

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96192338.5

[45]授权公告日 2002年1月30日

[11]授权公告号 CN 1078767C

[22]申请日 1996.3.1 [24]颁证日 2002.1.30

[21]申请号 96192338.5

[30]优先权

[32]1995.3.3 [33]DE [31]19507489.0

[32]1995.3.3 [33]DE [31]19507490.4

[32]1995.3.29 [33]DE [31]19511434.5

[32]1995.11.15 [33]DE [31]29518104.4

[86]国际申请 PCT/EP96/00863 1996.3.1

[87]国际公布 WO96/27940 德 1996.9.12

[85]进入国家阶段日期 1997.9.3

[73]专利权人 罗尔夫·斯托斯曼

地址 联邦德国萨尔布吕肯

[72]发明人 罗尔夫·斯托斯曼

托马斯·斯托斯曼

[56]参考文献

US 4315171 1992. 2. 9 H02K3700

审查员 郑鸿飞

[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2页 说明书9页 附图页数4页

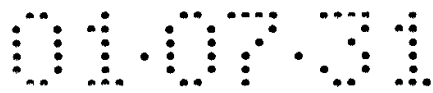
[54]发明名称 电机

[57]摘要

一种电机,具有用以产生在转子运动方向(3)连续的并各与整的磁周期相对应的磁场的它激转子结构(1),并具有沿转子结构连续布置的定子极(5),其特征在于:落在一个磁周期中的定子极数偏离一整数。通过偏离产生的,在磁场周期及定子极之间可变的错位至少部分地通过对定子极绕组相应的时间上错开的供电进行补偿。为了时间上错开的供电,设置了由一种多相供电电压产生另外供电电压相的电路。该电路是由定子极绕组的适当连接构成的,例如设置了由一三相供电电压产生另外电压相的、包括星形连接或/和三角形连接连接电路。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4



权 利 要 求 书

1.一种电机，具有用以产生在转子运动方向(3)连续的、并各与整的磁周期相对应的磁场的它激转子结构(1)，并具有沿转子结构连续布置的定子磁极(5)，其中落在一个磁周期中的定子极数偏离一整数，其特征在于：

通过偏离产生的，在磁场周期及定子极之间可变的错位至少部分地由对定子极绕组相应的时间上错开的供电进行补偿。

2.根据权利要求 1 的电机，其特征在于：为了时间上错开的供电，设置了由一种多相供电电压产生另外供电电压相的电路。

3.根据权利要求 2 的电机，其特征在于：该电路是由定子极绕组的适当连接构成的。

4.根据权利要求 3 的电机，其特征在于：设置了由一种三相电压产生另外电压相的包括星形连接或/和三角形连接的连接电路。

5.根据权利要求 1 至 4 中任一项的电机，其特征在于：转子极是由永久磁铁(2)构成的。

6.根据权利要求 1 的电机，其特征在于：设置了多个定子极组，每组具有相同数目的定子极(5)及每组由一种供电电压的多相供电。

7.根据权利要求 6 的电机，其特征在于：定子极组设有其数目与一种供电电压的相数相对应的定子极(5)。

8.根据权利要求 6 的电机，其特征在于：一个定子极组的每个定子极(5)各具有一个绕组，用于每一供电电压相。

9.一种电机，具有用以产生在转子运动方向(3)连续的并各与整的磁周期相对应的磁场的它激转子结构(1)，并具有与这些磁场对应的连续布置的定子极，其特征在于：

连续的、各与整的磁周期相对应的磁场是通过具有交替的一个北磁极和一个南磁极的永久磁铁段构成的，其中在永久磁铁段之间设有隔离间隙，这些隔离间隙相对于转子运动方向以交替相反的倾斜角度倾斜地延伸。

10.根据权利要求 9 的电机,其特征在於:该隔离间隙是一个单一的,连续的隔离间隙(9)的一部分,通过隔离间隙(9)使在运动方向延伸的包括永久磁铁段的磁体(7, 8)彼此隔开,在磁体中一个包括用于北极的磁铁部件,另一个包括用于南极的磁铁部件。

