



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98122944.1

[45] 授权公告日 2003 年 8 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1118921C

[22] 申请日 1998.11.27 [21] 申请号 98122944.1

[30] 优先权

[32] 1997.11.28 [33] JP [31] 344226/1997

[32] 1998.5.11 [33] JP [31] 127977/1998

[71] 专利权人 株式会社佐竹

地址 日本东京都

[72] 发明人 佐竹觉 大野木幸男 松田真典

猪上宪治

审查员 林 柯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

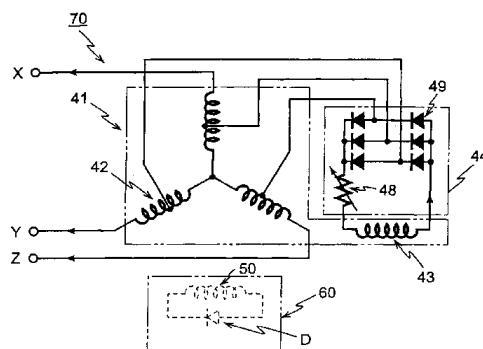
代理人 马铁良 傅 康

权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 5 页

[54] 发明名称 带增强转子场系的无电刷三相同步发电机

[57] 摘要

无电刷三相同步发电机(70)包括定子(41)和定子激励绕组(43),而定子激励绕组的极数为一次发电绕组极数的奇数倍。还包括带圆柱场系的转子(60),其上绕有按正常节距排列的场绕组(50)。场绕组(50)分别由其相应的二极管(D11-D19)进行短接。场绕组(W_{f51} , W_{f57})在奇序空间高次谐波磁场中感应出相同相位的电压,它们在相互并联后再中心场绕组(W_{f54})并联起来。环流整流器元件(D14)并联在中心场绕组上。在初级磁场中波形的改进能够实现并且在单项负载被连接时自激能够被阻止产生,对于转子场绕组到电枢反应磁场的空间高次谐波成分的磁耦合能够保持得很好。



1. 一种无电刷三相同步发电机 (70), 包括一个定子 (41)、一个定子激励绕组 (43) 和一个带圆柱场系的转子 (60), 定子 (41) 中含有一次发电绕组 (42), 定子激励绕组的极数为一次发电绕组极数的奇数倍, 而转子的圆柱场系与一次发电绕组 (42) 进行磁耦合, 这种同步发电机包括:

若干场绕组 ($W_{f51} - W_{f59}$), 它们按照正常节距绕组的形式绕在圆柱场系上, 且极数与一次发电绕组 (42) 的极数相同;

环流器 ($D14, D15, D16$), 在若干场绕组 ($W_{f51} - W_{f59}$) 之间, 每个环流器同一个中心场绕组 ($W_{f54}, W_{f55}, W_{f56}$) 相并联, 在定子激励绕组 (43) 产生的奇序空间高次谐波磁场的基础上, 每个中心场绕组 ($W_{f54}, W_{f55}, W_{f56}$) 都形成一个一次场磁通;

整流器 ($D11, D17:D12, D18:D13, D19$), 它们同预定的若干场绕组 ($W_{f51}, W_{f57}:W_{f52}, W_{f58}:W_{f53}, W_{f59}$) 串联, 而不是与若干场绕组 ($W_{f51} - W_{f59}$) 中的中心场绕组 ($W_{f54}, W_{f55}, W_{f56}$) 相串联, 对于这些预定的场绕组, 在奇序空间高次谐波磁场中感应出相同相位的电压, 此电压与中心场绕组 ($W_{f54}, W_{f55}, W_{f56}$) 所感应的电压相位有一个预定的不同值,

其中, 预定场绕组 ($W_{f51}, W_{f57}:W_{f52}, W_{f58}:W_{f53}, W_{f59}$) 与整流器 ($D11, D17:D12, D18:D13, D19$) 组成的串联电路分别同中心场绕组 ($W_{f54}, W_{f55}, W_{f56}$) 并联起来。

2. 根据权利要求 1 的无电刷三相同步发电机, 其中, 整流器包括若干个二极管 ($D11, D17:D12, D18:D13, D19$), 每个二极管都与多个预定场绕组 ($W_{f51}, W_{f57}:W_{f52}, W_{f58}:W_{f53}, W_{f59}$) 之一相串联, 而并非是与中心场绕组 ($W_{f54}, W_{f55}, W_{f56}$) 相串联。

3. 根据权利要求 1 的无电刷三相同步发电机, 其中, 整流器至少包括一个二极管 ($D20$), 该二极管 ($D20$) 串联在多个预定场绕组 ($W_{f51}, W_{f57}:W_{f52}, W_{f58}:W_{f53}, W_{f59}$) 上, 而不是串联在中心场绕组 ($W_{f54}, W_{f55}, W_{f56}$) 上。

4. 根据权利要求 1 的无电刷三相同步发电机, 其中, 环流器包括二极管 ($D14, D15, D16$)。

带增强转子场系的无电刷 三相同步发电机

5 本发明涉及一种无电刷三相同步发电机。更具体地讲，它涉及一种用于无电刷三相同步发电机转子场绕组的电路结构，由于定子激励绕组产生了一些奇序高次谐波磁通，所以它在转子场绕组内就会感应出相应的电流，本电路结构在设计时对该电流波形进行了改善，而且，激励的效率也提高了。

