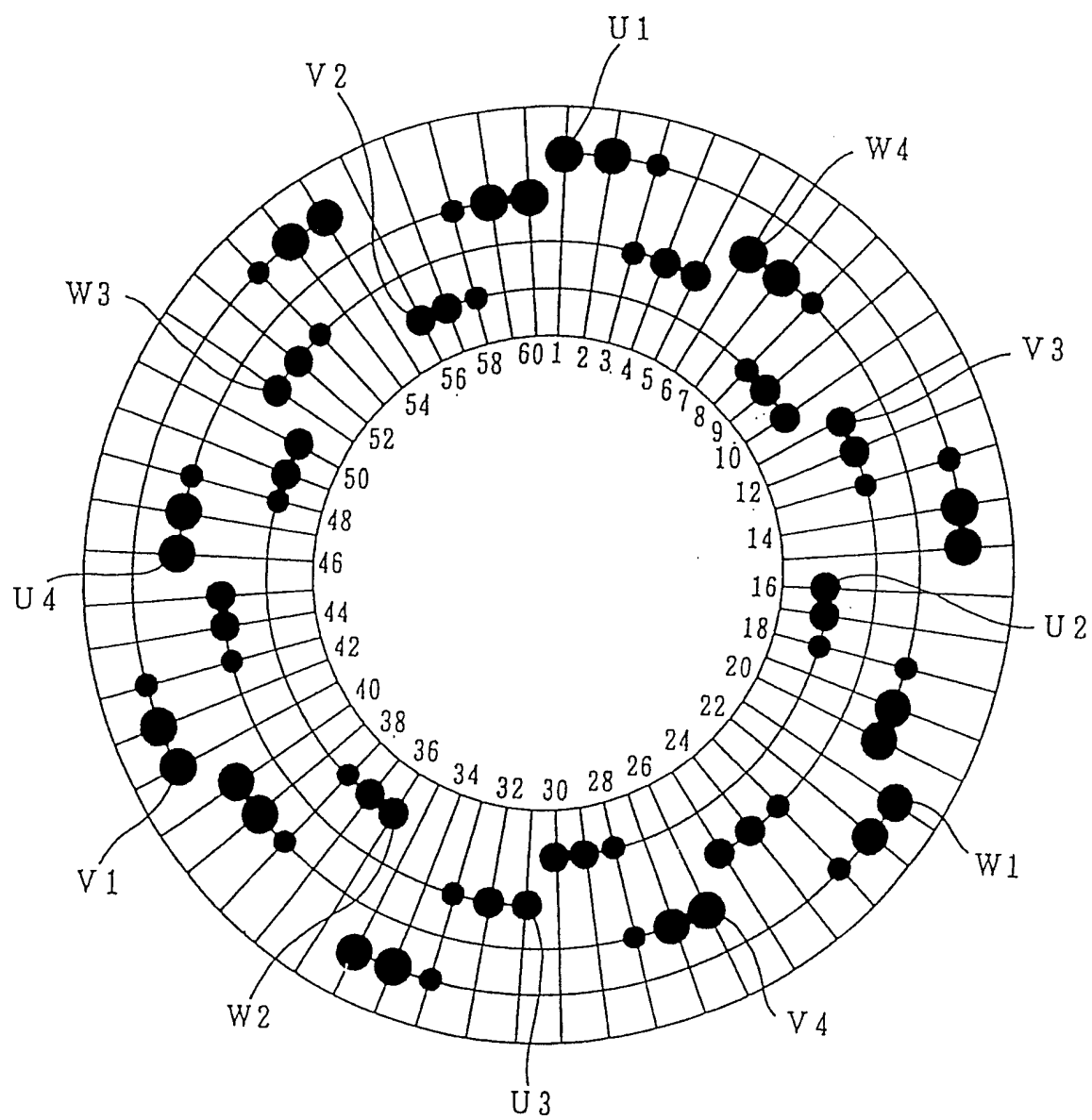


图 32

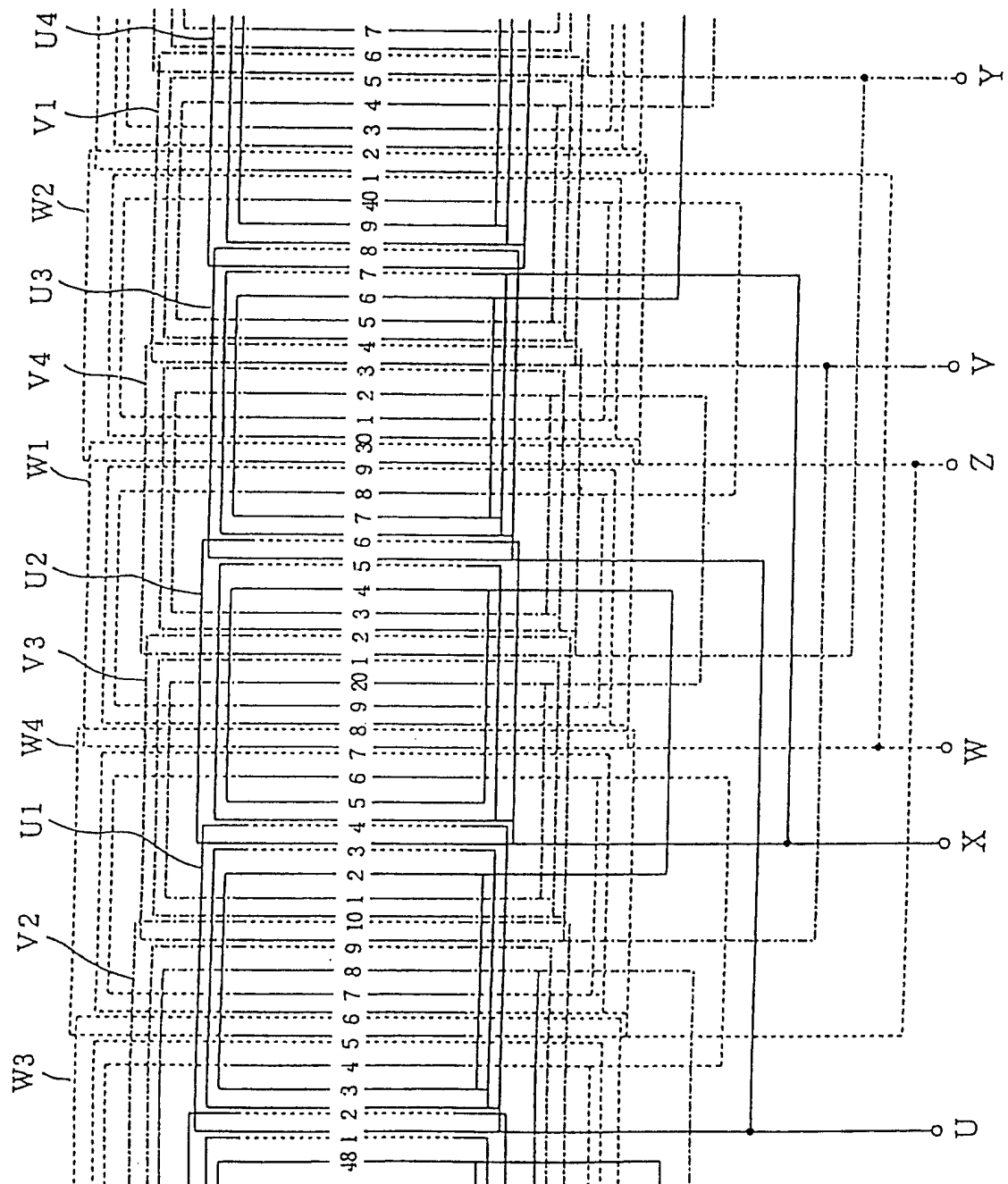


图 33

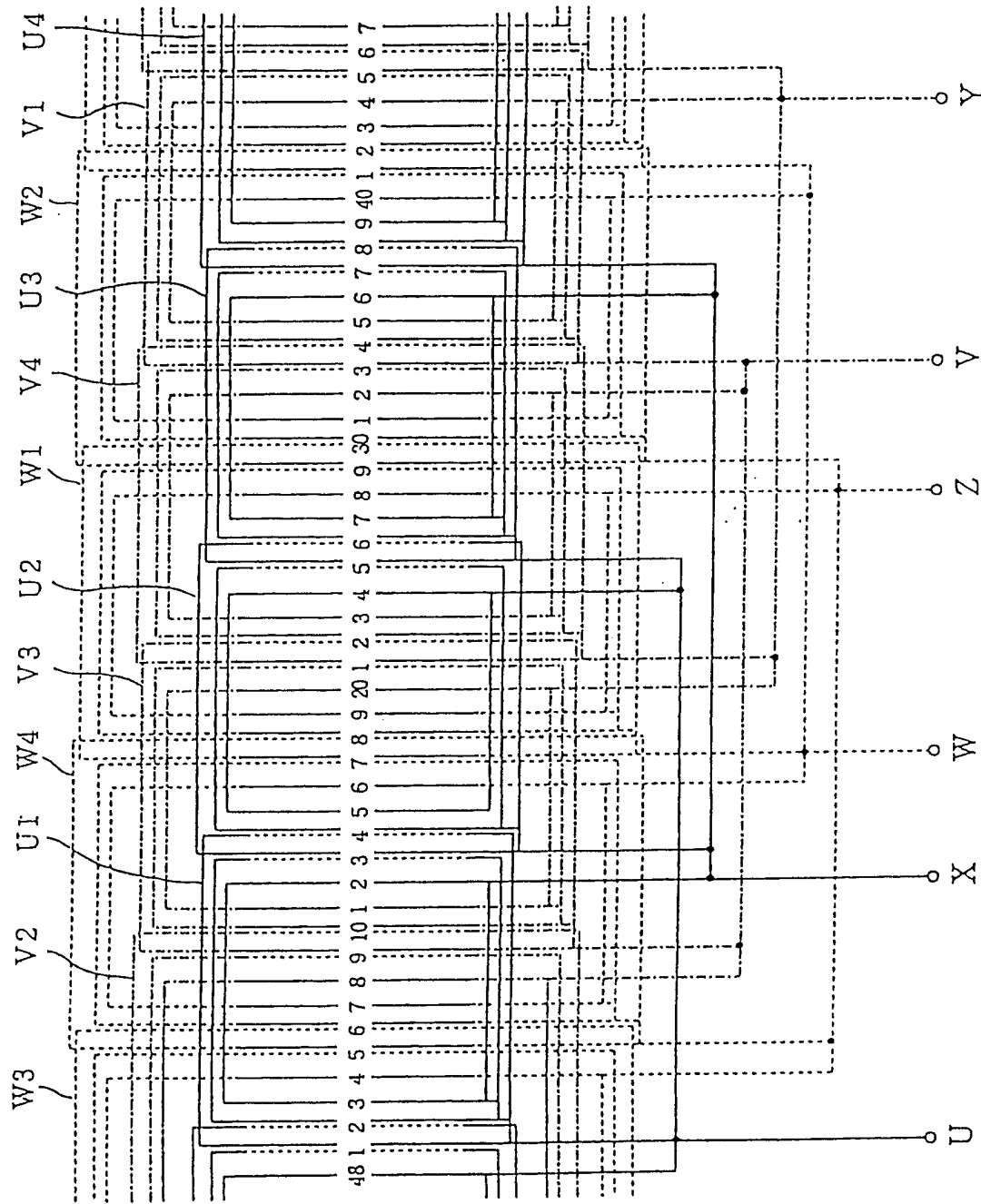


图 34

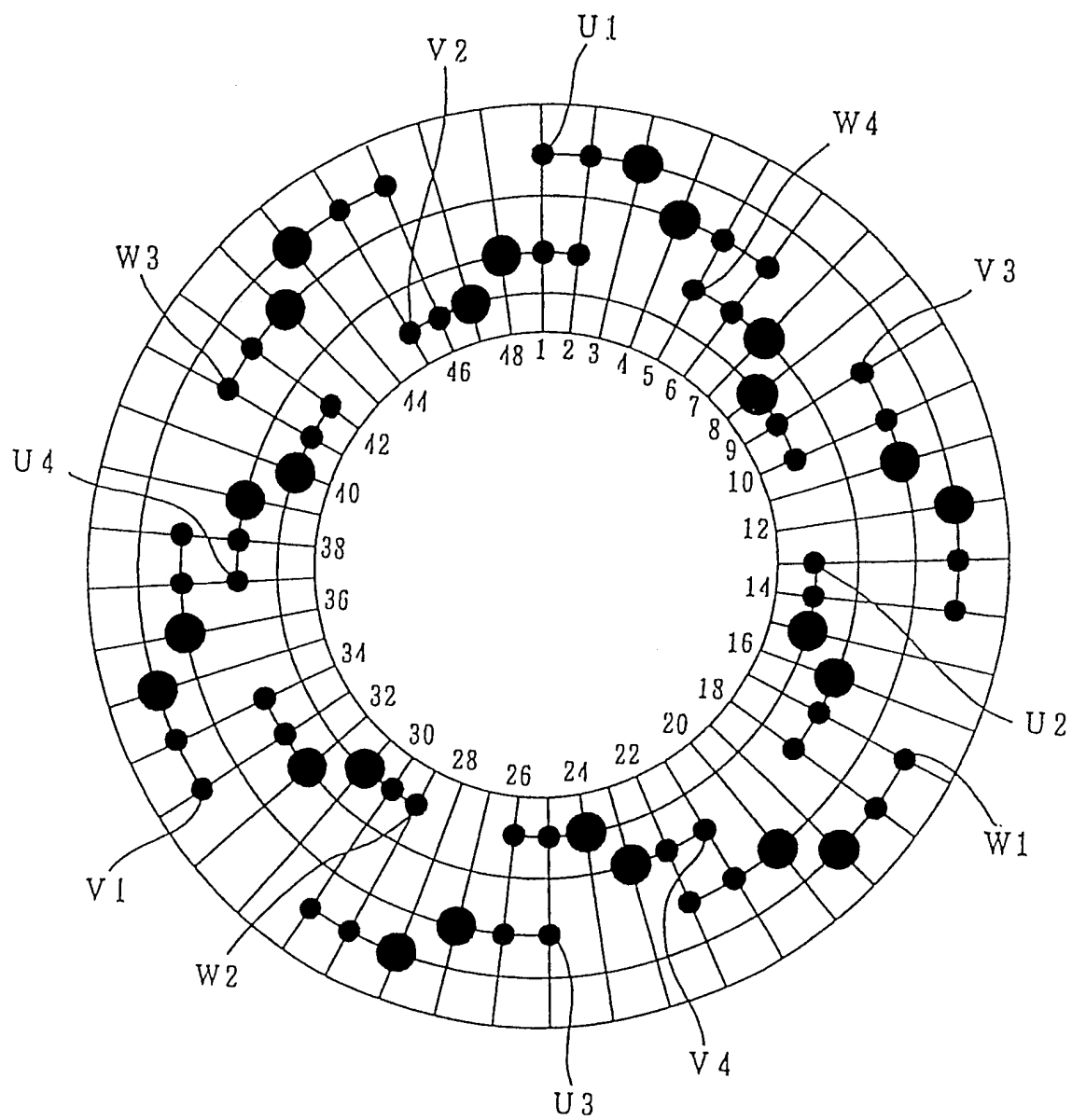


图 35

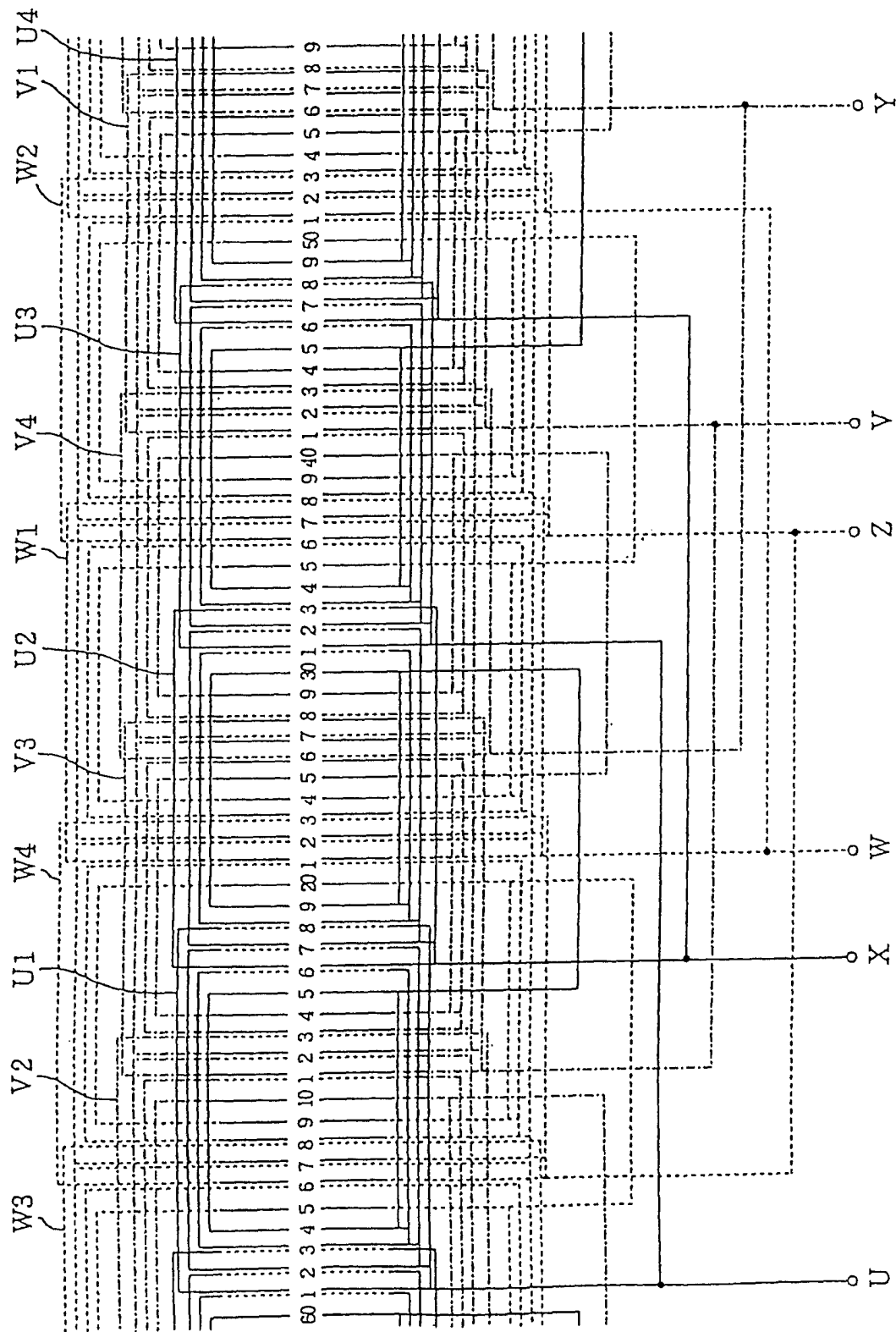