11.根据权利要求 10 的电机,其特征在於:该连续的隔离间隙具有一个正弦曲线(9b)或梯形曲线(9c)的形状。

12.根据权利要求 9 至 11 中任一项的电机,其特征在於:隔离间隙(6)及连续的间隙(9)其间隙宽度是变化的。

13.根据权利要求 9 的电机,其特征在於:在构成一种电或/和机械上不对称的电机结构的情况下从相应于连续磁场的定子极排中去掉一个或多个定子极。

说 明 书

电 机

本发明涉及一种具有用以产生在转子运动方向连续的并各与整磁周期相对应的磁场的它激转子结构,并具有沿转子结构连续布置的定子磁极的电机。

已经公知了一种具有一个它激转子(或定子,在此情况下转子及定子的概念在意义上可互换)的这样一种电机,其中与整的磁周期相对应的磁场由单个彼此隔开的磁极,即一个北极和一个南极(每磁周期)构成的。与由转子极对构成的磁场数相对应地,设置了在定子极布置及数目上相一致的定子极组,以使得处于每个转子极对下面的是与其相一致的定子极布置。作为转子极例如可采用永久磁铁。

在这类电机中,由于漏磁通、尤其是由于转子极间的间隙,将构成这样一种转子磁场,即在转子相对转子运动时将产生作用于转子极上的力的非线性变化,该力依赖于在磁极上存在的磁场量值的和。最后由此产生了一种自槽特性(Eigenrast-verhalten),即出现了一种自持力矩(也称齿槽力矩或齿槽效应(cogging))。在低速的空载情况下该自槽特性尤为明显。该效应的出现尤其是因为:在转子磁场的各个磁周期内持续相同的状况使这些非线性变化的力在定子或转子的整个长度上相加。与自槽特性相关地也产生出这种电机的另外缺点,如不安静的运行,振动,电机必须以最小转数运行等。

因为在定子及转子极形状的变化方面规定有窄的极限,自持力矩的减小仅能借助于极或叠片的调整,空气隙的加大或通过专门构成的极头形状来实现。然而,通过所述这些措施会影响电机运行参数,以致通过这些措施在其自槽特性上改善了电机表现为一种不佳的折衷。

本发明的任务在于:创造一种本文开头所述类型的电机,它能消除或至少降低自持力矩。

根据本发明的对该任务的第一解决方案设置了一种电机,其特征是,落在一个磁周期中的定子极数偏离一整数。

根据本发明的方案,获得了与各个整磁周期相应的磁场相对的各种定子极结构,使得作用于转子极的非线性变化的可导致自持力矩的力不会在定子或转长度上多倍地相叠加,而是相反地通过减小或消除自持力矩而相抵消。与落在一个磁周期中定子极的偏离整数的极数相应地,在各个与整磁周期相应的磁场及与此相对设置的定子极之间获得了可变的错位,以使得在不同的转子极上施加不同的校准力,它们通过定子或转子的长度或圆周可以相互抵消。

通过偏离整数,可以避免定子极相对转子或定子长度内的磁场周期的空间布置上的周期性。由此不会出现在磁场和定子极之间的空间关系的任何重复,以致也不会出现任何增强齿槽力矩的累加效应。

有利的是,在根据本发明的电机结构中可完全应用标准的材料及构件。

在一个有利的本发明实施形式中,设置对定子极时间上错开的供电,用于补偿由于落在一个磁场周期中的定子极数偏离整数所产生的磁场和定子极之间变化的空间错位。通过该措施可以补偿对电机功率的不利影响,因为通过考虑到错位的在时间上错开的供电,使定子极与其错位无关地对产生电机转矩的总力作出贡献。

根据本发明解决上述任务的另一种电机的特征在于:连续的并与整数的磁周期相对应的磁场是通过交替具有一个北极和一个南极的永久磁铁段构成的,其中在永久磁铁段之间设有隔离间隙,这些隔离间隙相对于转子运动方向以交替相反的倾斜角度倾斜地延伸。