10 参考附图 1 与 2，先解释一种常规无电刷三相同步发电机。附图 1 展示了常规无电刷三相同步发电机 40 的电路图。在定子侧 41，有一个三相四极的一次发电绕组 42，定子激励绕组 43 的极数为 12，是一次发电绕组 42 极数的奇数倍，还有一个 DC 电源 44，它由可变电阻 48 和若干个二极管 49 组成。另一方面，在转子侧 45 有若干个转子场绕组 15 46，它们按照正常节距集中地绕在一起，且极数与转子 41 一次发电绕组 42 的极数相同。各个转子场绕组由二极管 47 进行短接。

附图 2 展示了转子 45 的另一种详细结构。多个场绕组 $W_{r1}-W_{r6}$ （附图 1 中以数字 46 通用表示）绕在圆柱形场系 20 上以形成一种四极结构，而场绕组圆 $W_{r1}-W_{r6}$ 分别由相应的二极管 D1 - D6 进行短接（附图 1 20 中以数字 47 通用表示）。

在无载状态时，上述无电刷三相同步发电机 40 的工作过程如下。转子 45 开始转动后，由于转子铁芯的剩磁作用，在定子一次发电绕组 42 内就会感应一个电动势。该电动势产生交变电流（AC）流入一次发电绕组 42，并流经 DC 电源 44 和定子激励绕组 43。在这个 AC 电流基 25 础上，一次发电绕组 42 的周围将产生电枢反应磁场。流入定子激励绕组 43 的 DC 电流在 DC 电源 44 的作用下产生一个静磁场，该磁场位于定子激励绕组 43 的周围。电枢反应磁场与静磁场形成重迭的磁场，于是在转子 45 的各个场绕组 46 内感应出电动势来，对于电枢反应磁场和静磁场，上述场绕组都会与它们的所有奇序空间高次谐波成份进行 30 磁耦合。由此而在场绕组内感应出的电动势将分别通过相应的二极管 D1 - D6 进行半波整流，其获得的 DC 成份用来提高转子的场磁通。由于场磁通增加了，因此在定子一次发电绕组 42 内感应的电动势也会增

加。通过这种方式，产生的电压不断上升，最后达到无载状态时自建的电压最大值。

在此，由于转子场绕组 46 ($W_{r1}-W_{r6}$) 是按照正常节距集中绕在一起的，所以它们的极数与定子一次发电绕组 42 的极数相同，另外，它们分别由相应的二极管 47 ($D1-D6$) 进行短接，这些转子场绕组同所有的奇序空间高次谐波成份发生反应，并因此而提高转子场绕组 46 的场磁通。

如果在发电机 40 的输出端子 x、y、z 上联结了平衡电阻负载或平衡电感负载，那么负载电流便会流经一次发电绕组 42，由此，一次发电绕组 42 周围的电枢反应磁场将因负载电流而增强。所以电枢反应磁场内的奇序空间高次谐波磁场也会随负载电流增加而增强。相应地，奇序空间高次谐波磁场的增强会导致转子场绕组 46 内的感应电动势增加，因此，一次发电绕组内感应电动势将由于转子一次磁通增加而增大。基于上述原因，在一次发电绕组 42 内因负载电流而引起的阻抗压降将由其增加的感应电动势来进行补偿，为此，所需 DC 电源 44 的容量可通过该补偿而得以减小。

转子场绕组与定子激励绕组是进行磁耦合的，而流入转子场绕组的电流由安匝定律确定，场磁势通过 DC 成份产生，DC 成份则由场绕组电流经半波整流后得到，所以，假使场绕组数目较小的话，那么放大率势必也会很小，就是说，场绕组感应电动势与定子激励绕组感应电动势的比值会很小，于是自动电压调整器 (AVR) 所需的电容就一定会很大。基于这种原因，有必要发展一种改善的发电机，它具有较高的激励效率，且磁势放大率较大，自动电压调整器的电容也会减小。

由于场绕组绕在转子的周围是呈均匀分布的，所以有些场绕组产生的场磁通没有什么作用，这样便减低了发电机的效率。因而提高发电机的效率已成为长期以来的要求。

另外，在发电机连接了不平衡三相负载或单相负载的情况下，尽管存在有补偿过程，但反相电枢反应磁场也会在转子场绕组中感应出电动势来，而且，因为反向电枢反应磁场以双倍同步速度与场绕组相交联，由此便产生一种双倍频率的交变电流流入场绕组内。这种现象阻碍了转子场绕组成为阻尼线圈。如果场绕组比较大，那么对提高磁场的作用也会增大，从而输出的电压就可能变得极高了。

为此,本发明的目的在于,克服现有技术发电机中存在的问题,提供一种无电刷三相同步发电机,其转子场绕组为正常节距集中排列形成,就电枢反应磁场的空间高次谐波成分而言,转子场绕组能保持很好的磁耦合。