图 36

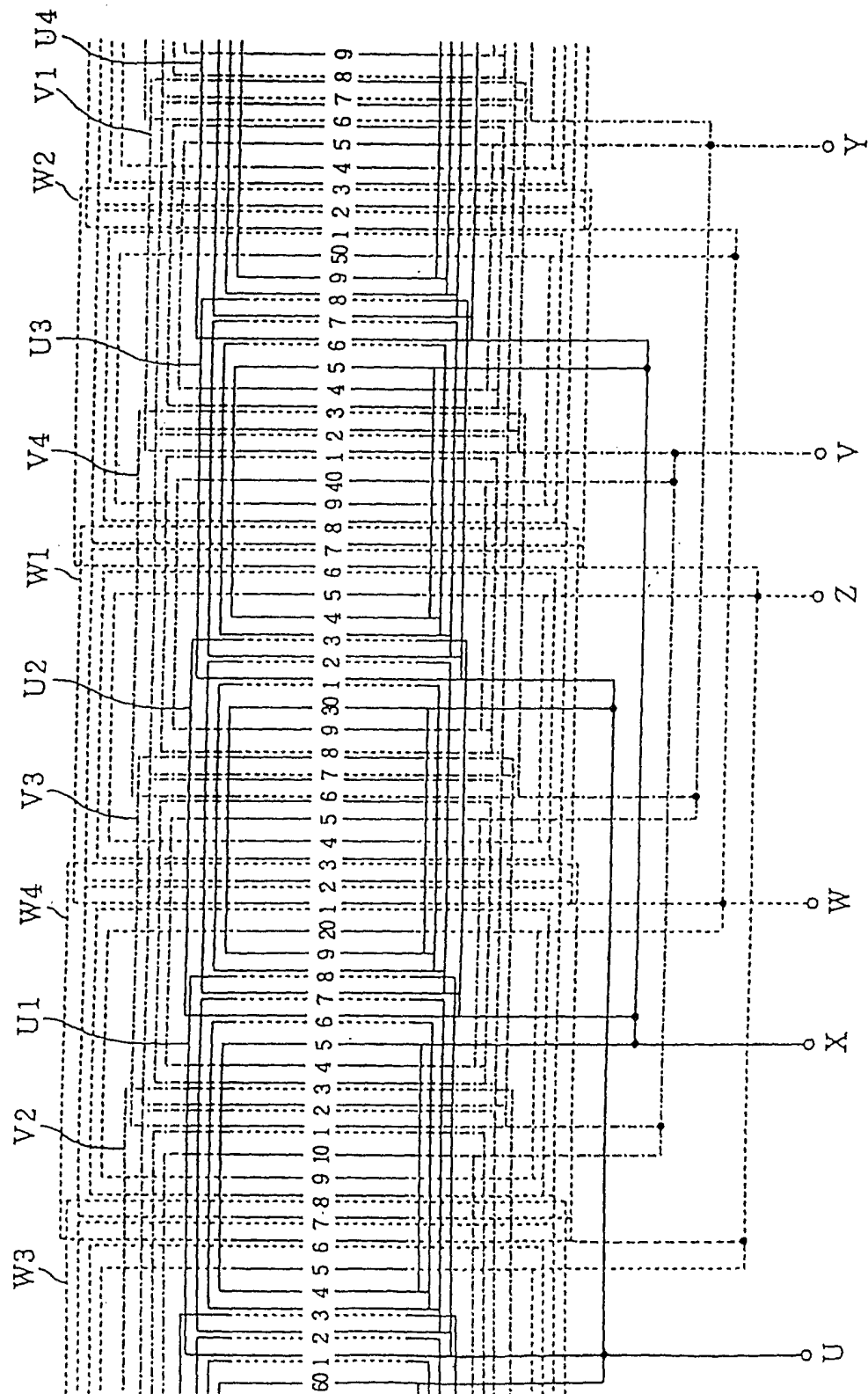


图 37

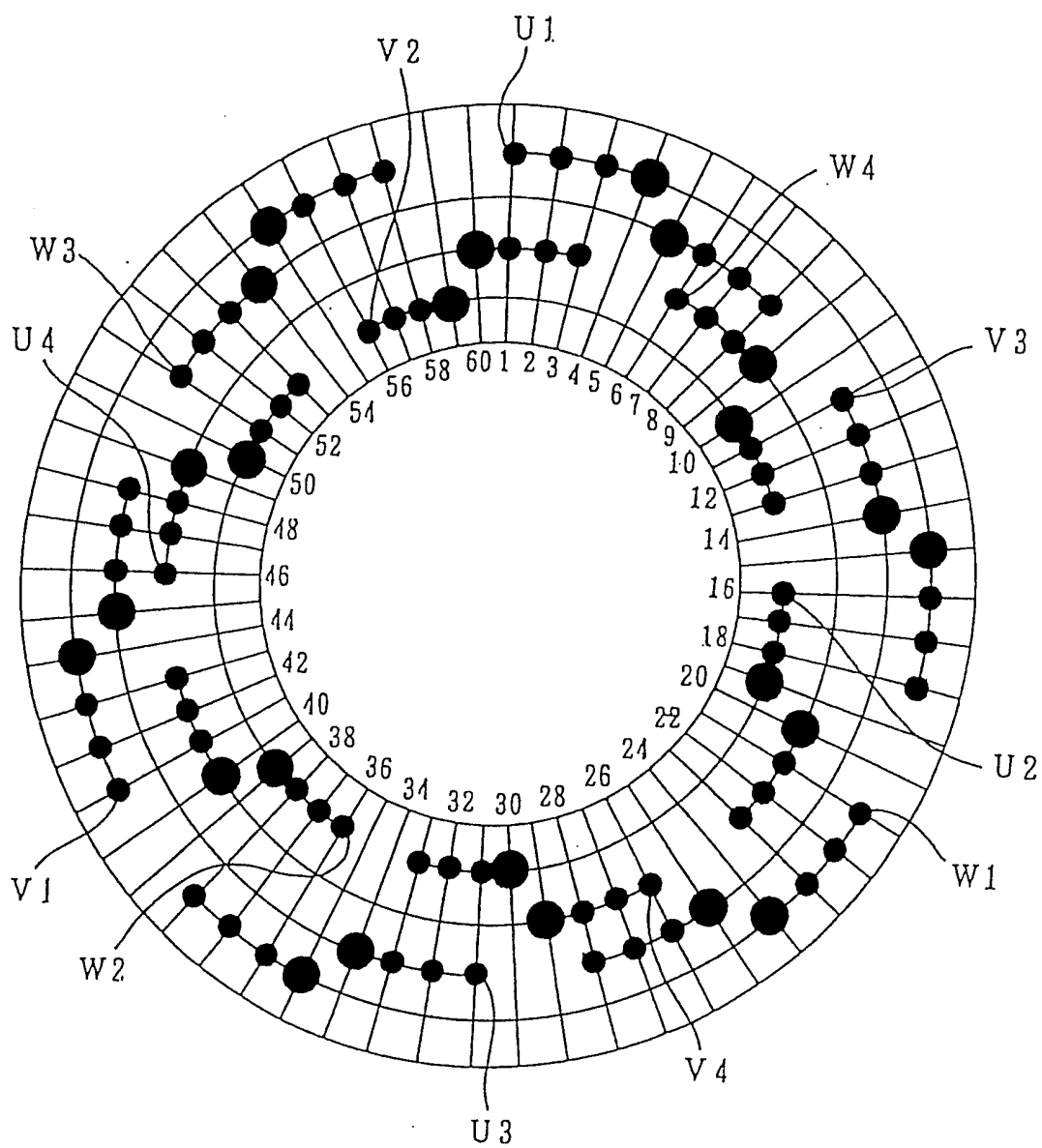


图 38

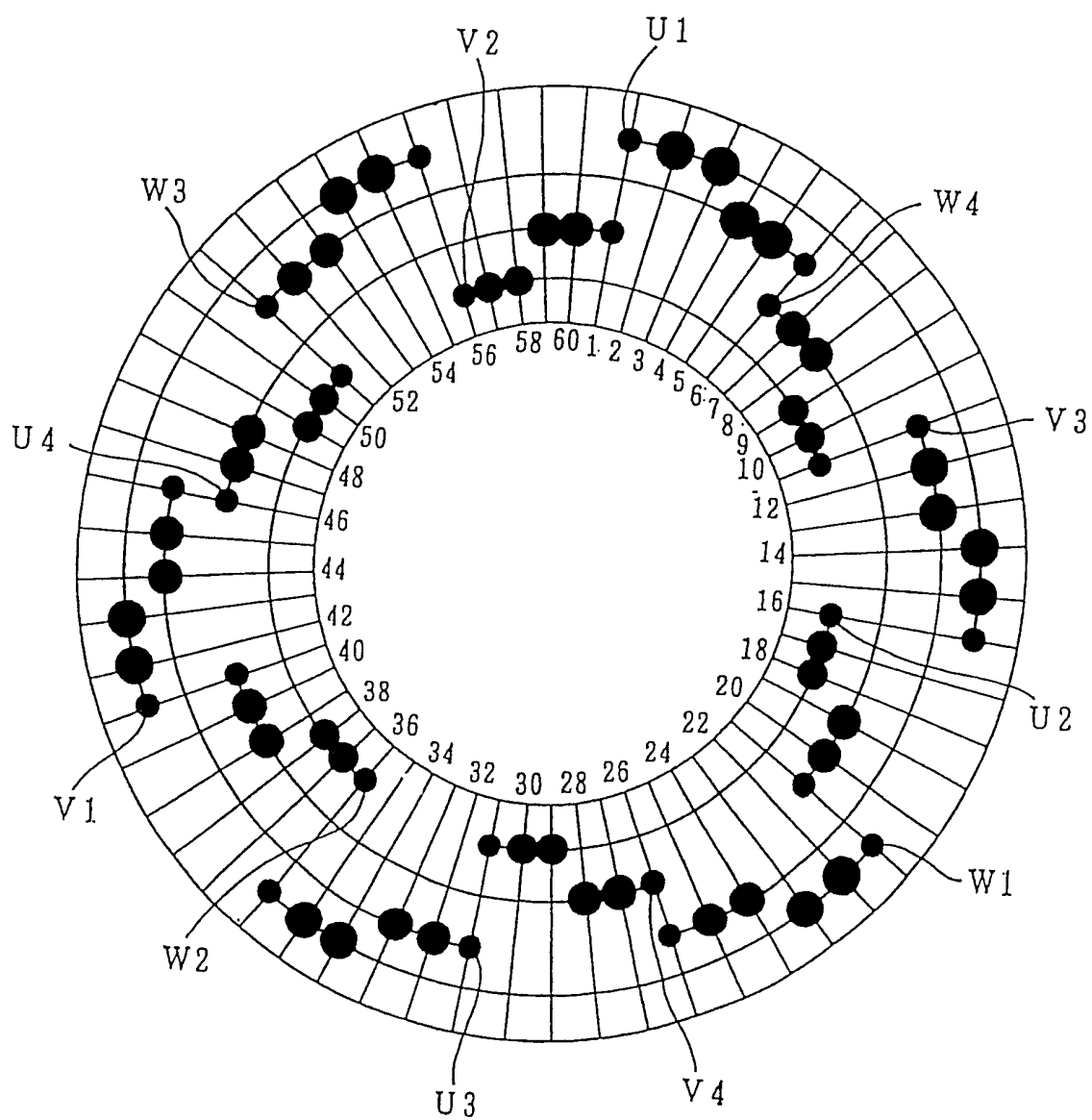


图 39

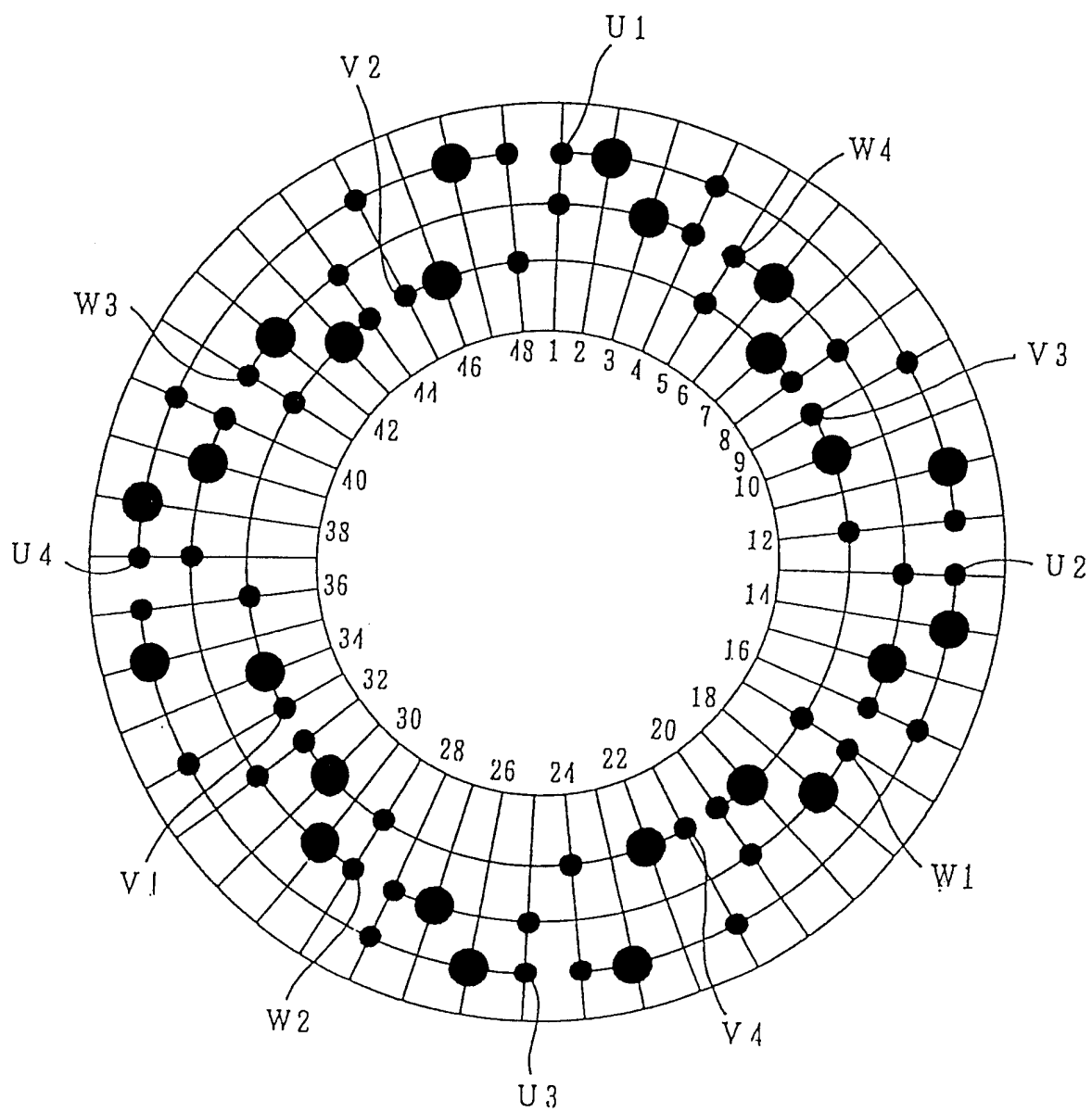


图 40