同时通过根据本发明的该方案将达到均衡的效果,其中由于隔离间隙的延伸变化而产生的可构成自持力矩的力彼此至少部分地抵消。

在另一个根据本发明的解决方案的有利构型中规定:隔离间隙是一个单一的连续隔离间隙的一部分,通过该连续的隔离间隙使在运动方向上连续延伸的包括永久磁铁段的磁体彼此隔开,其中磁体

的一个包括用于北极的磁铁部件,另一个包括用于南极的磁铁部件。所述连续的隔离间隔尤其可为正弦曲线型。通过该连续的隔离间隙使相反极之间的磁场变化的不连续性得到适当补偿,这就促使自持力矩的进一步减小。

本发明的其它有利构型的可能性可由从属权利要求中得到。

现在将借助于实施例及涉及这些实施例的附图来详细解释及描述本发明。附图为:

图 1:本发明的第一实施例;

图 2:用于解释图 1 中所示第一实施例的一个转子极对与定子极组相一致的电机的示图;

图 3:在垂直于图 1 前视图的观察方向上的图 1 中的实施例(剖视图);

图 4:根据本发明的电机的第二实施例;

图 5:根据本发明的电机的第三实施例;

图 6:沿图 5 剖线 1-1 的图 5 中实施例的剖视图;及

图 7:根据本发明电机的第四实施例。

在图 1 至 3 中用标号 1 表示一个电机的转子。该转子包括永久磁铁 2。这些永久磁铁 2 相对于以双箭头 3 所示的转子运动方向彼此以恒定间距排成行。与转子 1 的北极和南极 2 相对置地设置了一个定子 4,它具有定子极 5,定子极在转子 1 运动方向上彼此以恒定间隔排成行。定子极 5 设有未在图 1 至 3 中表示出的定子绕组。

为了简化起见,在图 1 至 3 中描绘了一个线性电机。但这些图也可看成是一个旋转电机的转子和定子的展开。根据图 1 中所示的实施例该电机共具有二十个磁铁,以构成十个、每个包含一个北极及一个南极的转子极对。相对这十个、每个由一磁场周期构成的转子极对总共设置了二十七七个定子极,以使得在落在一个转子极对中的定子极数为非整数 2.7。在根据图 2 的示图中转子包括九个转子极对。这里落在一个转子极对中的定子极数为 3。

如从图 1 及 2 的比较中可以明显看出,在定子极数与转子极对数的商为整数的情况下,得到沿定子或转子长度上重复出现的定子

极和转子极对之间的空间关系,而在该商偏离整数的情况下,在定子极和永久磁铁之间出现了由一个定子到另一定子变化的错位。因此在图 1 所示的实施例中,在定子长度内不能产生永久磁铁和定子极之间周期性重复出现的空间关系。

在图 1 及 3 中所示实施例的电机的定子极的供电是借助三相交流电源电压来实现的,其中以字母 R 表示的定子极的绕组位于交流供电电压的 0° 相位,以字母 S 表示的定子极的绕组位于 120° 相位,及以字母 T 表示的定子极的绕组位于 240° 相位。以字母 R', S' 及 T' 表示的定子极的绕组是一种错极连接方式,在最简单的情况下借助这样连接的简单错极,即由三个所述的相位对于这些绕组产生另外的相位,其中以 T' 表示的定子极的绕组位于 60° 相位,以 R' 表示的定子极的绕组位于 180° 相位,及以 S' 表示的定子极的绕组位于 300° 相位。由此对所有定子极的供电提供了六种不同的相位,它们相对于三相交流电源电压的相位跃变减半。

在图 1 及 3 中所示电机运行时,定子极相对转子极对的错位变化用于使作用于相应转子极上的这些会导致自持力矩的力得以抵消。而相反在图 2 所示的电机的情况下,其中在每三个定子极后将重复出现转子和定子极之间的相同空间关系,所有的力作用在同一方向上,就产生了自持力矩。

另一方面,定子极相对转子极变化的错位还导致,三相供电电压的极相位在经过一定的定子或转子长度后不再与刚经过的磁周期内的相应定子空间位置相适应,因为在磁周期内的定子极的相似位置是对穿过定子极上的绕组的磁通变化过程起主要作用的,并通过它的时间导数对绕组中的电压变化过程起主要作用。