5 根据本发明的一种方式,可提供一种无电刷三相同步发电机,它包括一个定子、一个定子激励绕组和一个带圆柱场系的转子,定子中含有一次发电绕组,定子激励绕组的极数为一次发电绕组极数的奇数倍,而转子的圆柱场系与一次发电绕组进行磁耦合,该同步发电机包括:

10 若干场绕组,它们按照正常节距绕组的形式绕在圆柱形场系上,且极数与一次发电绕组的极数相同;

环流器,在若干场绕组之间,每个环流器同一个中心场绕组相并联,在定子激励绕组产生的奇序空间高次谐波磁场的基础上,每个中心场绕组都形成一个一次场磁通;

15 整流器,它们同预定的若干场绕组串联,而不是与若干场绕组中的中心场绕组相串联,对于这些预定的场绕组,它们在奇序空间高次谐波磁场中感应出相同相位的电压,此电压与中心场绕组所感应的电压相位有一个预定的不同值,

其中,预定场绕组与整流器组成的串联电路分别同中心场绕组并
20 联起来,以提高各中心场绕组的一次场磁通产生更大的场磁势。

整流器可以为若干个二极管,每个二极管同一个预定场绕组相串联,而不是与中心场绕组串联。

整流器也可以是最后一个串接在预定场绕组上的二极管,它不是串接在中心场绕组上,这些预定场绕组形成一个 AC 分量回路。

25 环流器可由二极管构成。

参考附图,通过阐述本发明的优选实施方案,发明的上述及其它特征、优点将变得非常明显,其中:

附图 1 为常规无电刷三相同步发电机的电路图;

附图 2 为常规无电刷三相同步发电机的转子部分电路图;

30 附图 3 为本发明的无电刷三相同步发电机电路图;

附图 4 为本发明发电机一套转子绕组的电路图;

附图 5 电路图展示了三套转子绕组的接线形式;

附图 6 为常规发电机和本发明发电机的转子场绕组电流波形图;

附图 7 为本发明第二种实施方案的场绕组接线图;

附图 8 为本发明第三种实施方案的场绕组接线图;

附图 9 为本发明第四种实施方案的场绕组接线图。

- 5 现在参考附图, 讲述本发明无电刷三相同步发电机的几个优选实施方案。

附图 3、4、5 和 6 展示了本发明无电刷三相同步发电机 70 的第一种实施方案。附图 3 为本发明发电机 70 的电路图。如附图 3 所示, 本发明发电机 70 与附图 1 所示的常规发电机 40 其不同之处只在于转子侧 60。附图 4 画出了总数为三套的转子场绕组其中的一套电路图。附图 5 为另外一种电路详图, 它展示了三套转子绕组 $W_{f51}-W_{f59}$ 的接线形式。附图 6 则画出了本发明发电机及常规发电机场绕组内的电流波形图。

本发明发电机 70 的定子侧 41 与常规发电机是一样的。具体地讲, 15 定子 41 包括三相四极的一次发电绕组 42, 极数为 12 的定子激励绕组 43, 还有一个 DC 电源, 定子激励绕组的极数为一次发电绕组 42 极数的奇数倍, DC 电源带有若干个三相桥形连接二极管 49 和一个可变电阻 48。另一方面, 在转子侧 60 有若干个转子场绕组 50, 它们按正常节距集中地绕在一起, 其绕组极数与一次发电绕组 42 的极数相同。在此实
20 施例中, 极数为 4。在附图 1 所示的常规发电机 40 中, 转子场绕组 46 分别由相应的二极管 47 (D1-D7) 进行短接, 而本发明发电机 70 的转子场绕组 50 其连接方式却如附图 4 所示。假设转子铁芯的槽数为 36, 且绕在上面的场绕组为 4 极, 下面就来阐述转子的各个实施方案。在转子铁芯上, 每极分配 9 个槽。在跨过四个极时, 每一套场绕组均
25 绕在 12 个槽上。一共有三套这样的场绕组绕在转子铁芯上。

参考附图 5, 在圆柱形转子铁芯上绕有 9 个场绕组 $W_{f51}-W_{f59}$ (附图 3 中用数字 50 通用表示), 它们按正常节距集中地绕在一起, 由此而形成跨过半导体元件 D11-D19 的四个极。场绕组 W_{f51} 与 W_{f57} 作并联连接, 而且它们在三次空间谐波磁场中感应的相电压是相同的, 然后它们再并联在中心场绕组 W_{f54} 上, 中心场绕组 W_{f54} 的作用为有效地产生一次场磁通。在整过详述中, 词“中心场绕组”是指那些比其它场绕组产生更多一次场磁通的场绕组。类似地, 场绕组 W_{f52} 与 W_{f58} 并联后再并
30

联在中心场绕组 W_{f55} 上，而场绕组 W_{f53} 也是在与 W_{f59} 并联后再并联到中心场绕组 W_{f56} 上的。通常，半导体元件 D11 - D19 为一些类似于二极管的整流器。