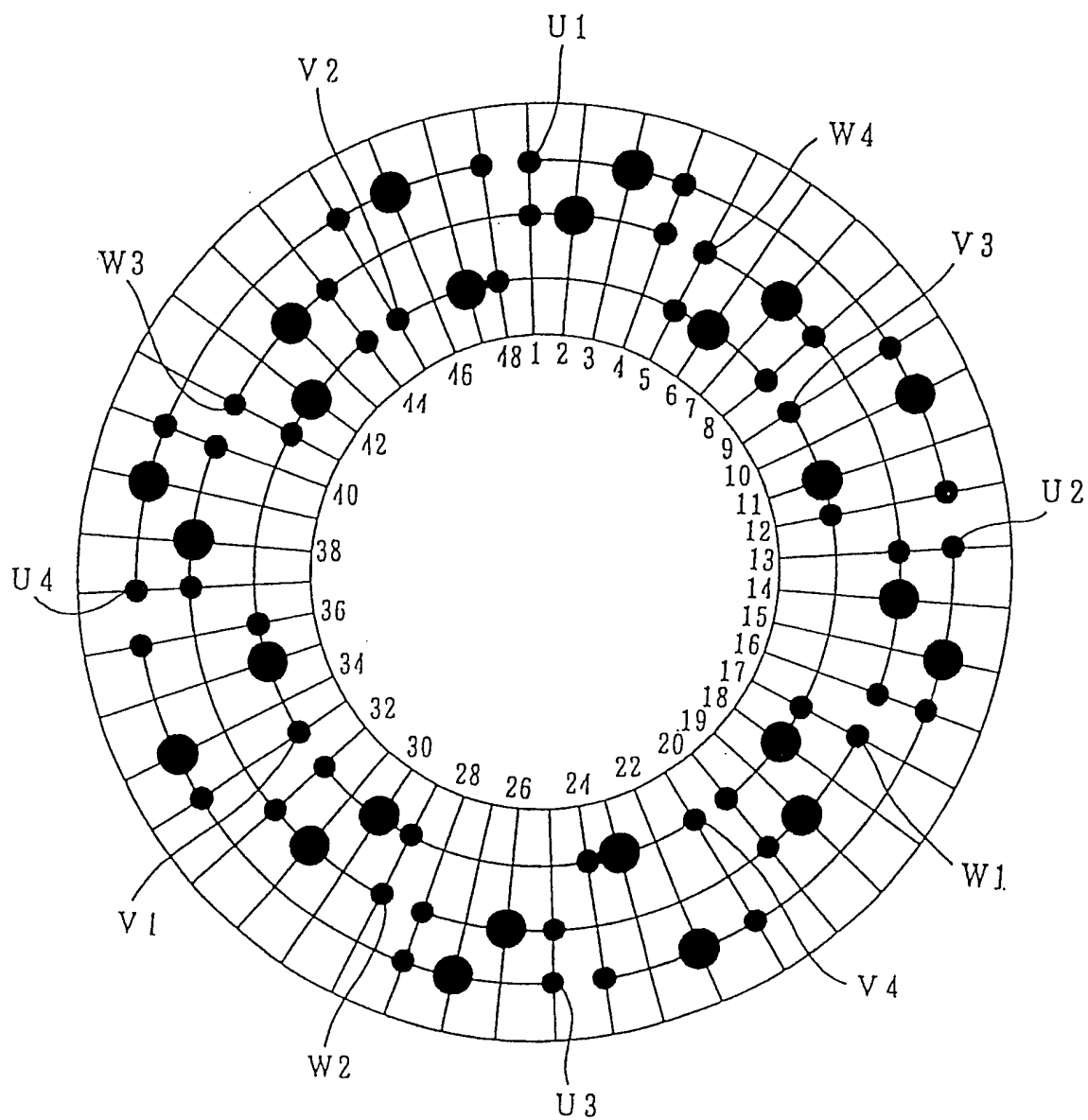


图 41

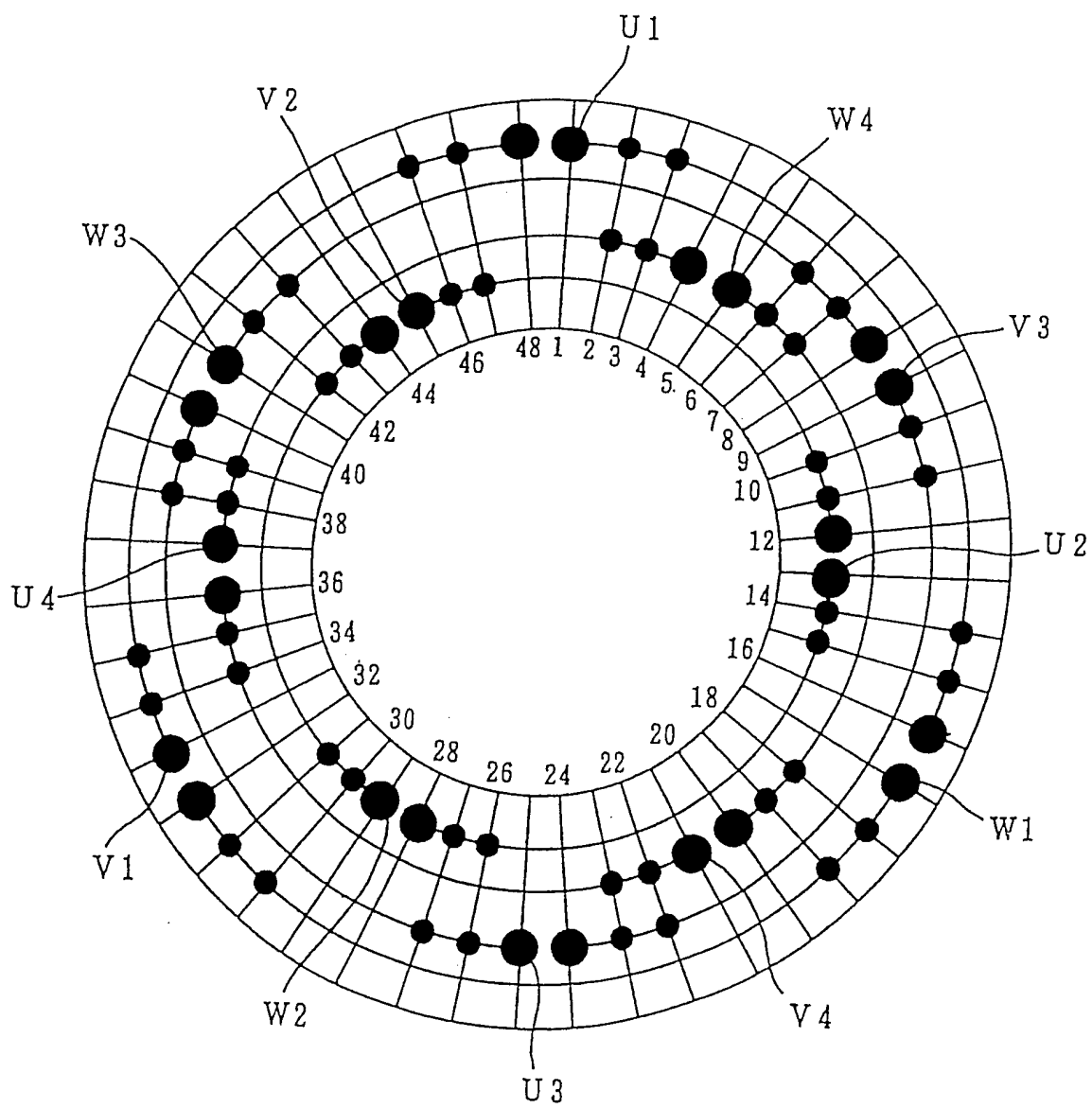


图 42

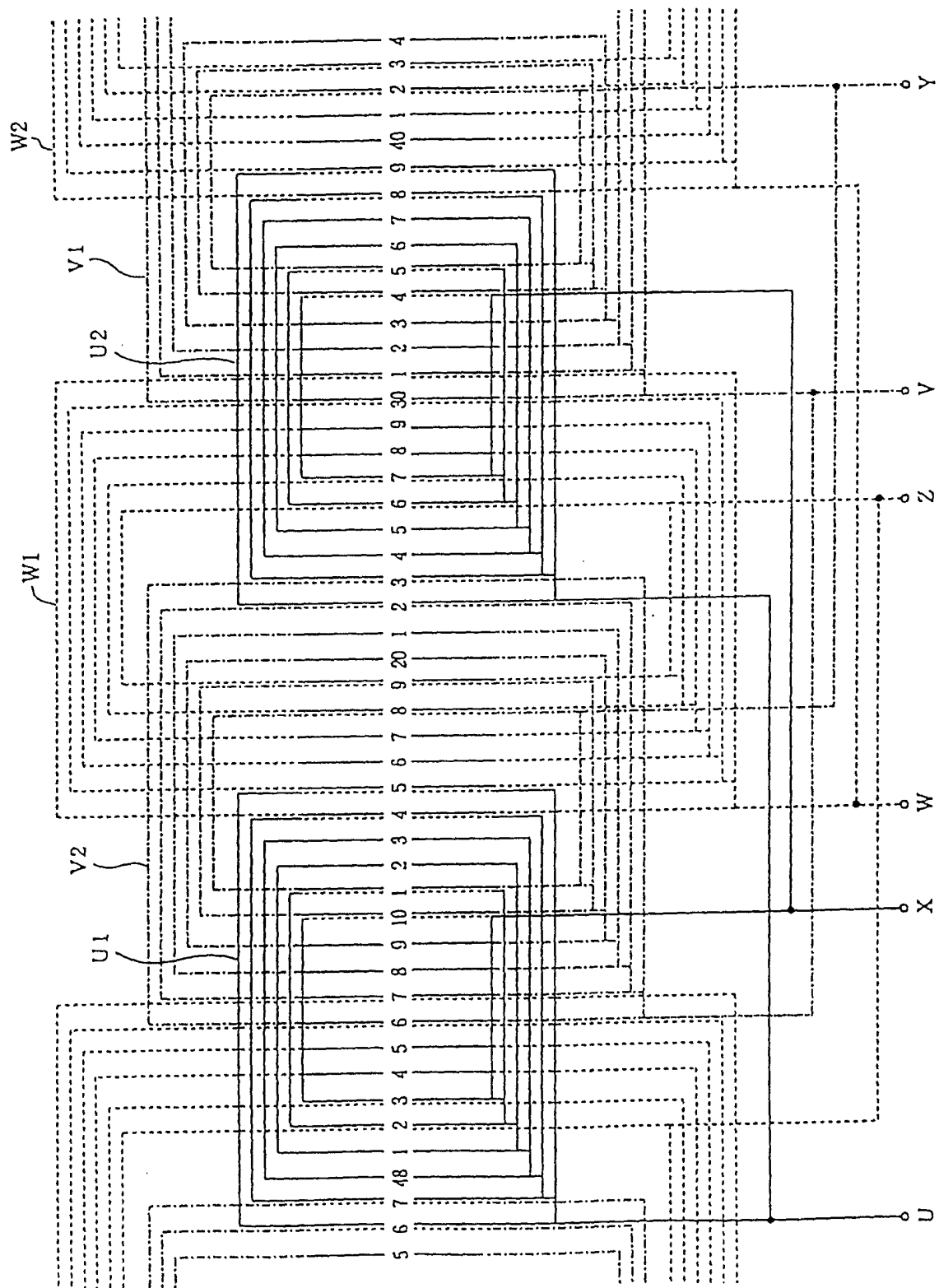


图 43

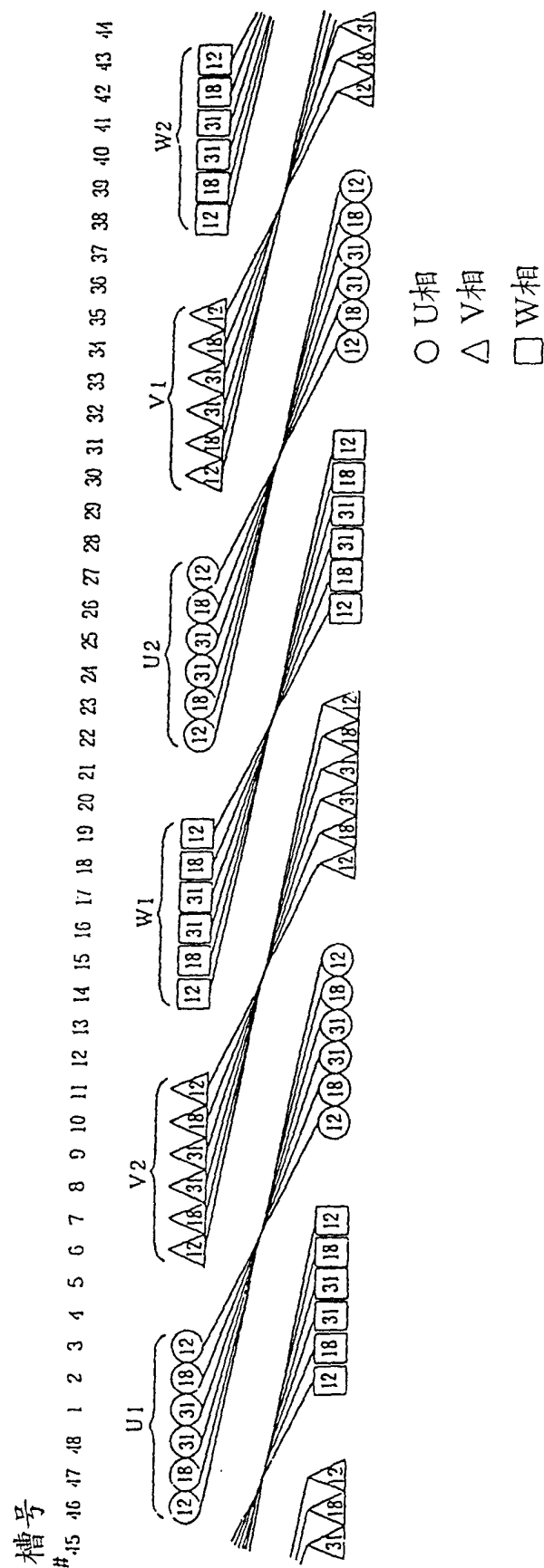
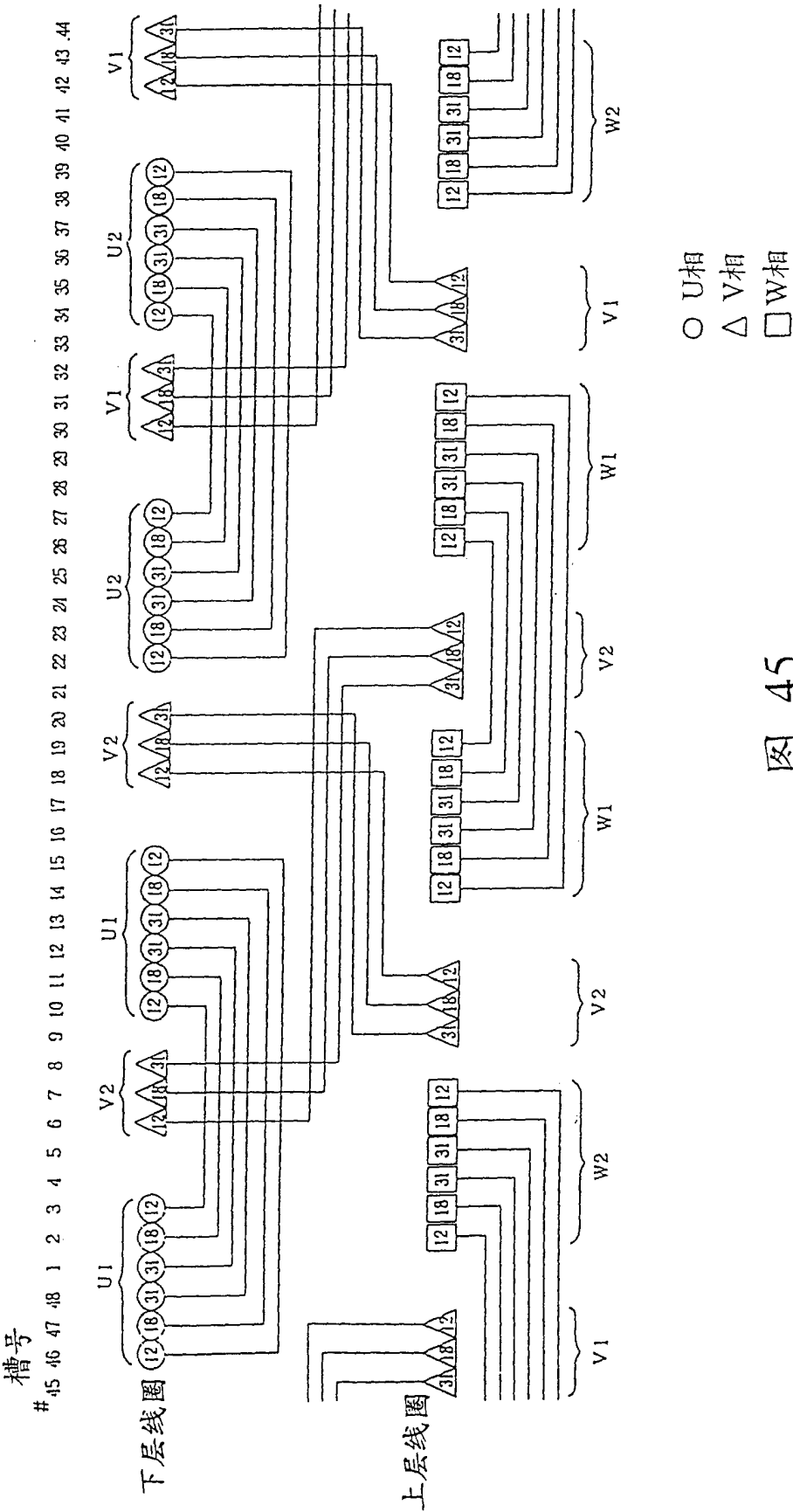