这里将这样来达到平衡,即通过以星形连接布置的定子极绕组的适当改接,使定子极的一部分以相对三相交流电源电压总是错开 60° 的相位供电。由此相对于交流供电电压仅有的三个初始相位提供了更细的调节,它适应于定子极相对转子极变化的错位,使得在转子长度上作用于转子磁极以产生电机转矩的力形成近似相等的分布,这就使尽管有了上述极的错位也不会对电机运行带来不利影响。

在图 1 和 3 所示实施例的情况下还会产生的误差角度由下表给出：

其中为 6 相, 27 个定子极, 10 个转子极对或 20 个转子极的电机, 图示的静止状态, 定子极 1 = 0° = 参考相位 R, 所有角度的单位为度,

定子极	机械角度	电角度	相	误差角度
1	0.000	0.000	R	0.000
2	13.333	133.333	S	13.333
3	26.667	266.667	T	26.667
4	40.000	40.000	R	40.000
5	53.333	173.333	S	53.333
6	66.667	306.667	S'	6.667
7	80.000	80.000	T'	20.000
8	93.333	213.333	R'	33.333
9	106.667	346.667	S'	46.667
10	120.000	120.000	S	0.000
11	133.333	253.333	T	13.333
12	146.667	26.667	R	26.667
13	160.000	160.000	S	40.000
14	173.333	293.333	T	53.333
15	186.667	66.667	T'	6.667
16	200.000	200.000	R'	20.000
17	213.333	333.333	S'	33.333
18	226.667	106.667	T'	46.667
19	240.000	240.000	T	0.000
20	253.333	13.333	R	13.333
21	266.667	146.667	S	26.667
22	280.000	280.000	T	40.000
23	293.333	53.333	R	53.333
24	306.667	186.667	R'	6.667

25	320.000	320.000	S'	20.000
26	333.333	93.333	T'	33.333
27	346.667	226.667	R'	46.667

由上表可以看出,在所涉及的该实施例的情况下最大的可能误差角度达不到 60° 。

在表中给出的误差角度的进一步减小是可能的,这时对电机将设置一种组合的绕组。在目前三相系统的该例中,例如可共同使用星形及三角形的连接。在三角形连接时,绕组电压为级联的线电压,即两个相电压的差。由此除形成幅值较大的绕组电压外也形成了对星形系统 30° 的相移。因此与上述星形连接一起可获得总共十二个相位,这就是说,在利用这种系统时最大的电角度误差可下降到30度即 $\pm 15^\circ$ 。将找到合适的连接,这时对于一个定子极的错位总是选择最合适的相位,即具有最小相位偏差的相位。对绕制绕组仅要注意:甚至电相移仅是微不足道的绕组也不能并联,而要串联,因为否则将流过大的平衡电流。如果在相应的相内涉及多个这样的电相移的绕组,则这将另外导致总相电压正弦基波合乎要求的比重。这种通过单独相移所描述的同步比不是以所述方式错位的极布置更减弱了总电压的高次谐波分量。

所述的这种效应在多极的电机上更体现其优越性,因为那里用于自槽特性的细小极错位极大地减少了并有多个极参与相电压。属于此类的电机例如有低速运行的电机,具有大转子直径的电机,如牵引电动机及伺服电动机。

在图4至7所示的另外实施例中,相同的或功能相同的部分用相同的标号来表示,但带有字母a, b及c。

在图4所示的实施例中,与转子1a相连接的永久磁铁2a在相应于箭头3a的转子运行方向上彼此排成行,其中交替地排列着由一个北磁极及一个南磁极构成的永久磁铁段。通过一个极对构成与一完整磁周期对应的转子磁场。在各个永久磁铁2a之间设有隔离间隙,它相对运动方向倾斜地延伸,并同时交替地以相对运动方向3a

相反的角度倾斜。在永久磁铁 2a 的对面放置了定子极 5a, 其中三个定子极 5a 的一组落在每个转子极对中。一组中的定子极总是由三相交流电压供电, 其中每个定子极设有一个绕组用于三相中的一相。