进一步讲，通过画出静磁场的空间基波、三次空间谐波成份以及五次空间谐波成份，或者说是电枢反应磁场的空间谐波成份，附图 5 展示了绕在转子槽 S1 - S36 内场绕组 $W_{f51} - W_{f59}$ 的位置关系。在三次空间谐波磁场中，场绕组 W_{f51} 与 W_{f57} 的感应电压相位是一样的，而在若干按正常节距集中排列的场绕组之间， W_{f51} 与 W_{f57} 相互并联在一起，然后再与中心场绕组 W_{f54} 并联起来，且场绕组 W_{f54} 内的感应电压与上述电压是反相的。

现在，阐述一下上述结构无电刷三相同步发电机 70 的工作过程。在转子 60 开始转动后，由于转子铁芯的剩磁作用，一次发电绕组 42 内将感应出一个电动势。该电动势产生交变电流 (AC) 流入一次发电绕组 42，并流经 DC 电源 44 和定子激励绕组 43。在这个 AC 电流基础上，一次发电绕组 42 的周围将产生电枢反应磁场。流入定子激励绕组 43 的 DC 电流在 DC 电源 44 的作用下产生一个静磁场，该磁场位于定子激励绕组 43 的周围。电枢反应磁场与静磁场形成重迭的磁场，于是在转子 60 的各个场绕组 50 内感应出电动势来，对于电枢反应磁场和静磁场，上述场绕组都会与它们的所有奇序空间高次谐波成份进行磁耦合。由此而在场绕组 50 内感应出的电动势将分别通过相应的二极管 D11 - D19 进行半波整流，其获得的 DC 成份用来提高转子的场磁通。由于一次场磁通增加了，因此在定子一次发电绕组 42 内感应的电动势也会增加。通过这种方式，可以自建一个无载状态电压。至此，上述的工作过程同常规发电机是一样的。

如附图 4 所示，在本发明发电机中，场绕组 W_{f51} 与 W_{f57} 通过各自相应的二极管 D11 与 D17 (DC 转换电路) 并联在一起，而且它们感应的电压相位是相同的。并联后的场绕组 W_{f51} 和 W_{f57} 再并接在中心场绕组 W_{f54} 上，而中心场绕组 W_{f54} 的作用为有效地产生一次场磁通。诸如二极管之类的环流器 D14 同中心场绕组 W_{f54} 相并联。

流入场绕组 W_{f51} 与 W_{f57} 的电流分别由其相应的二极管 D11、D17 进行整流，由此得到的 DC 成份流入中心场绕组 W_{f54} ，从而有效地产生一次场磁通。由于上述 DC 成份及环流二极管 D14 的作用，就会有一个较

大的 DC 成份流入中心场绕组 W_{f54} ，因此，一次场磁通将由于磁势的增加而相应增加。所以，如附图 6 所示，同常规发电机相比，流入中心场绕组 W_{f54} 内的电流大大增加了，而且场绕组内的电流波形也平滑了许多，其原因是由于 DC 成份增加了。因此，既然磁势增加了，发电机的效率也就可以有效地得到提高。

继而，附图 7 展示了本发明场绕组的第二种实施方案。在本方案中，场绕组 W_{f51} 与 W_{f57} 内感应的相电压是一样的，首先，它们直接并联起来，以形成一个 AC 分量回路 80，然后通过二极管 D20 与中心场绕组 W_{f54} 相并联。应该注意，在本实施方案中，相同相位的场绕组是在直接并联后再通过最后的共同二极管 D20 与中心场绕组并接起来。由于本发明带有这种 AC 分量回路，所以在发电机连接单相负载时，AC 分量回路的场绕组之间就会流经一个环形电流，其原因在于，基于反向旋转磁场的上述场绕组其电流相位差为 120 度。因此，既然经过二极管 D20 流进中心场绕组 W_{f54} 的整流电流减小了，那么，由该绕组 W_{f54} 产生的场磁通也便相应有所降低，于是便防止了输出电压升至过高。另外，也防止了 AC 分量对场绕组的电流波形进行干扰，还可以防止自激现象所带来的过电压，而对于这种自激现象，它妨碍了场绕组起到阻尼线圈作用。

附图 8 展示了本发明场绕组电路的第三种实施方案。在本方案中，若干场绕组 $W_{f51} - W_{f59}$ 按正常节距集中地绕在一起，其中，场绕组 W_{f52} 与 W_{f59} 内感应的电压相位是相同的，该相位与中心场绕组 W_{f54} 在奇序空间高次谐波磁场内感应的电压相位有一个预定的度差，场绕组 W_{f52} 与 W_{f59} 通过其相应的二极管 D12、D19 并联起来。然后，并联的场绕组 W_{f52} 与 W_{f59} 再并接到中心场绕组 W_{f54} 上，而场绕组 W_{f54} 又并联有一个环流二极管 D14。

根据上述电路结构，流入中心场绕组 W_{f54} 的电流增加了，且其波形也平滑了许多，这同上述第一种实施方案是一样的。这里另外还有一些情况，就是发电机在实际中连接了负载时，要在中心场绕组 W_{f54} 电流与场绕组 W_{f52} 、 W_{f59} 的电流之间制造出一种相位差，在此，场绕组 W_{f52} 、 W_{f59} 均是同上述中心场绕组 W_{f54} 相并联的。尽管发电机在无载状态时存在相位差，但在实际中加上负载后，第三种实施方案就可利用上述考虑过的相位差将原来存在的相位差变至零。