图 44



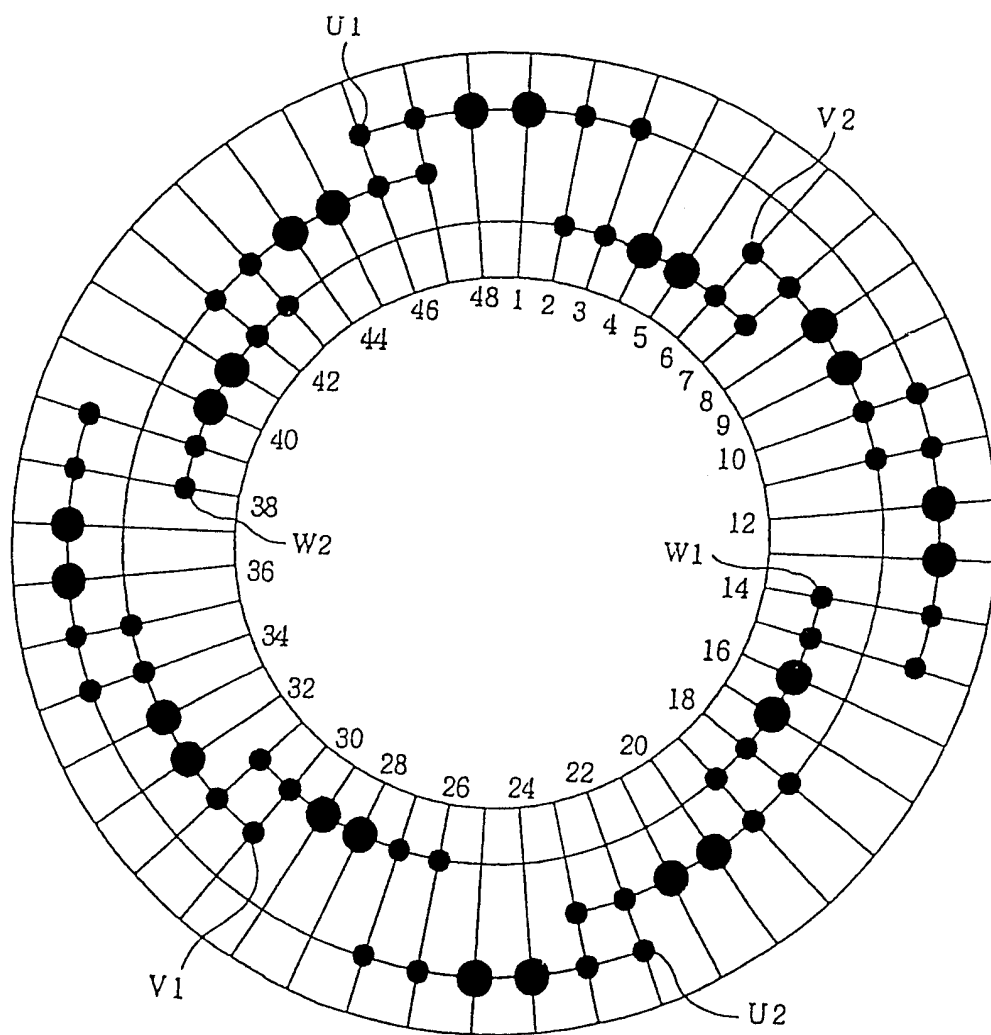


图 46

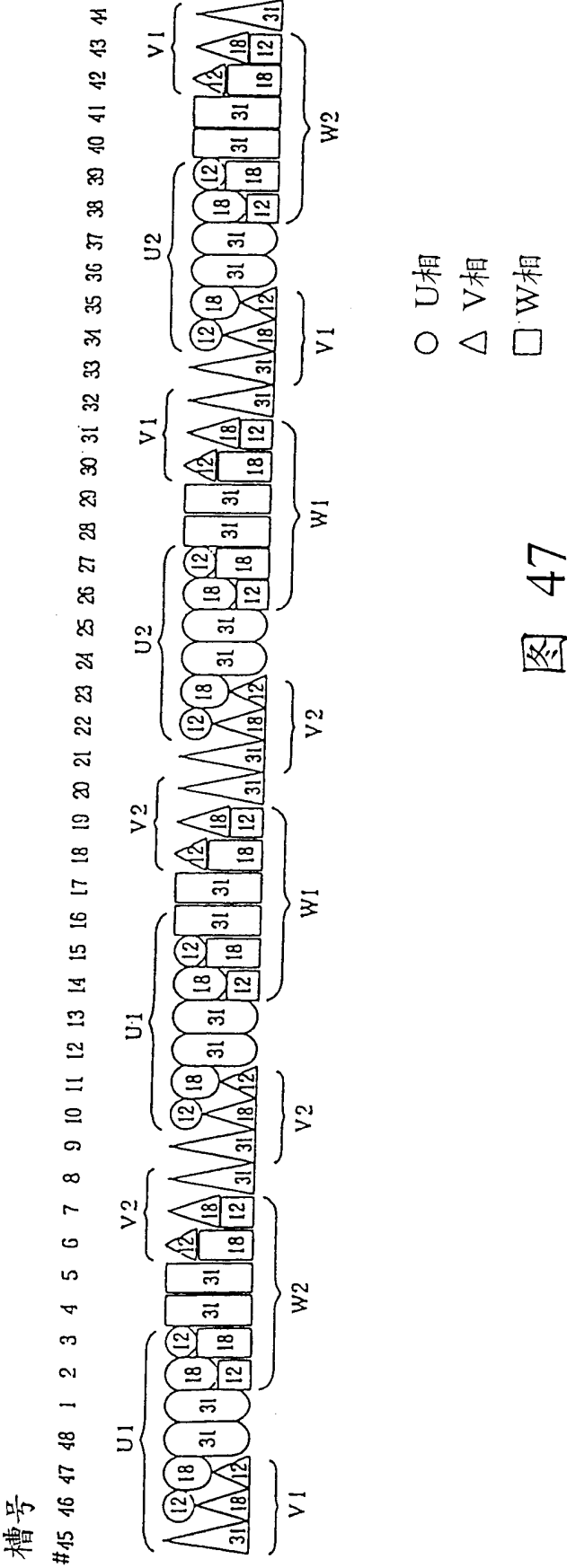


图 47

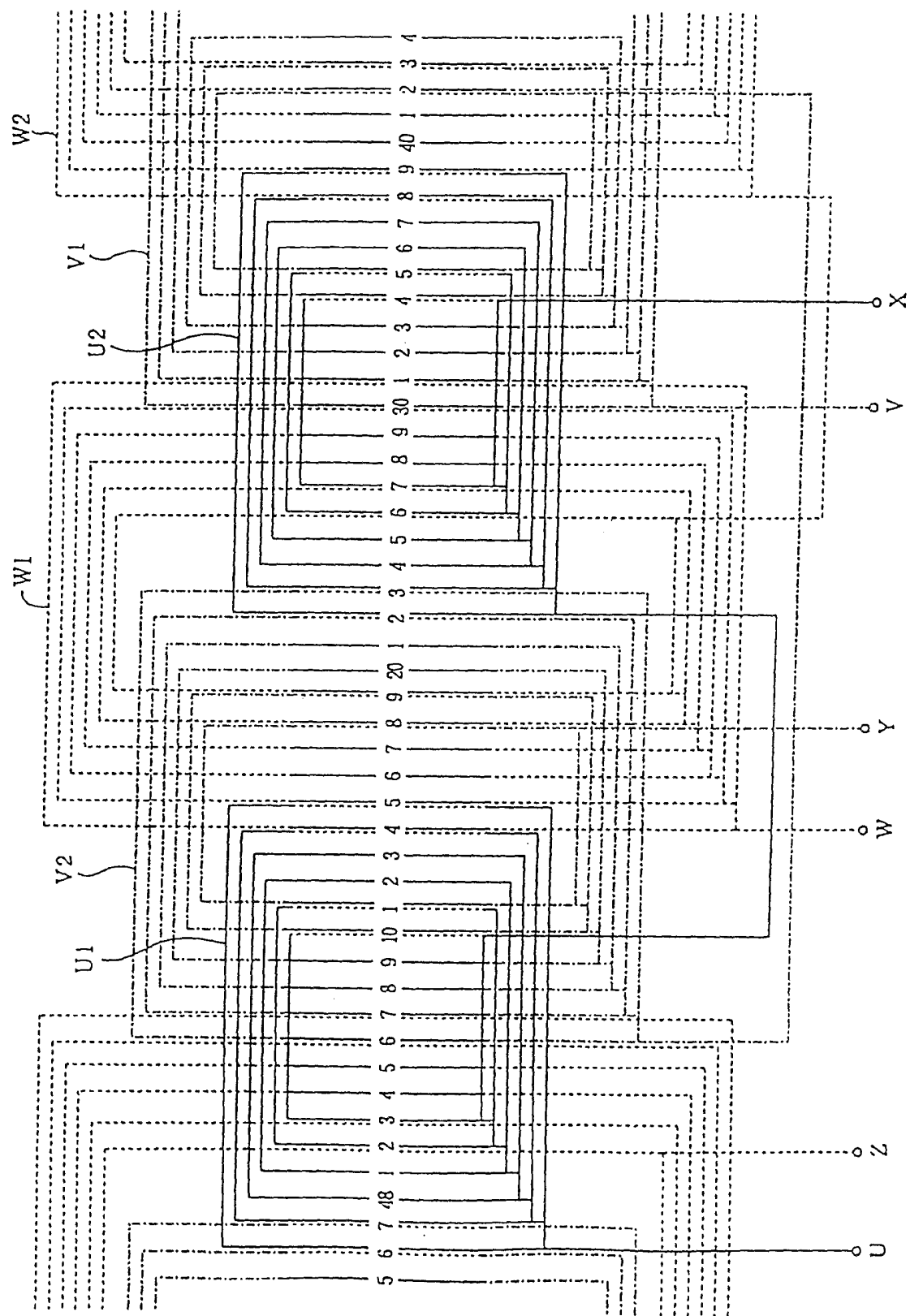


图 48

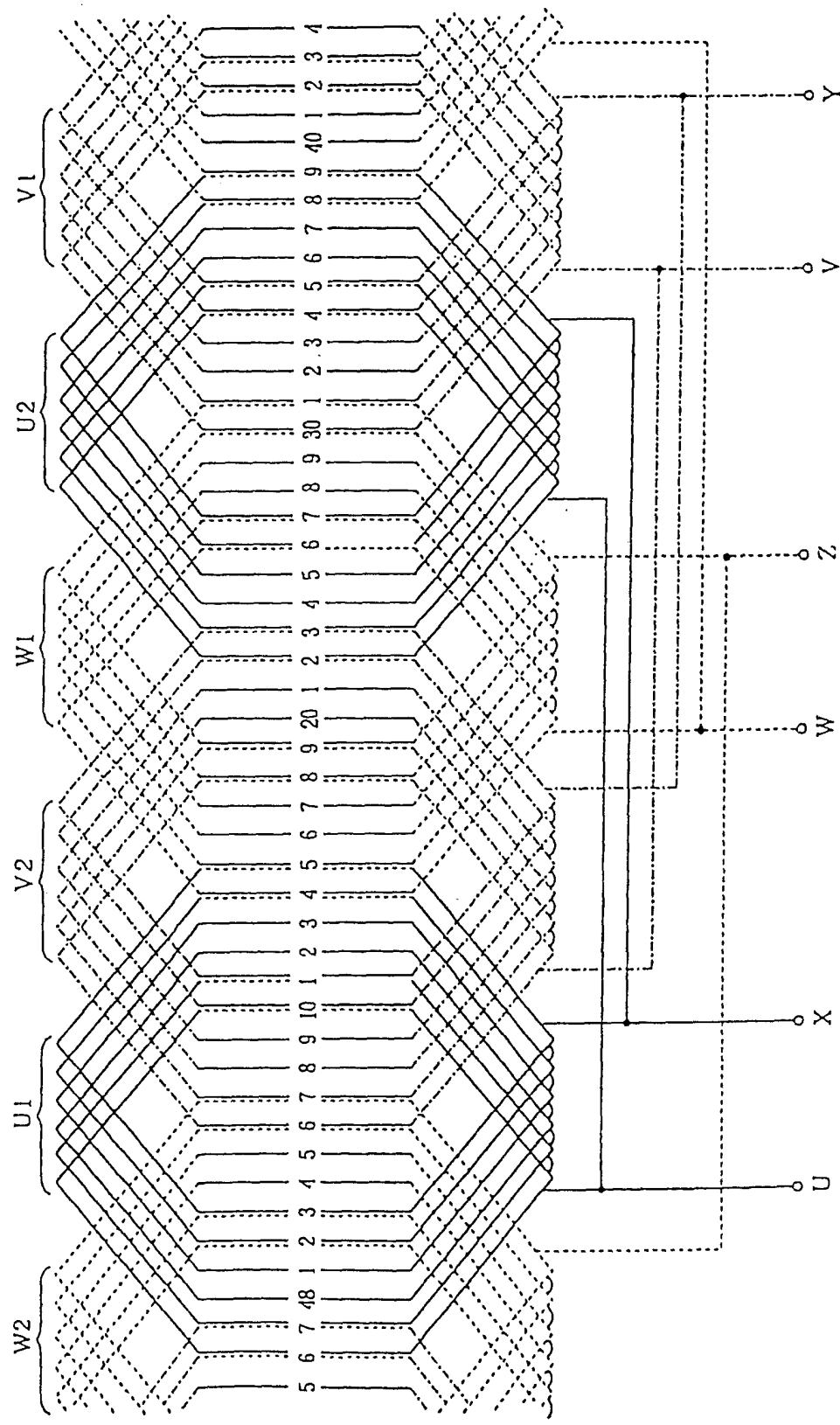


图 49

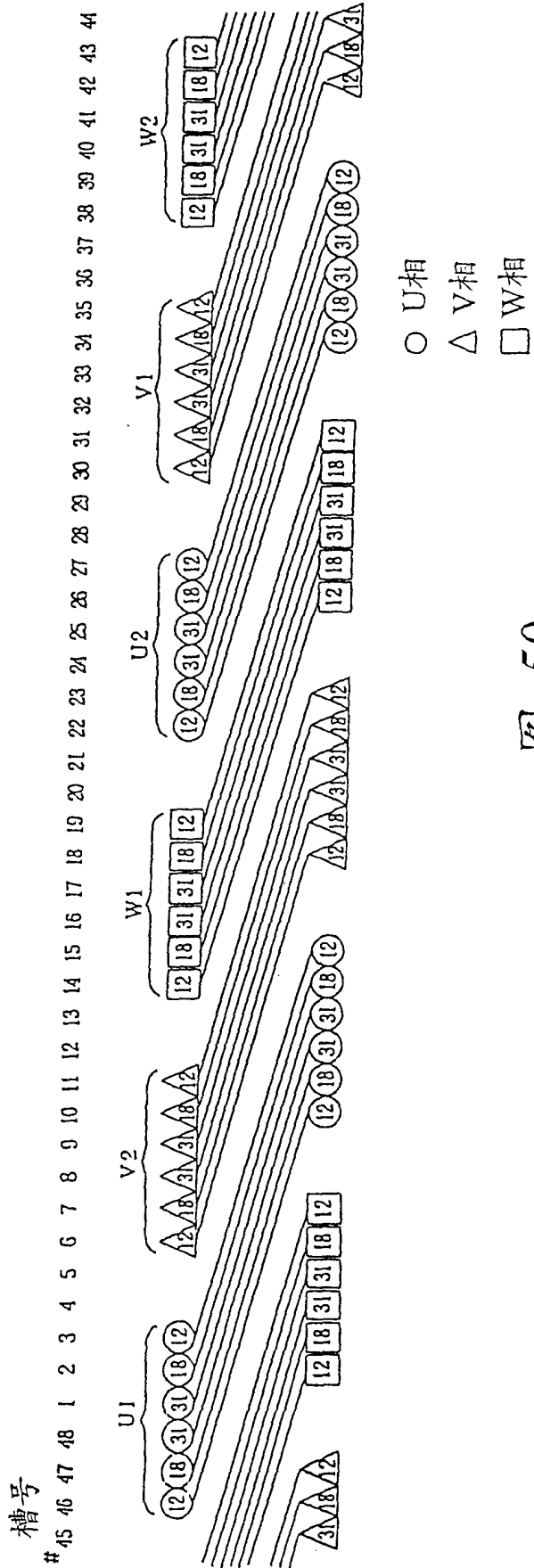


图 50