通过以相对运动方向相反的倾斜角使隔离间隙倾斜延伸同样地达到自持力矩的减小, 这时产生自持力矩的作用于转子极的力相抵消。

图 5 及 6 中的实施例与以上实施例的区别在于, 在永久磁铁之间没有构成多个隔离间隙, 而是在沿转子 1b 的运动方向 3b 上延伸的磁体 7 和 8 之间构成一个单一连续的隔离间隙 9。磁体 7 用于构成南磁极, 而磁体 8 设来构成北磁极。该连续的隔离间隙具有正弦曲线形状。在图 7 的实施例中, 该正弦状的隔离间隙 9 被梯形状的隔离间隙 9c 取代。在图 5 至 7 所示具有不间断的隔离间隙 9 的实施例中, 与图 4 结构不同, 将不会出现由于隔离间隙的不连续所产生的不连续性。通过与运动方向相交的间隙位置的变化, 将能通过穿过定子极的在转子极上产生的带有符号的磁场分量相加使产生的穿过定子的定子磁通变化。由此通过相对于转子位置的间隙位置的适当周期性变化可以对于定子极中的附加变化及相供电的函数变化调整到理想的曲线形状。也可与此无关地, 通过两个转子极面的变化, 转子及定子极之间的磁场量相加使作用于定子极的力与转子位置相关地变化, 以便影响电机的自槽特性, 而不需要专门的定子极形状。

只要设计要求完全与齿槽力矩无关地工作, 就必须在任意的转子位置时仅仅从转子角度来看是有效的磁场量通常在一个确定的时间间隔中保持恒定。作为设计原则, 在一个时间间隔中两个转子极的有效磁场分量约正比于上述的磁场分量。通过在运动中使上述磁场量持续保持恒定, 也可使作用在定子极上的力保持恒定, 以便能使自持力矩完全被排除。

相反地, 极面分量的差及作用于极上磁场的和(根据定义, 北极构成正磁场矢量及南极构成负磁场矢量)确定了通过整个相关定子极的向外的主要剩余磁通, 该磁通的时间导数则正比于例如在极上设置的绕组的电压。因此, 适当地排列转子极和适当地构成随转子

位置而变的间隙变化用于产生一定的磁通变化,它最终造就了各相上最理想的电流及电压变化曲线。

所述的关系可以从图 6 中看出。由转子极产生的两部分磁通中的一个确定部分仅通过极头部分,并由此补偿了通过磁极的整个磁通。但同时,它与转子位置及隔离间隙位置无关地持续维持了作用在极上的力并使其保持恒定。相反地,补偿后所剩余的图示总磁通直接地与隔离间隙位置有关,并将例如在极绕组中起作用。这些准则可被多种定子极形状满足。在一种简单且成本合算的解决方案的情况下,仅是趋近于确定的曲线形状。例如在图 7 中所示的隔离间隙就是图 4 中所示正弦状隔离间隙的一种近似。容易看出,这种方案对电机的其余功率参数毫无影响,但可完全地排除自持力矩。

通过连续的隔离间隙产生的磁通损失通常要比上述用来减小自持力矩的公知的措施例如通过调整、加大空气隙等产生的小得多。

在图 4 所示实施例的情况下,通过中断隔离间隙及由此产生的非连续性,虽然还能产生小的齿槽力矩,但相对而言在该结构情况下可达到电机的最大可能功率值。在该图示的实施例中,定子体中的对称性间断对电机性能也不会产生通常会有副作用。尤其是直线电机相对旋转电机而言在运动方向上具有有限定子长度,因此可从提供的可能性中获益。另外可能的构型涉及在定子空出的区域中某些结构部件的布置。这例如包括制动装置,它直接地作用于转子直径,并因此在小的操作力的情况下产生大的制动力矩。再另外的构型涉及对该空间中存在的几乎不受定子磁场影响的转子磁场进行检测或影响。另外可以在此空间中置入受转子磁场影响的或影响转子磁场的部件。有利的是,在那里设置转子位置检测装置,它包括对磁敏感的半导体器件,尤其是霍尔传感器,并且就这样没有单独的专门极结构也行。但转子磁场的影响也会带来优点,该作用可能与频率有关,如在旋转制动器的情况下,但也可与位置有关且是周期性的,如在铁磁部件的附加磁极的情况下,它们通过相应的构型可以产生自身的、所需的槽性能。