同第二种实施方案一样，第三种实施方案的无电刷三相同步发电机也可带有一个 AC 分量回路，它由场绕组 W_{f52} 与 W_{f59} 组成。发电机接上单相负载后，场绕组将由于与反相旋转磁场相交连而产生双倍频率的 AC 分量，该 AC 分量可由上述结构的回路进行吸收，这样就可防止 AC 分量对电流进行干扰作用，而且，由于转子场绕组起到了阻尼线圈作用，所以又防止了转子场绕组自激现象所带来的过电压。

附图 9 展示了本发明的另一种实施方案，其中心场绕组 W_{f54} 分成两个次级中心场绕组 W_{f54a} 和 W_{f54b} ，一个接在场绕组 W_{f51} 上，而另一个则接在场绕组 W_{f57} 上。如果希望在槽 S1（其中带有场绕组 W_{f51} ）与槽 S7（其中带有场绕组 W_{f57} ）之间产生干涉的话，本实施方案将非常有利。

如上文所述，对于本发明的同步发电机，流入场绕组的电流原本是不能有效地产生场磁通的，但是，在它们经过二极管半波整流后，由此获得的 DC 成份可集中流到中心场绕组中去，于是就可有效地产生一次场磁通了，这样，流入中心场绕组的 DC 成份增加了，且电流波形也平滑了许多。由于电流平滑了许多，所以场磁势变得很大，且激励效率也得到了增加，由此大大提高了发电机的效率。

当发电机在实际中接上负载时，在中心场绕组电流相位和其它场绕组电流相位之间可能产生一个相位差，从理论上讲，其它场绕组内流经的电流相位是一样的。尽管在无载状态下存在一个相位差，但由于考虑了上述相位差，所以在负载状态时可以使相位达到相同。

通过提供一种由最后两个场绕组直接并联的电流回路，在发电机连接单相负载时，用它来吸收反向旋转磁场交联所产生的双倍频率 AC 分量，这样就可有效地防止 AC 分量带来的电流波形干扰，而且，由于转子场绕组起到了阻尼线圈作用，所以也防止了自激现象产生过电压。

应当理解，在讲述本发明优选实施方案时，只是采用了描述性的词语，而不是限制性词语，而且，在从属权利要求范围内可以作一些变化，但不会脱离本发明在权利要求中定义的真正范围。