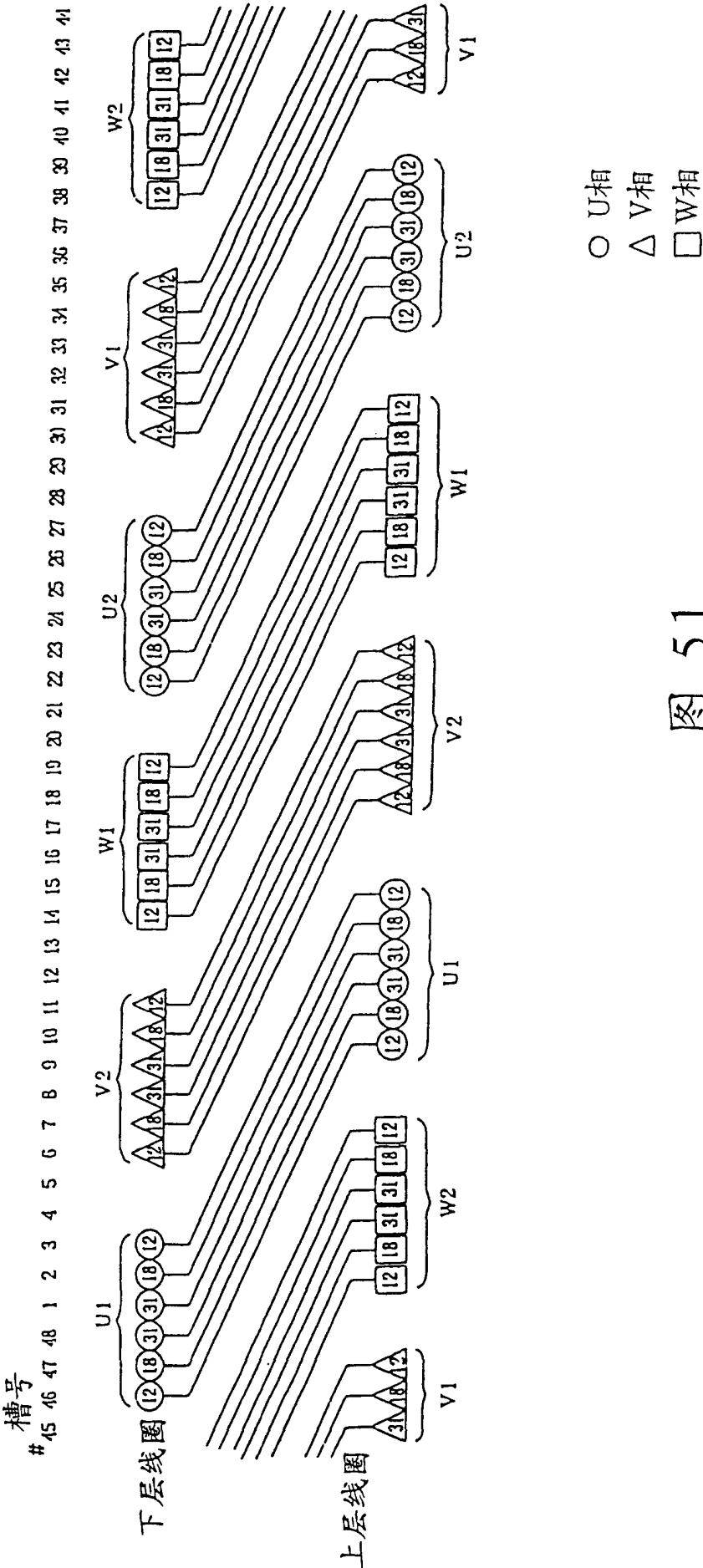


图 51

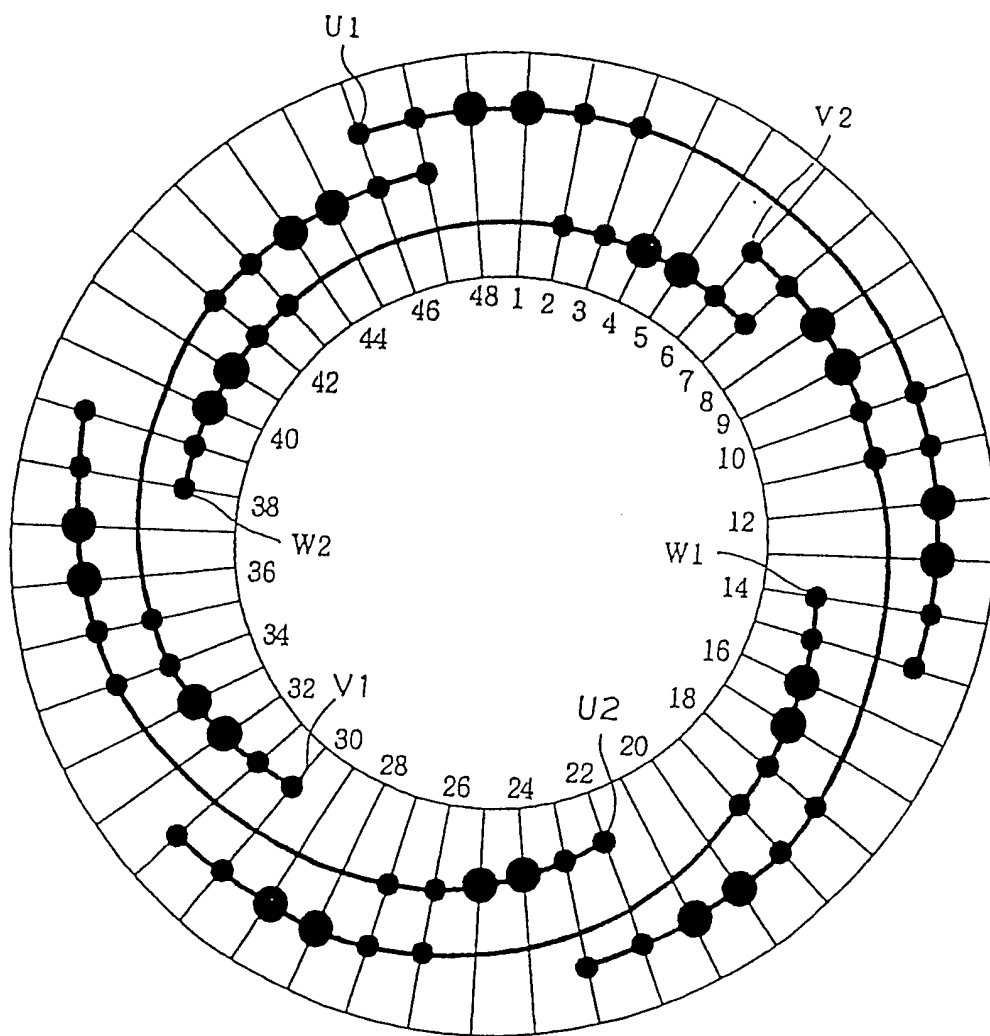


图 52

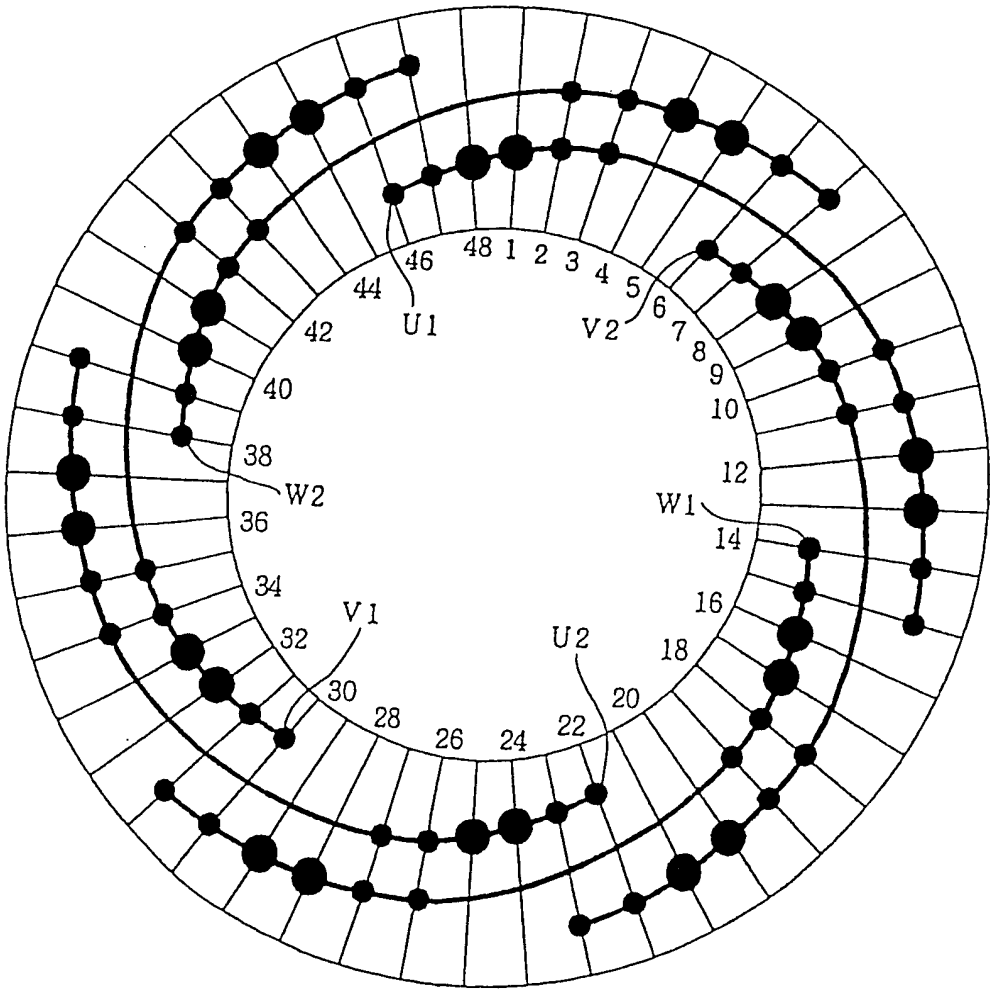


图 53

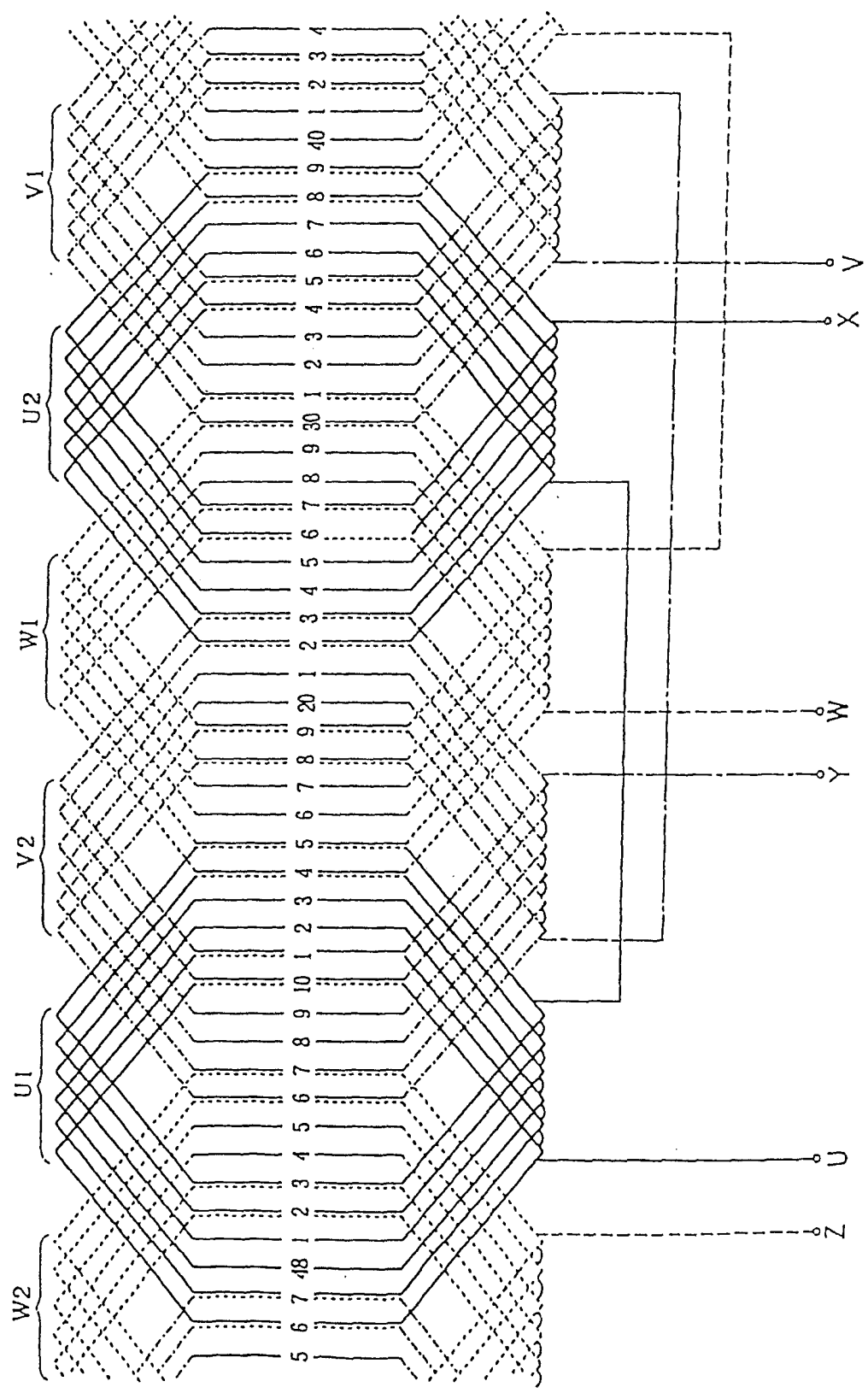


图 54

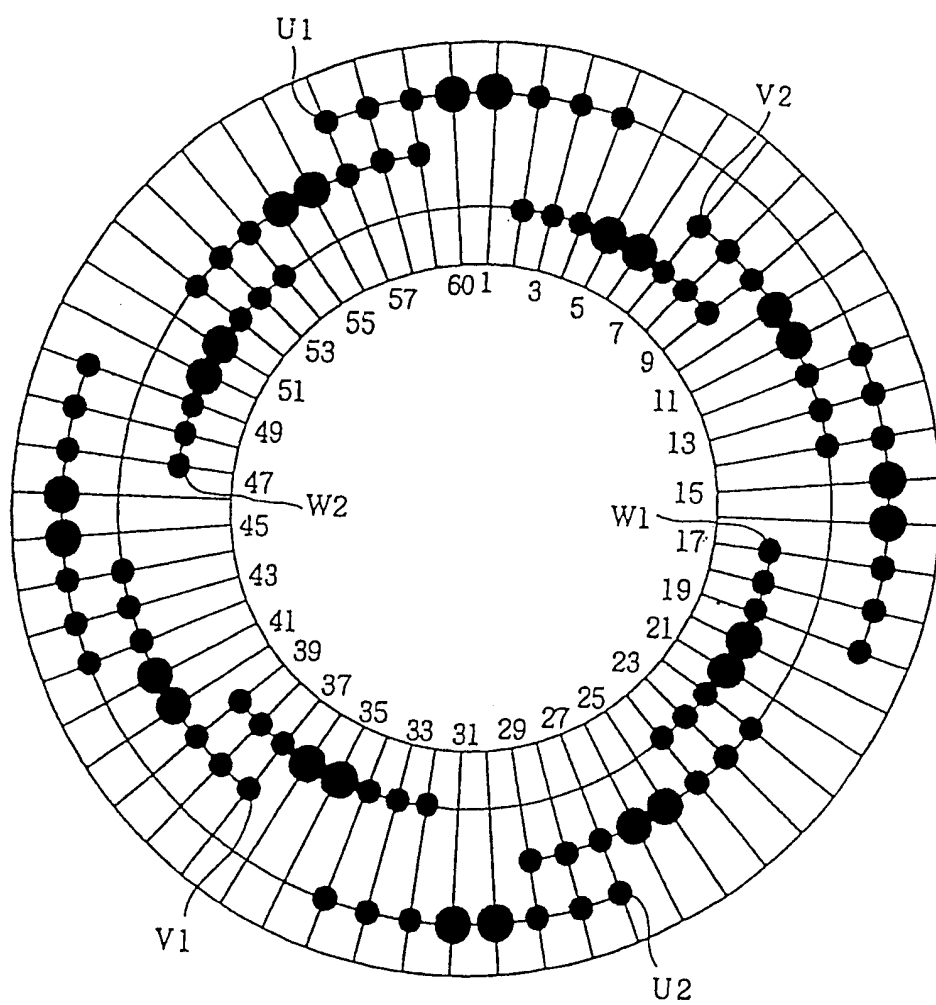


图 55

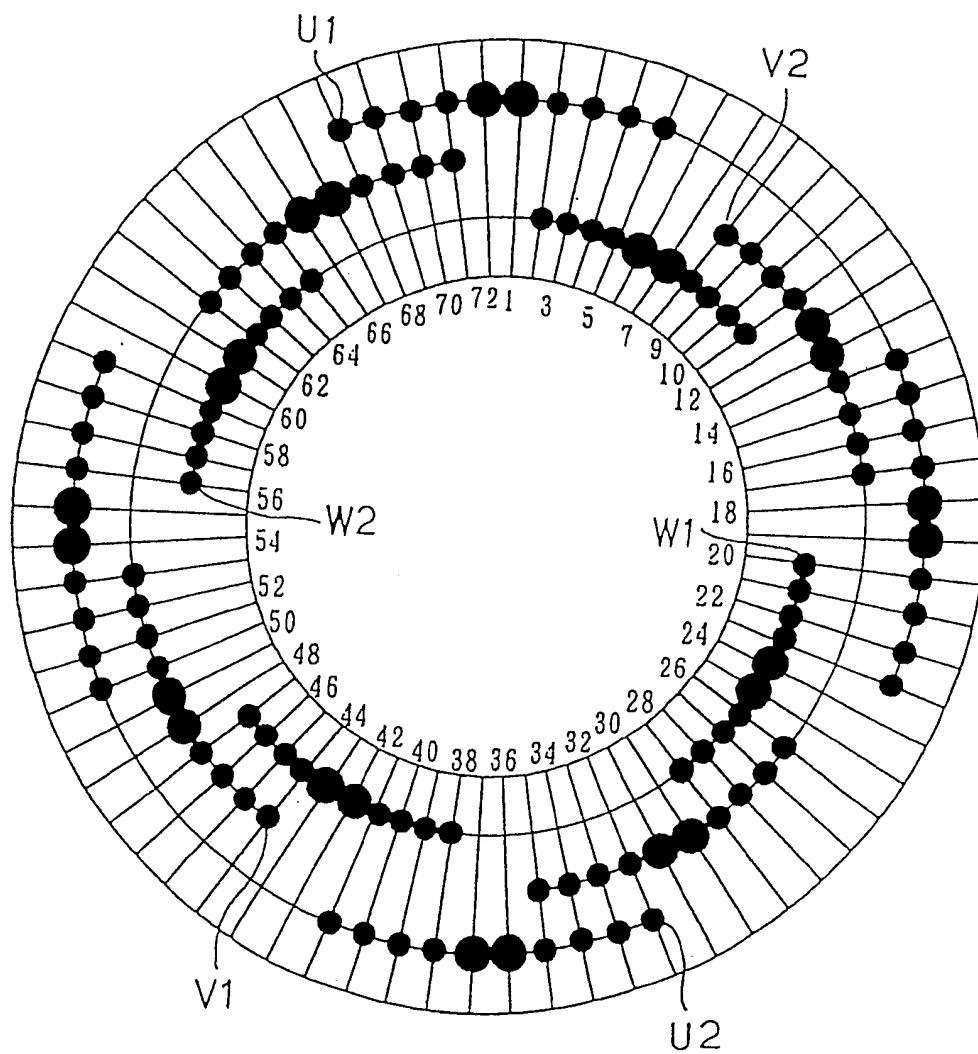


图 56

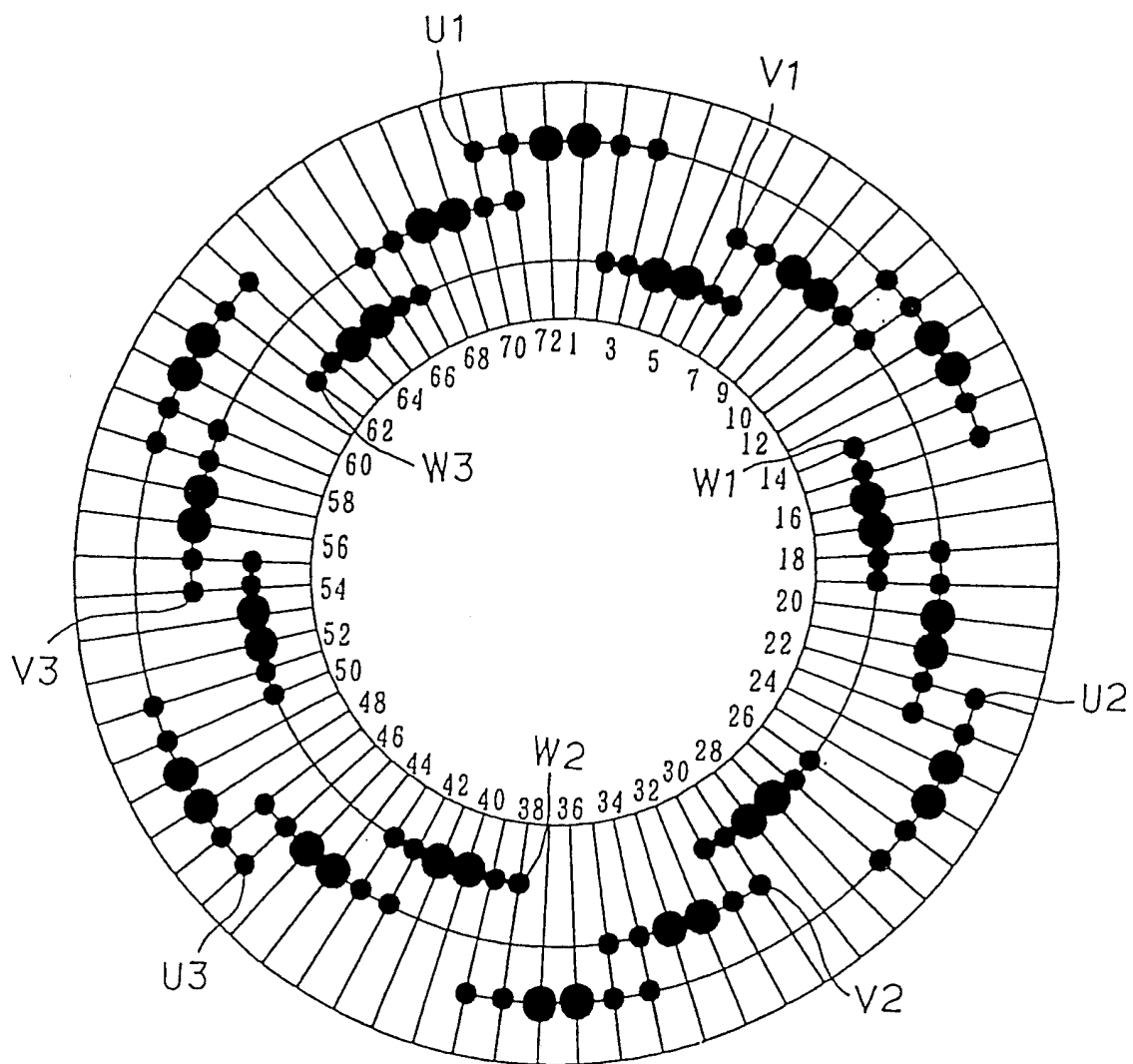


图 57

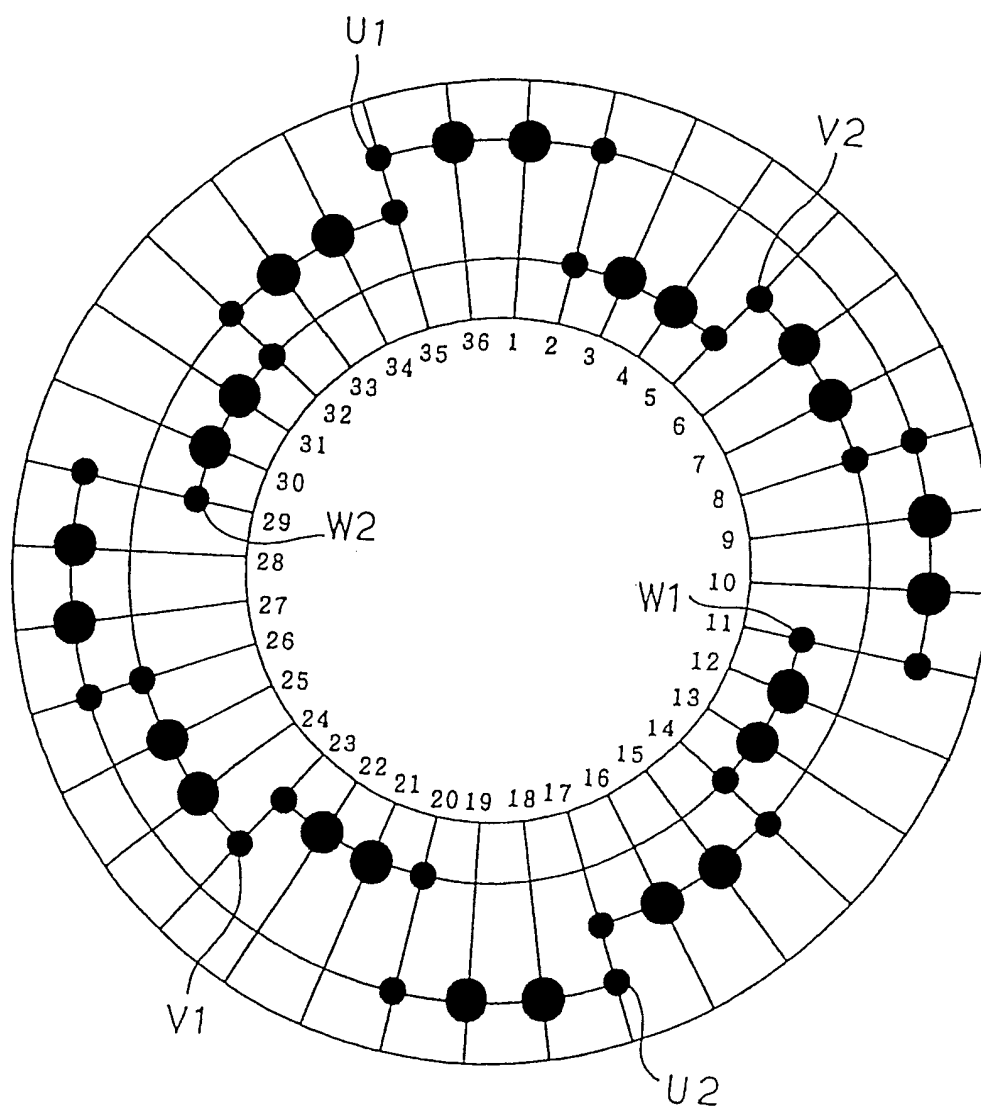


图 58

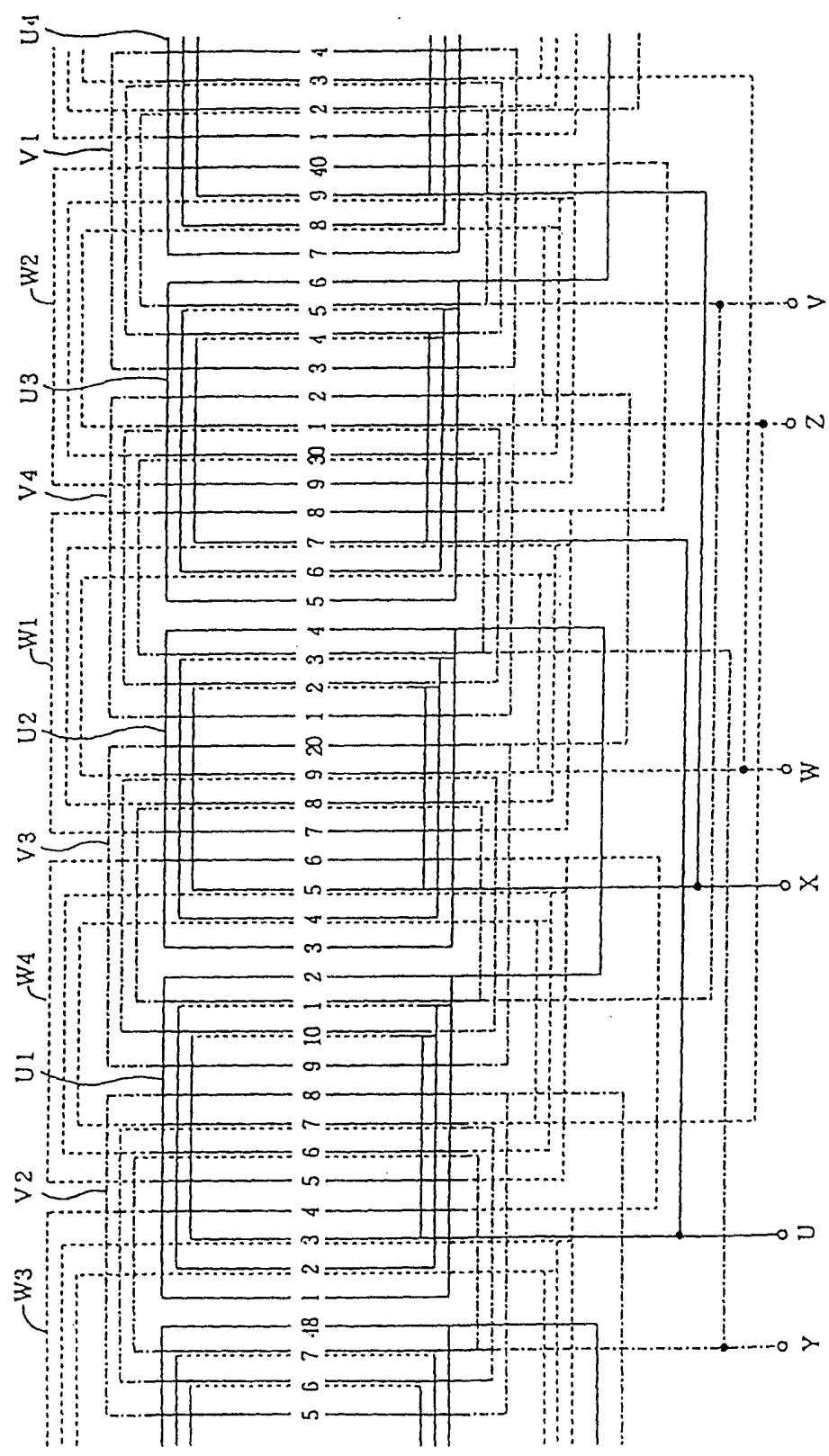


图 59

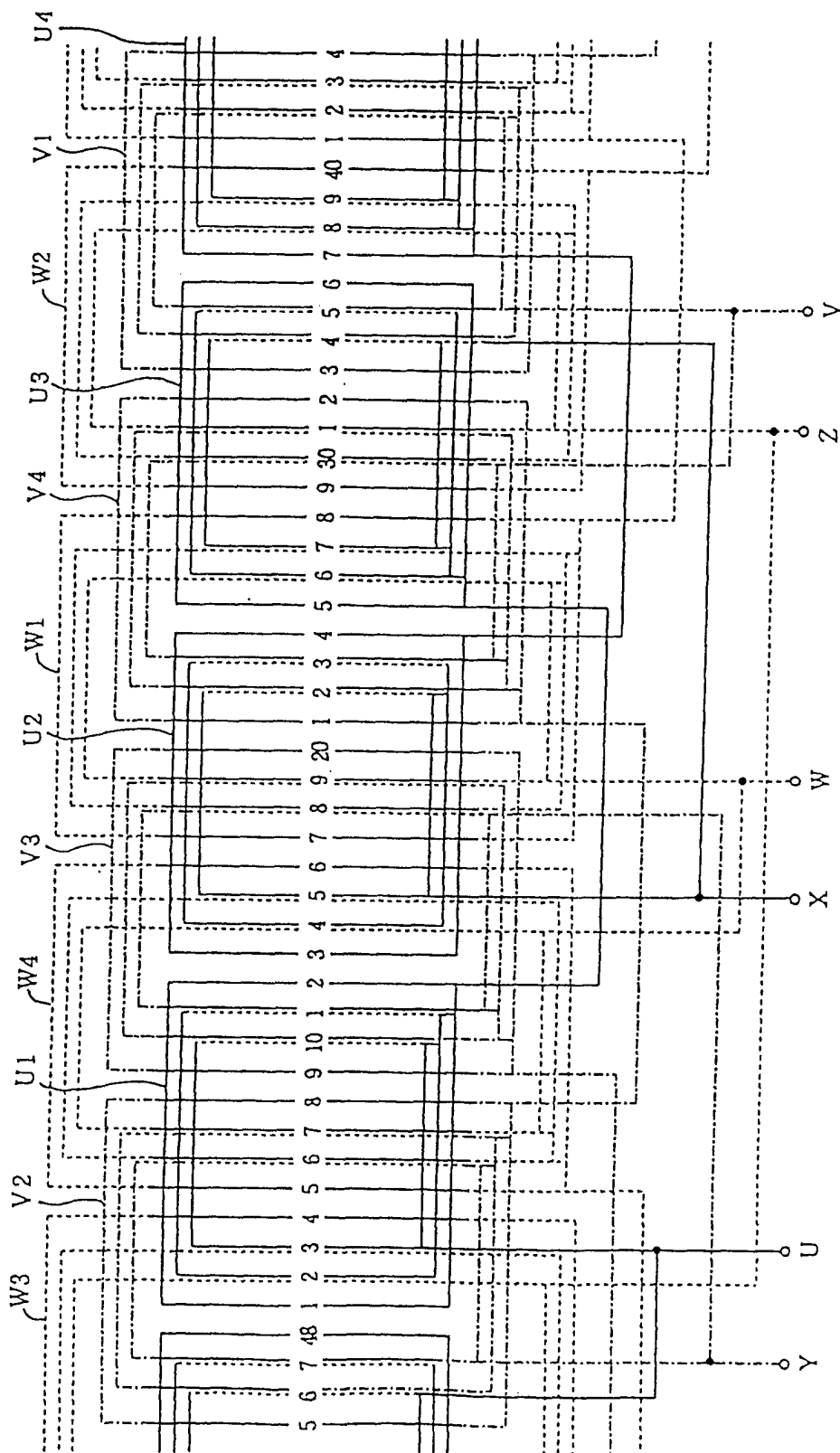


图 60

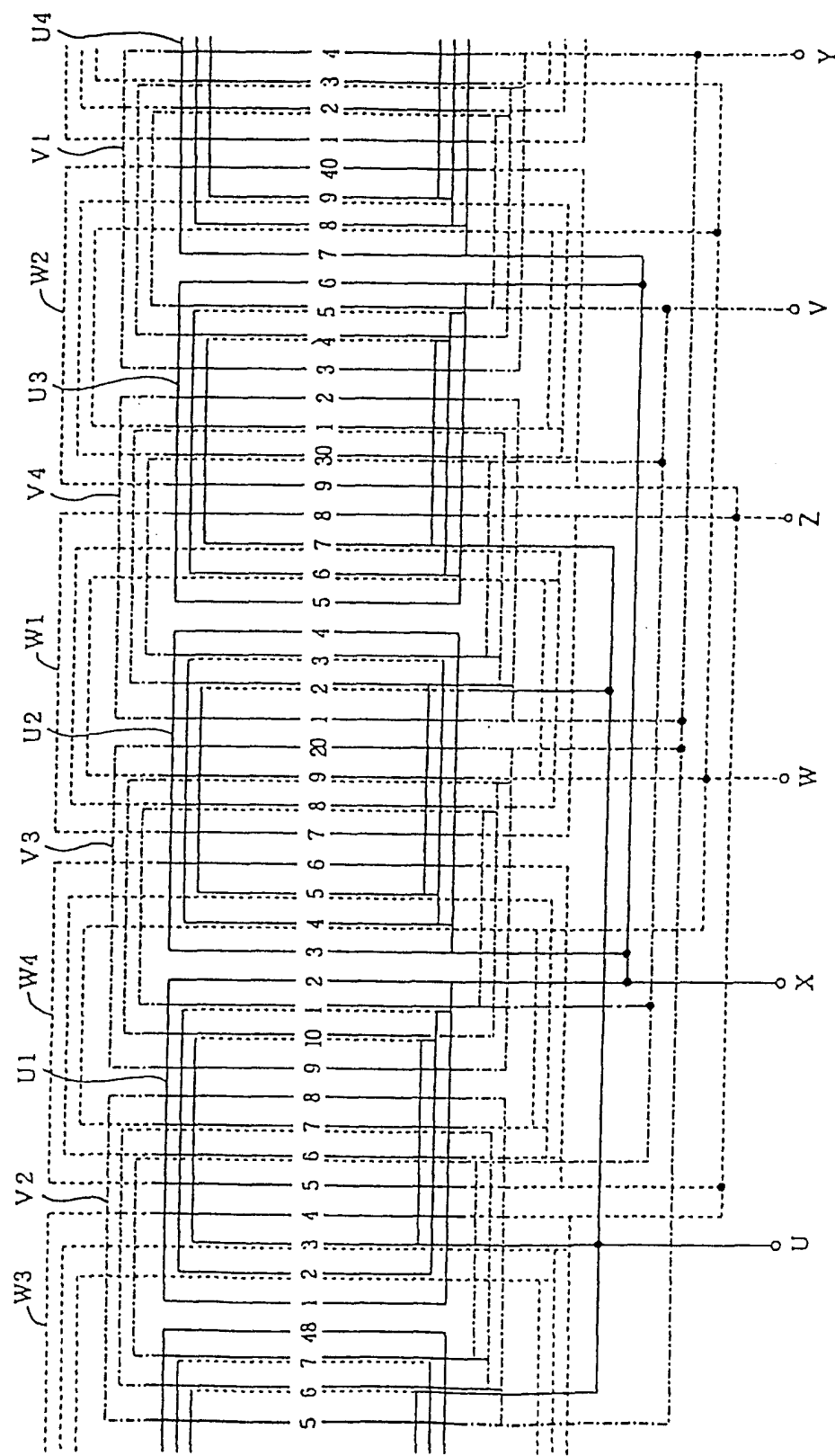


图 61