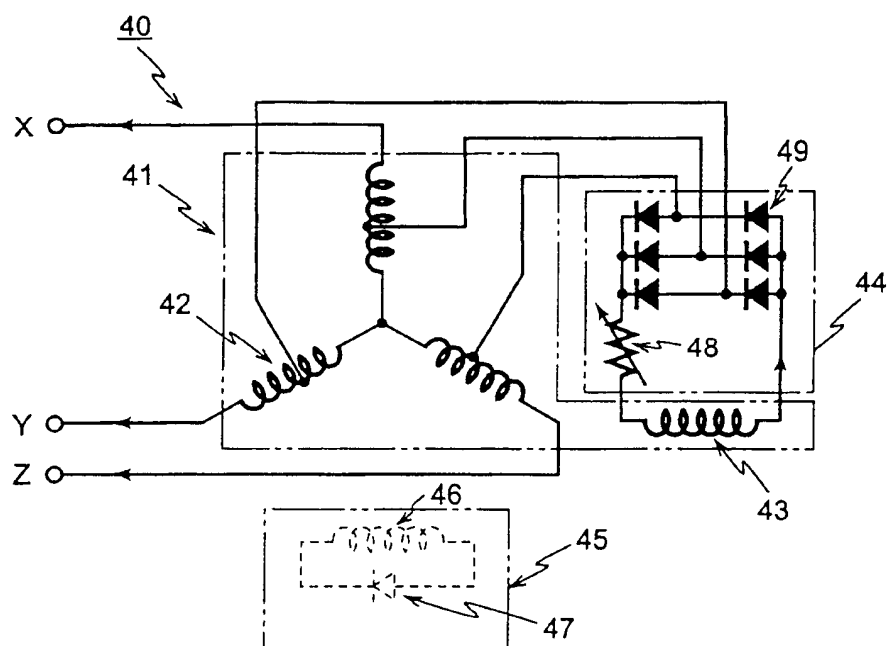


图 1
现有技术

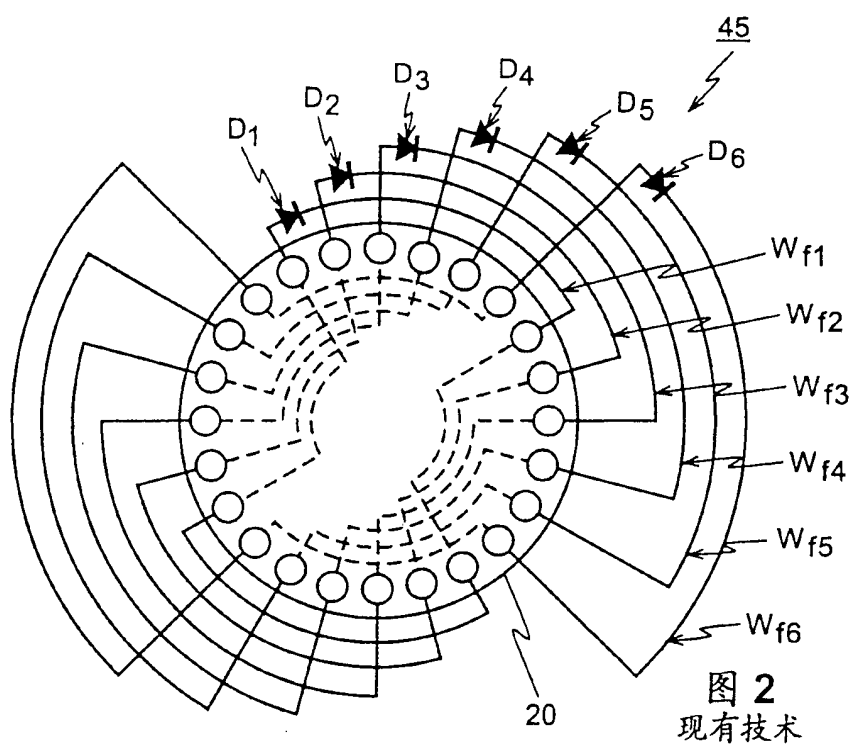


图 2
现有技术

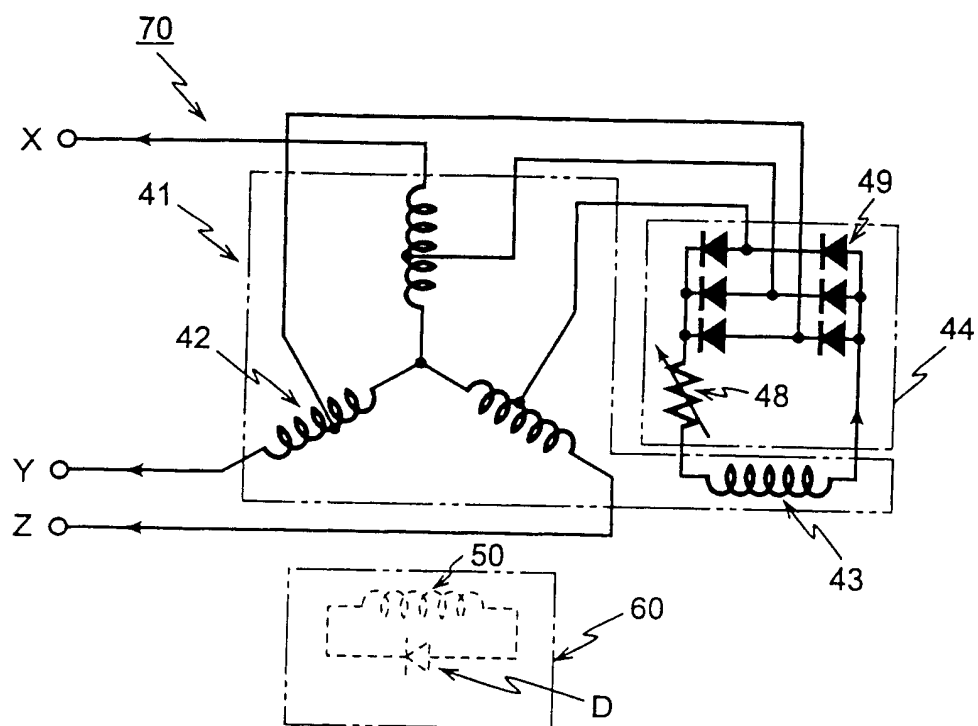