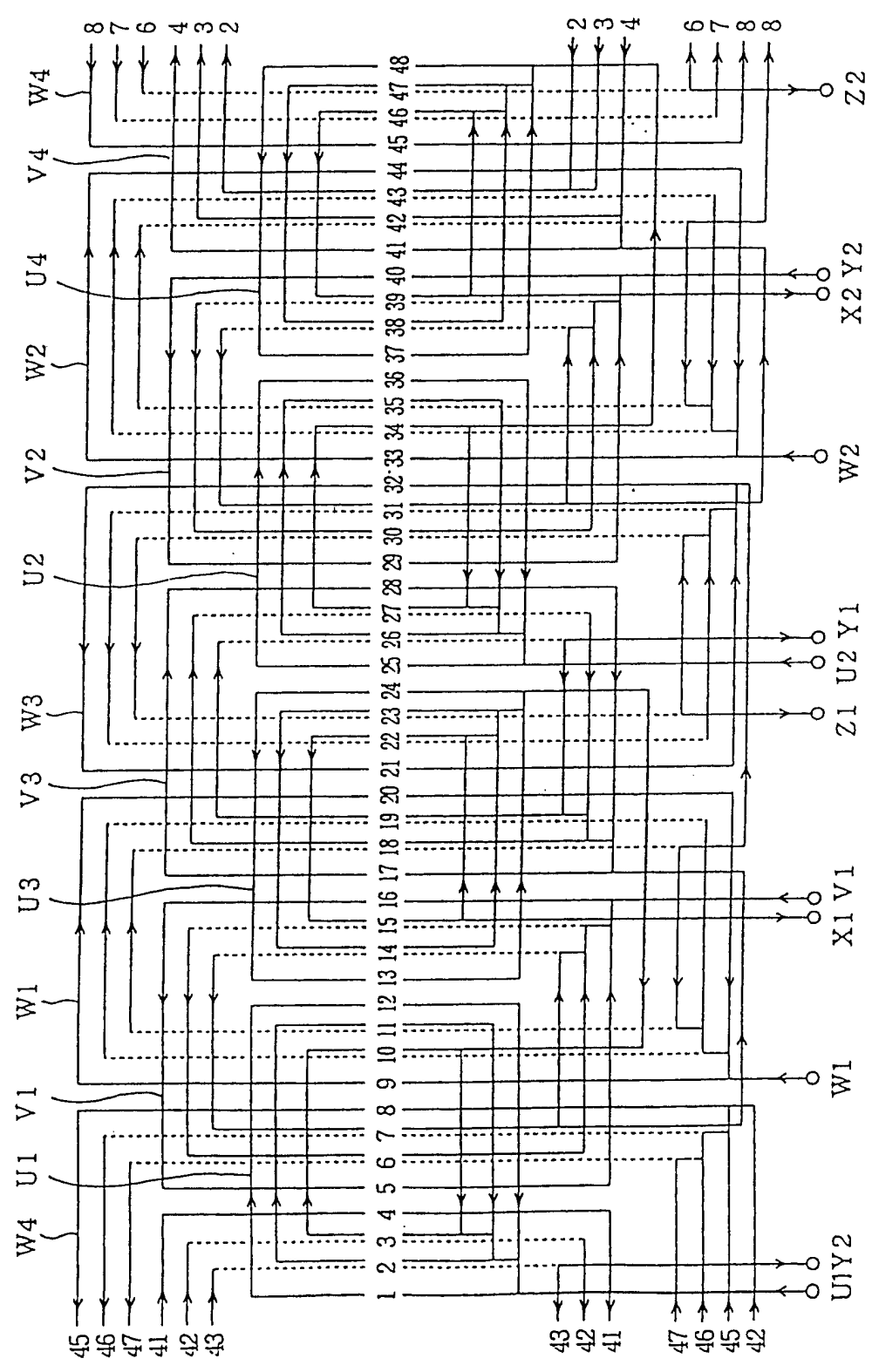


图 62

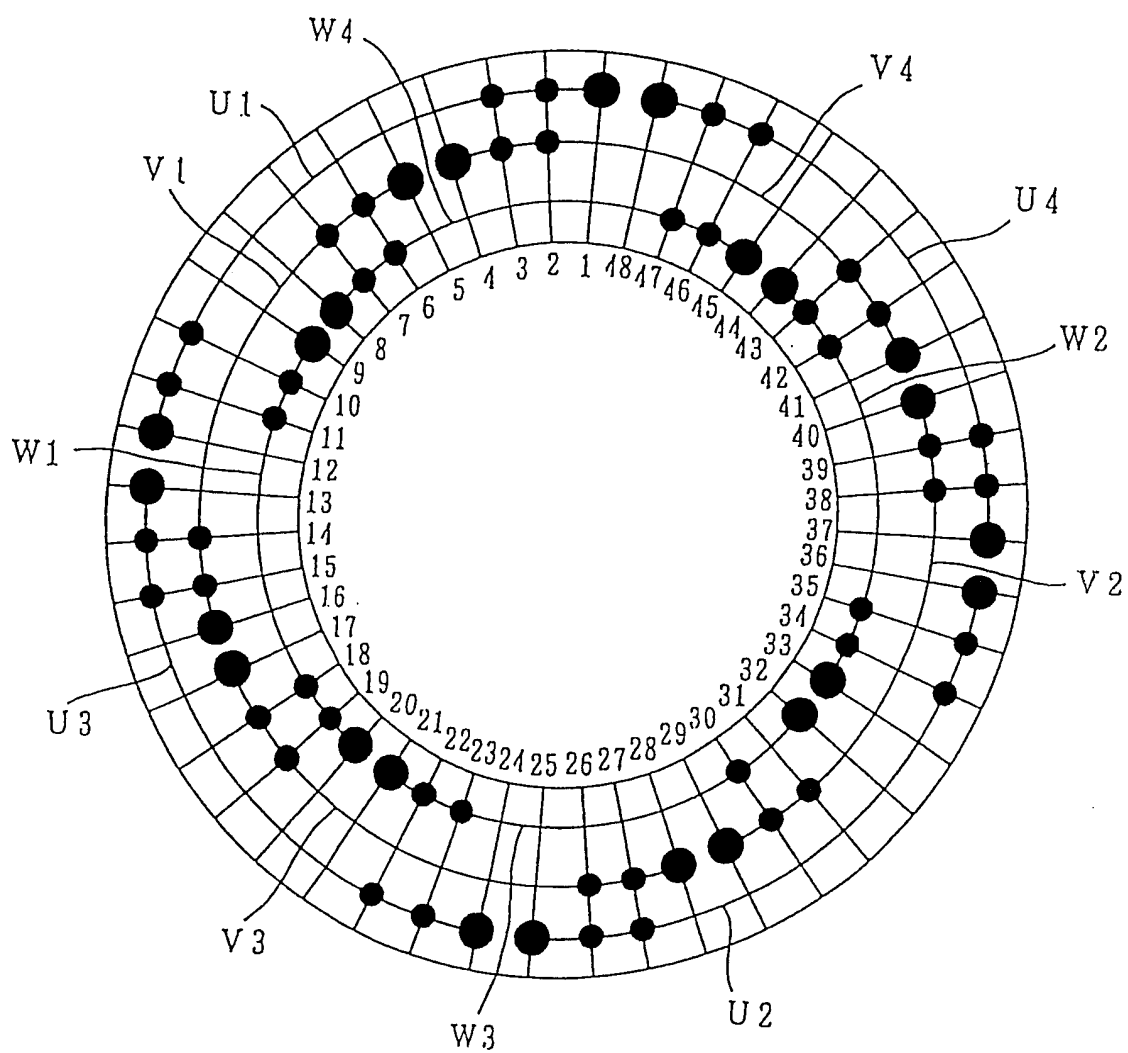


图 63

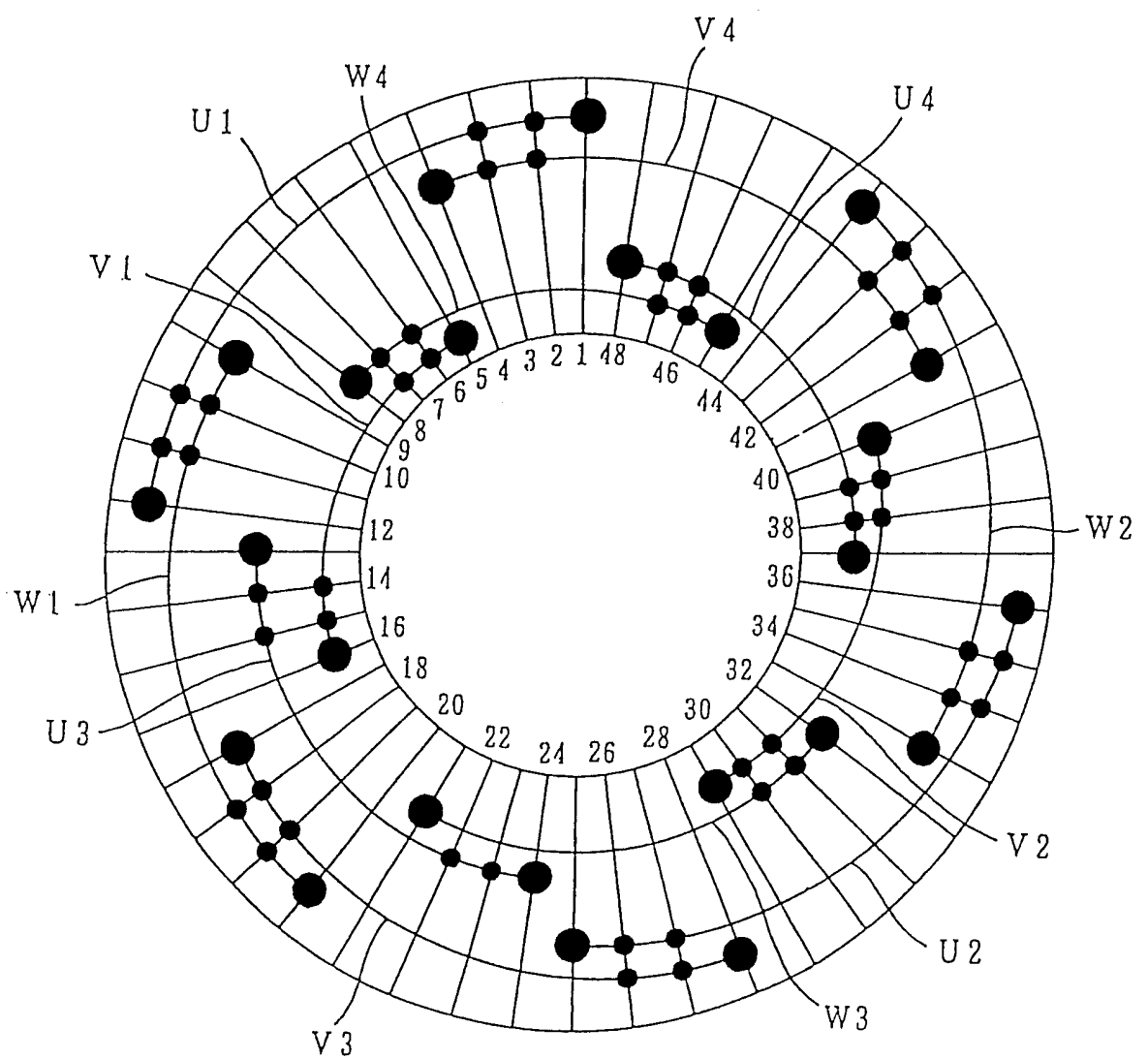


图 64

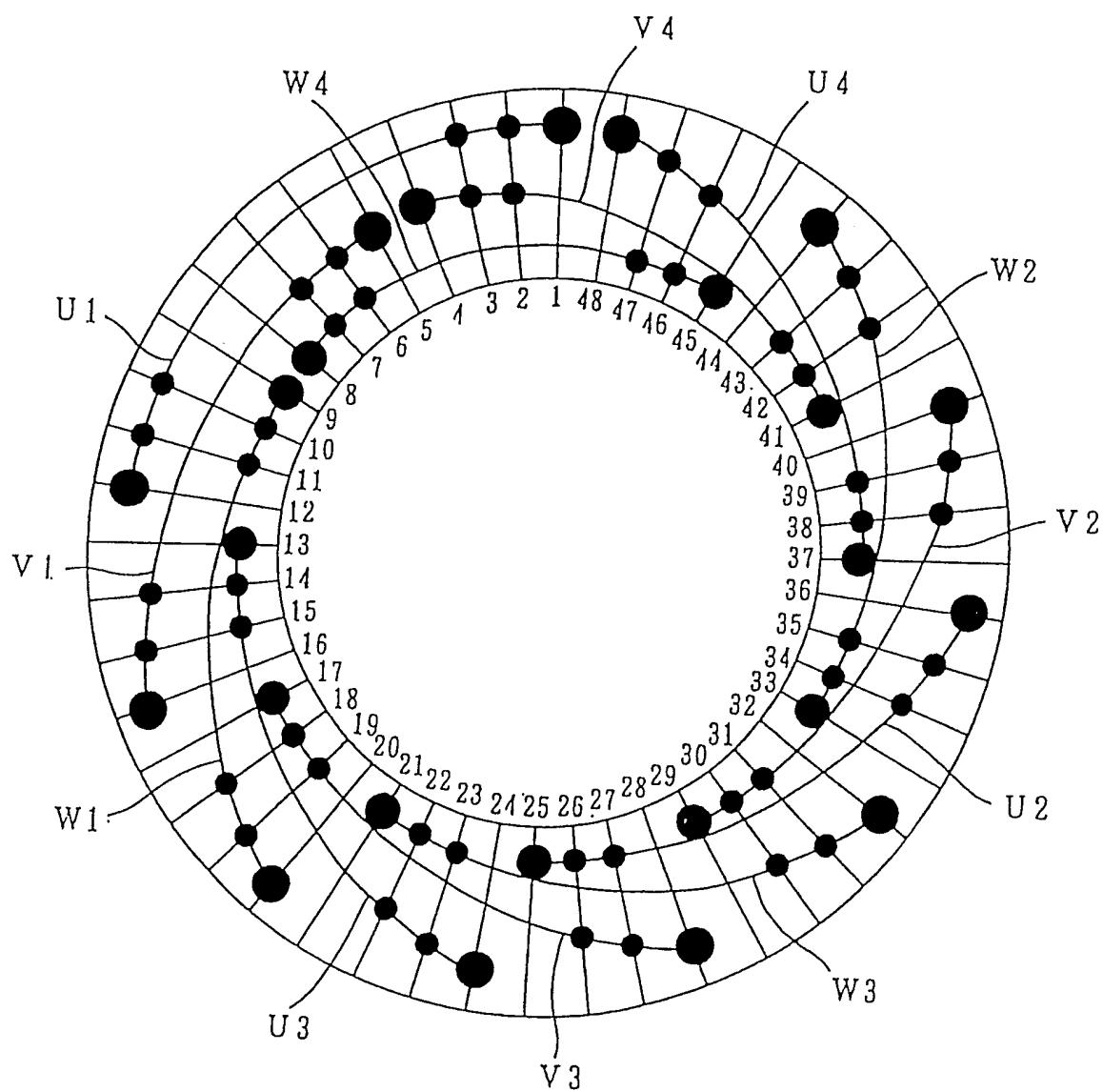


图 65

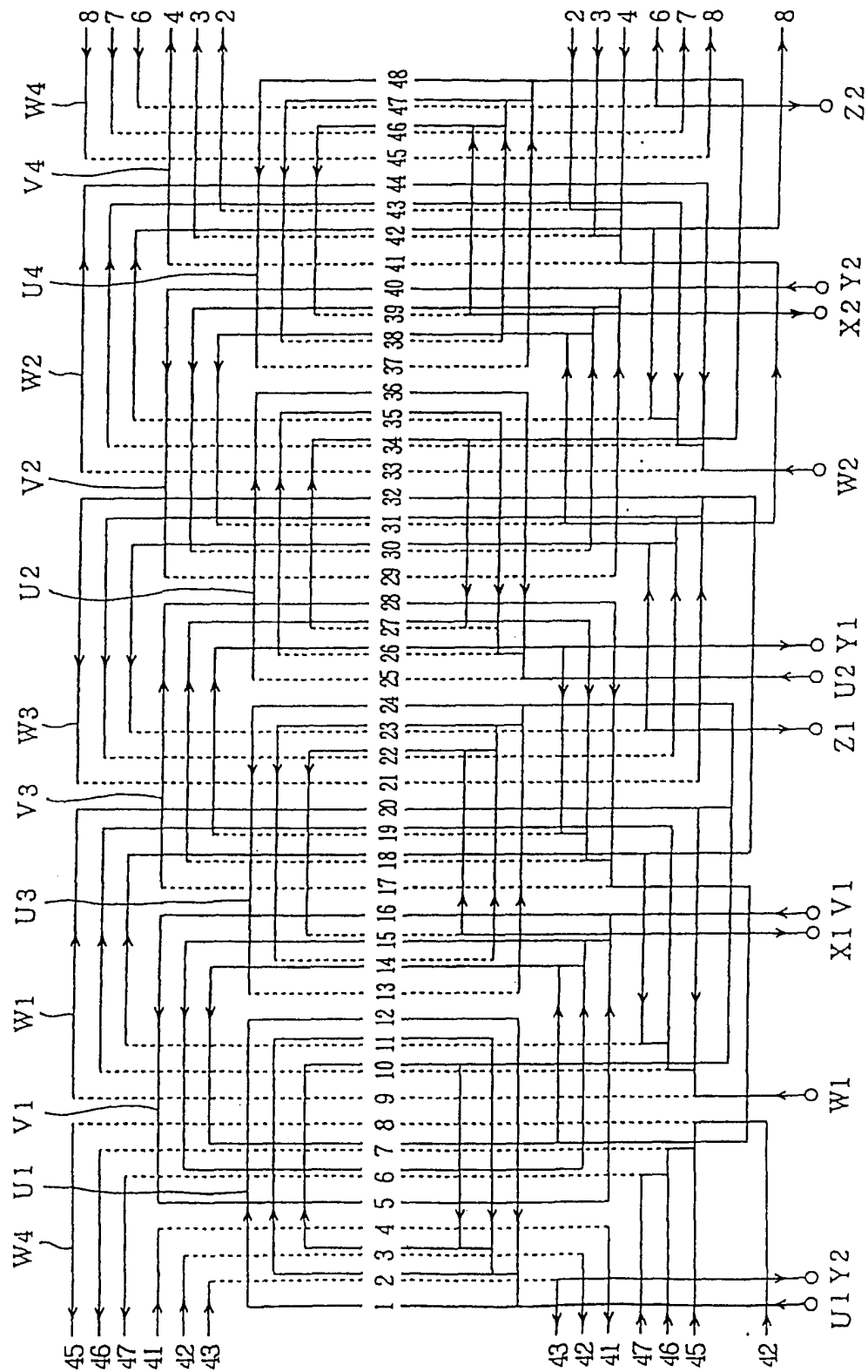


图 66

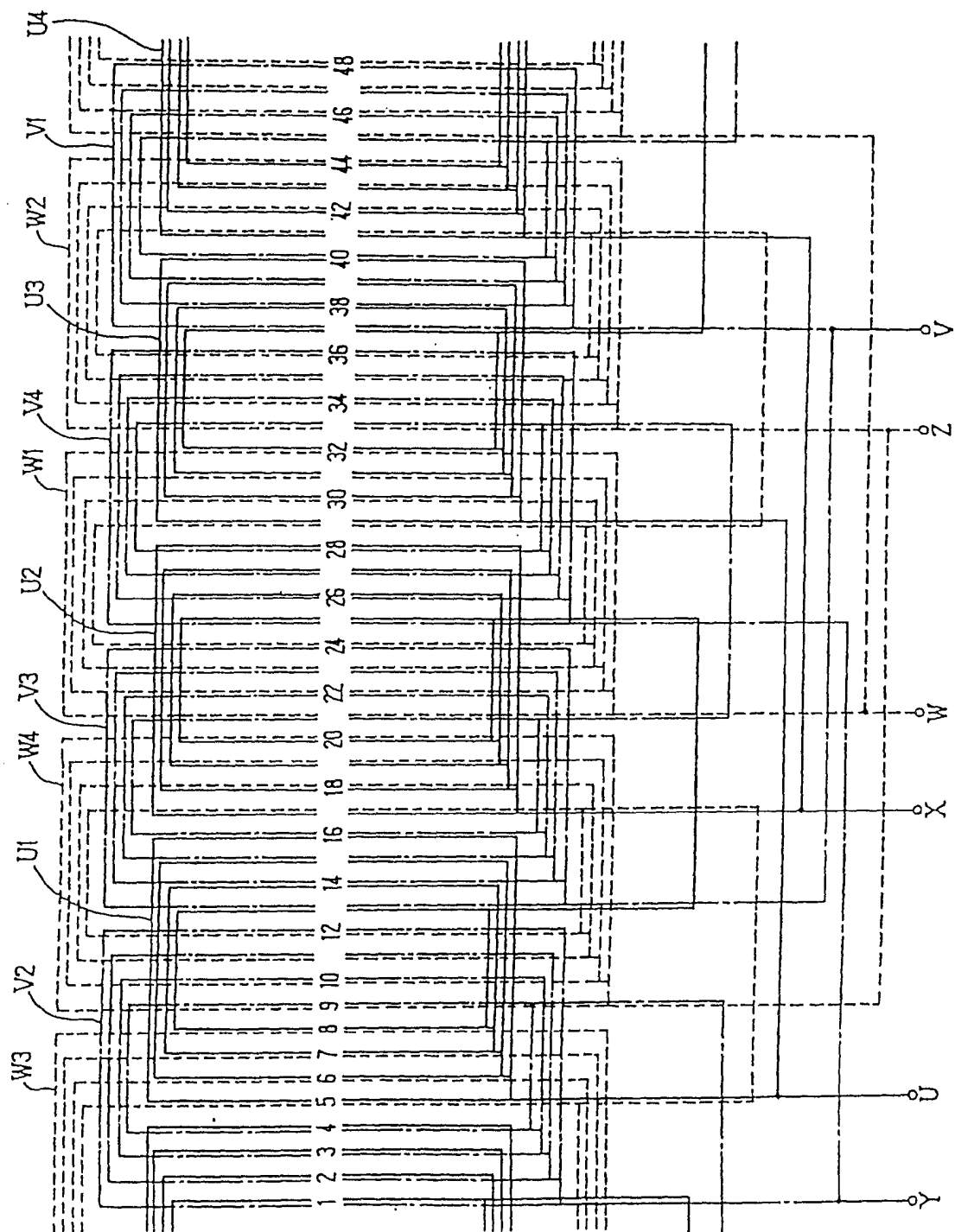