图 3

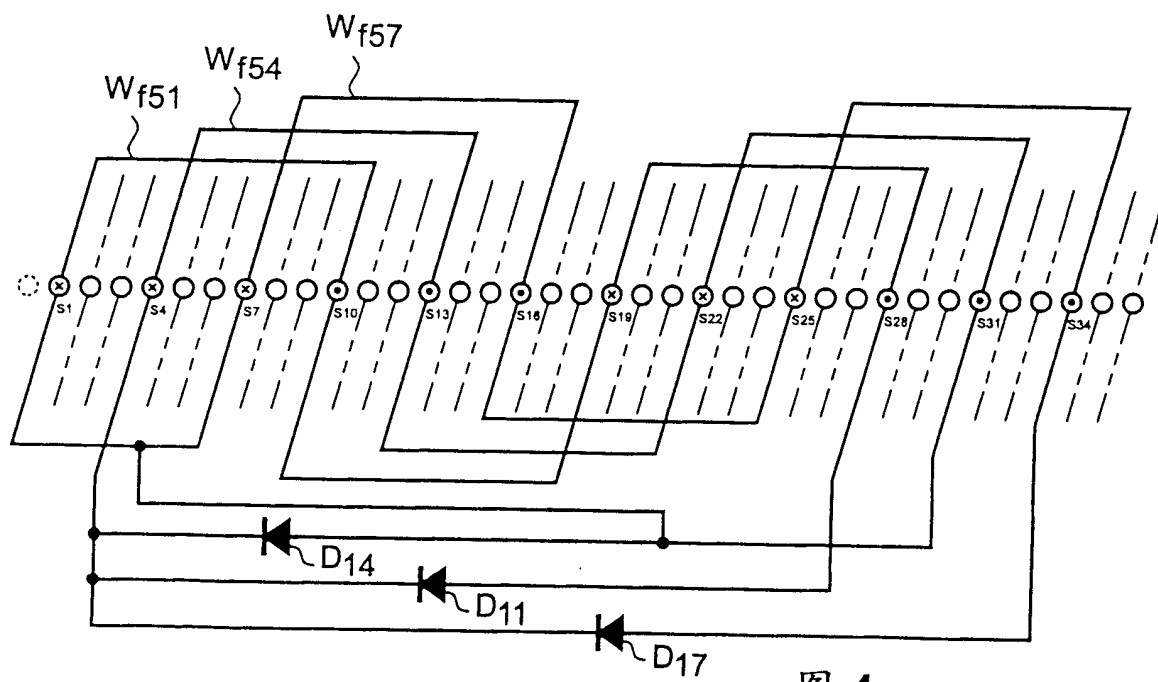


图 4

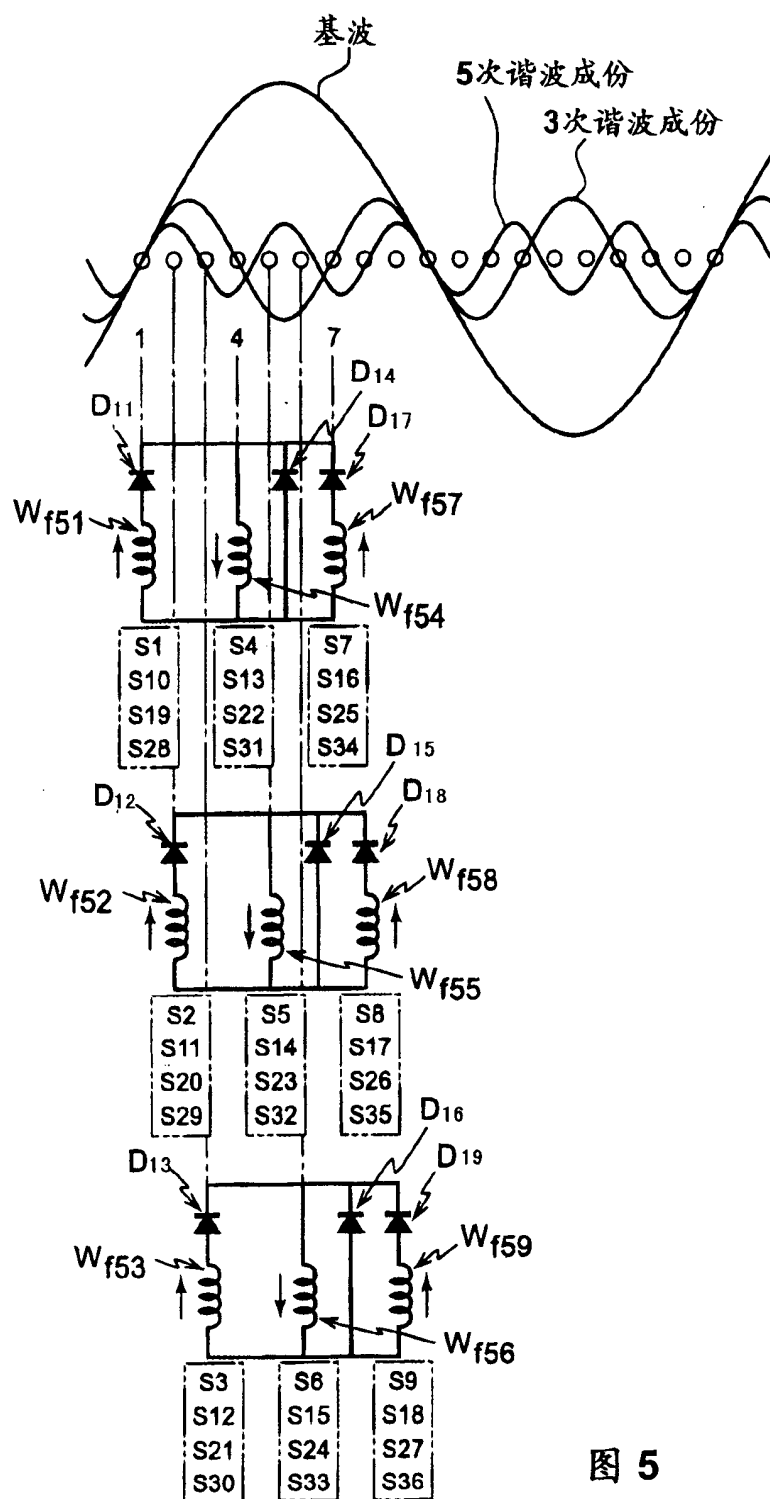


图 5

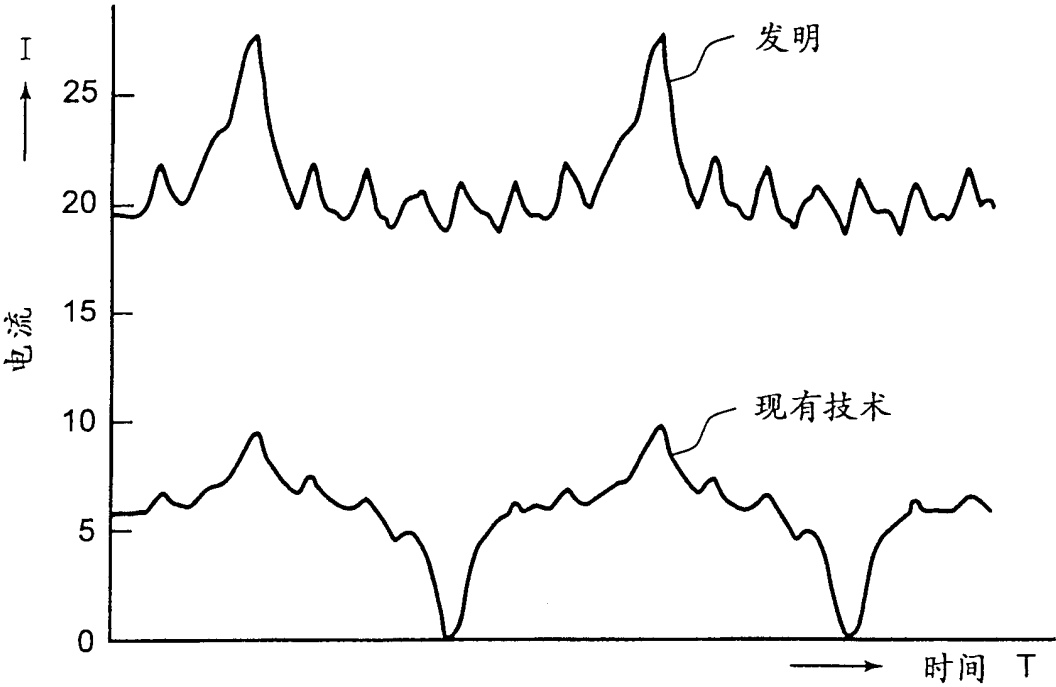


图 6

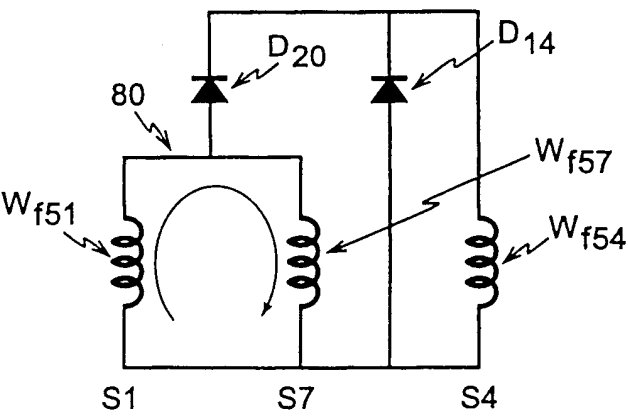


图 7

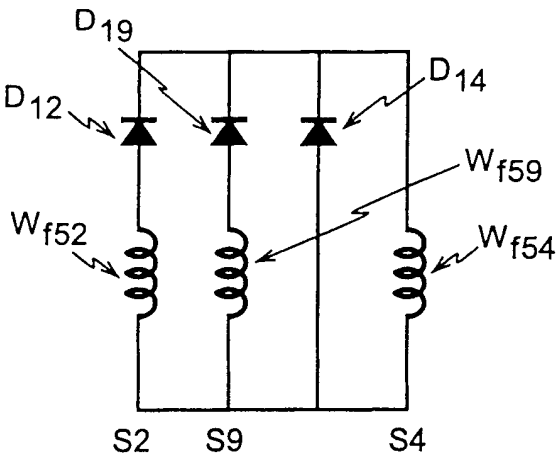


图 8

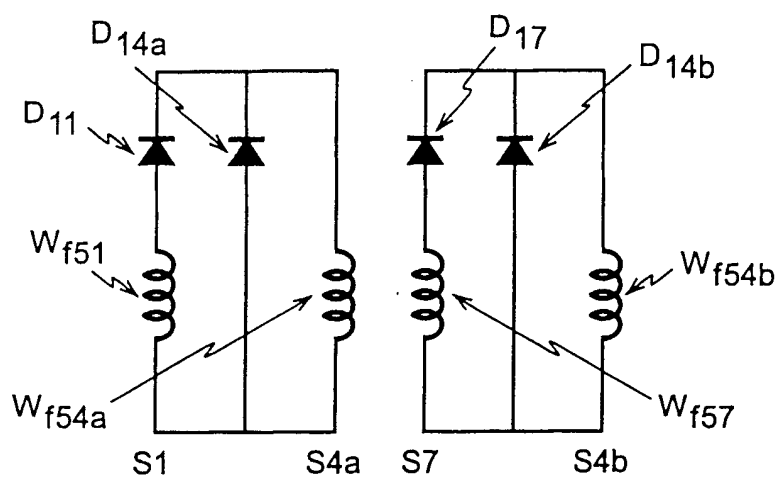


图 9