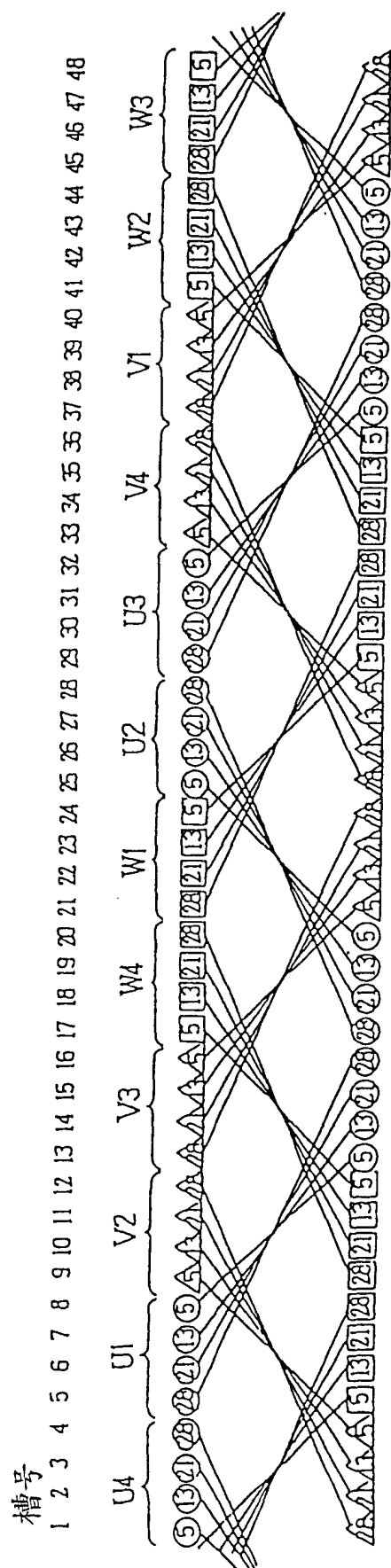


图 67



68

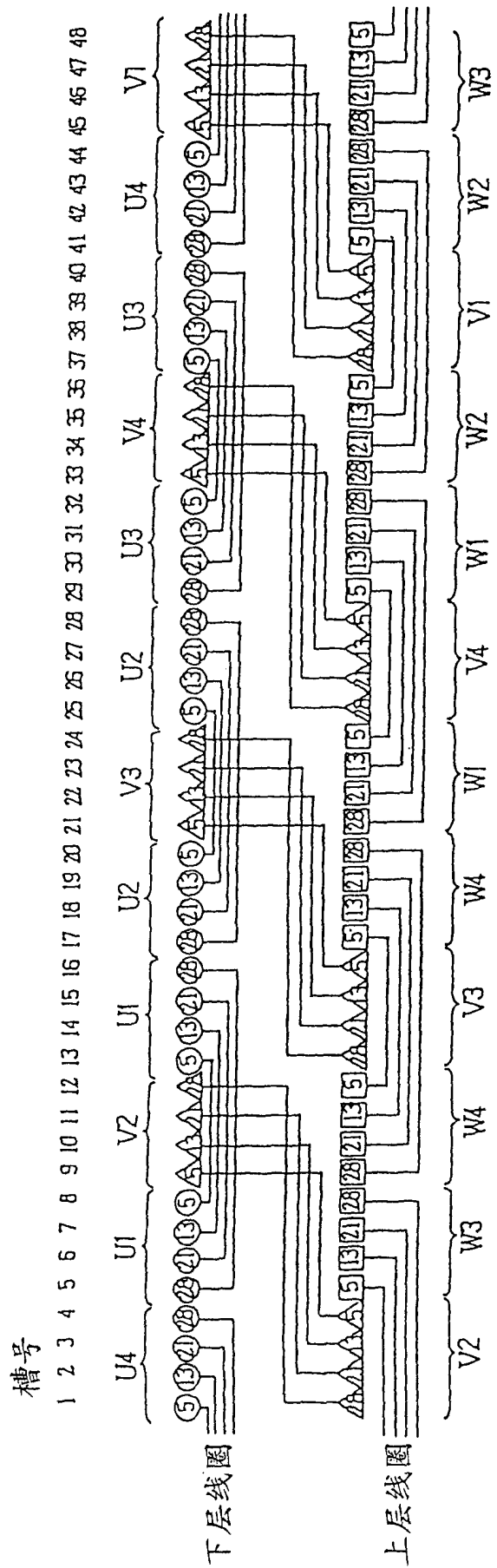


图 69

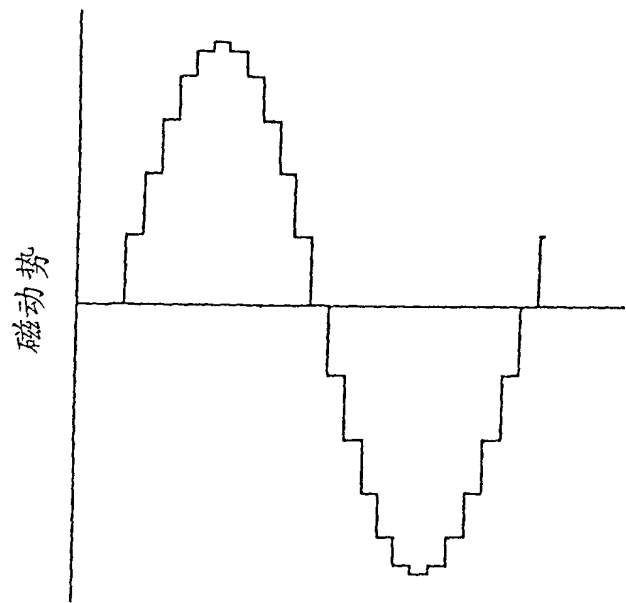


图 70A

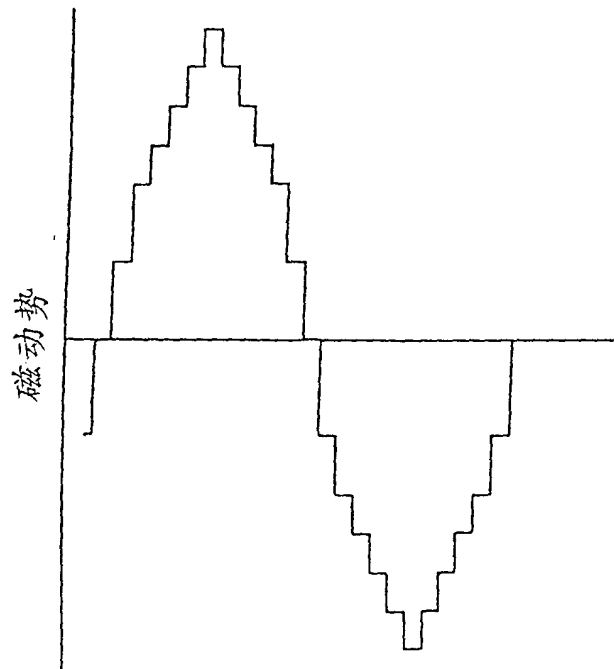


图 70B

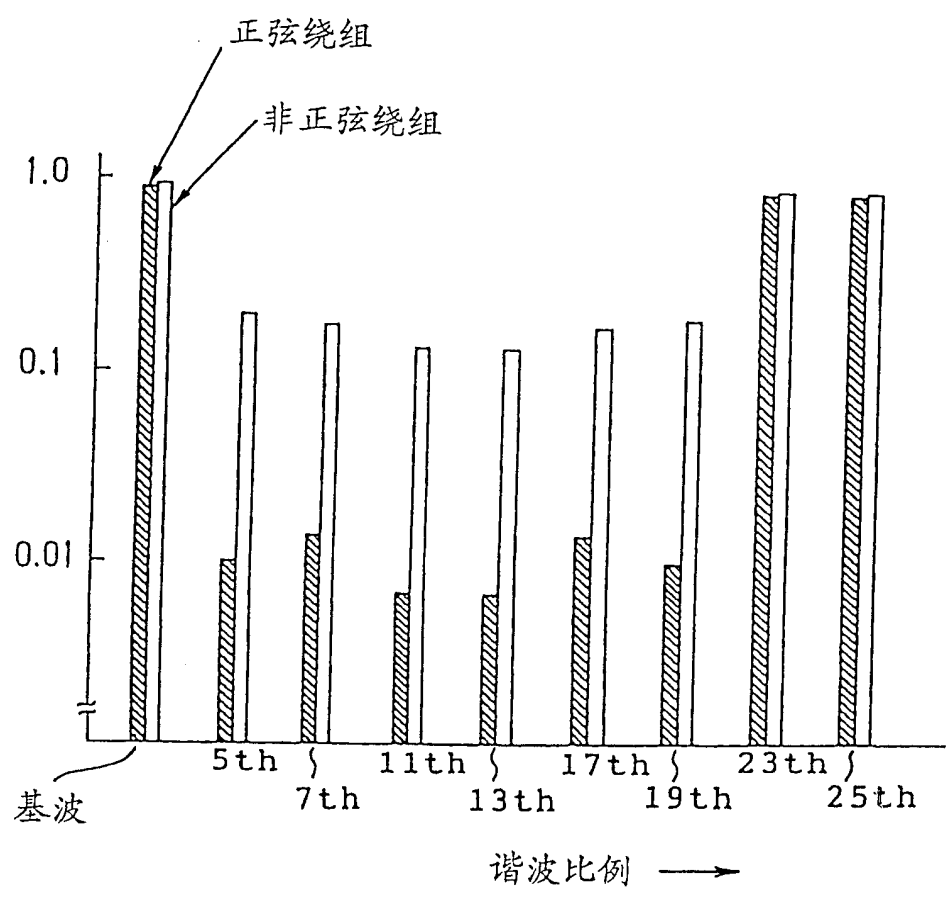


图 71