以此方式例如可以为了最大转矩而利用图 4 的极结构,同时采

用适当的影响转子磁场的结构使还可能出现的不自持力矩得到补偿。

在所述的电机实施例中每相仅需要每个磁周期一个定子极。为了在定子极中产生最大的磁通,预定的转子极宽度必须至少与定子同样宽。但因为仅采用了二个转子极,因此极区相当窄。由此比在永磁电机情况下使用的磁性材料大大地减少。通过各相在电机中均匀地分布的对称的结构,对于容差及噪声形成的敏感性很小。

因为每个定子极仅携有一个绕组,在需要时该绕组可最佳地预制造出来并随后单独地安装。

各个定子极结构紧凑,其上放置的绕组在绕组长度上作成尽可能短,其中绕组头应保持极小,使在小重量及小结构形状的情况下电机的效率高。

图1及3中所示的电机还可通过转子极的一定构型来影响其工作性能。例如可以对转子极进行简单调整,在保持最大功率参数的情况下使之适应于供电电源的波形,并使自槽力矩进一步减小。

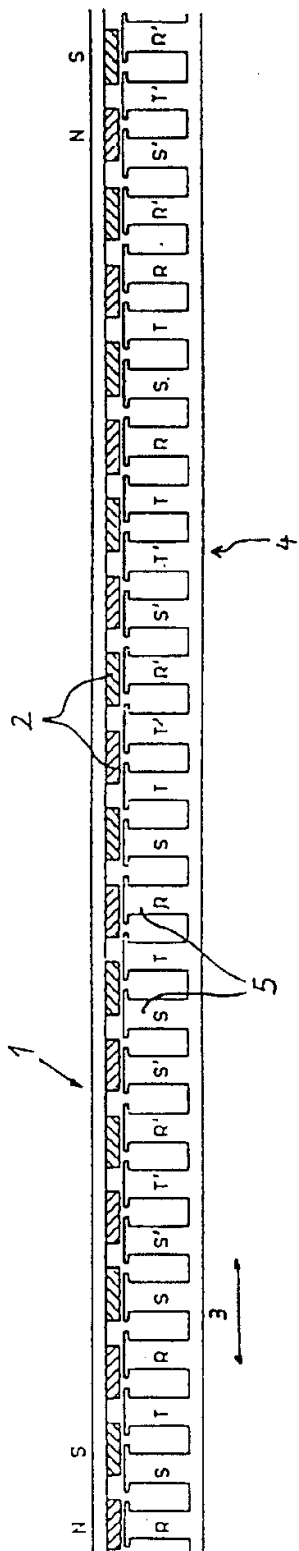


图 1

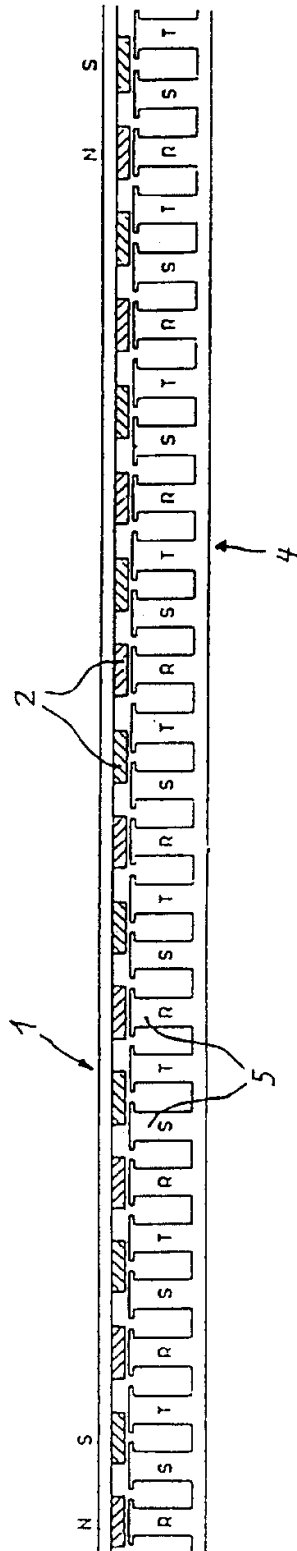


图 2

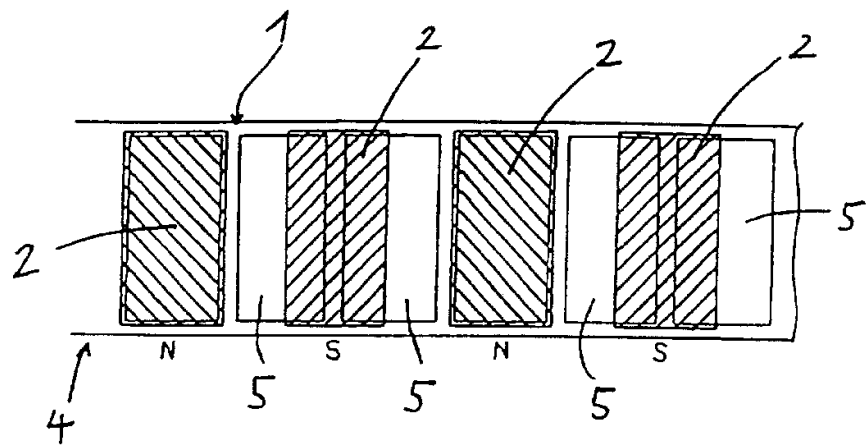


图 3

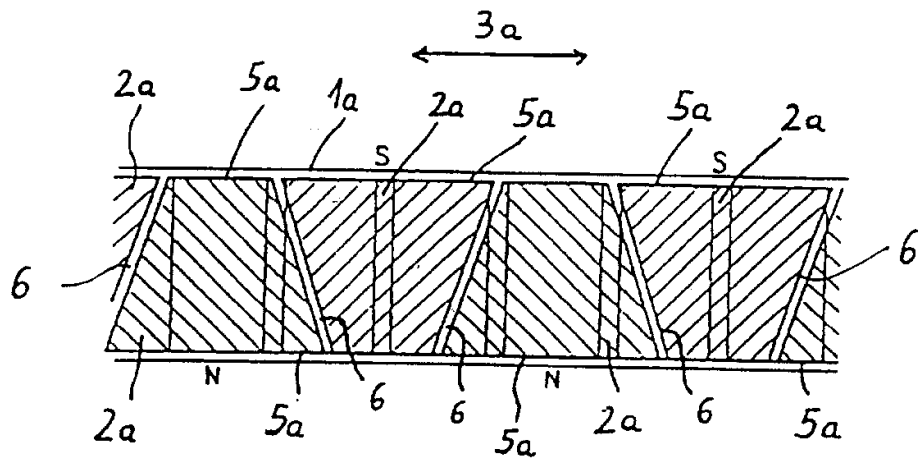


图 4

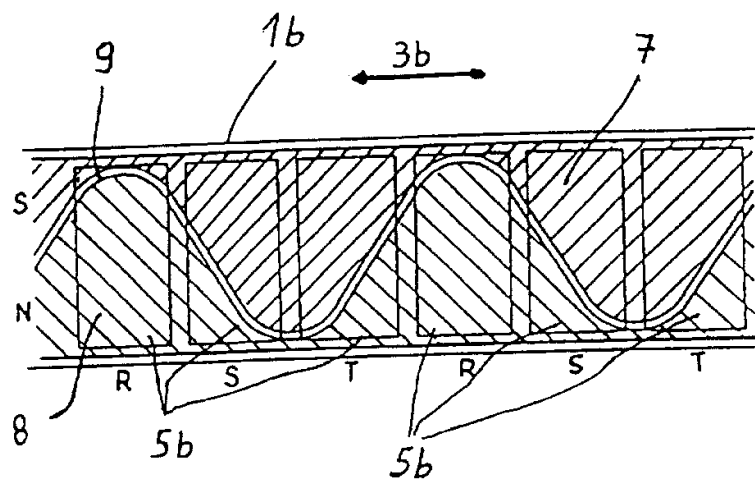


图 5

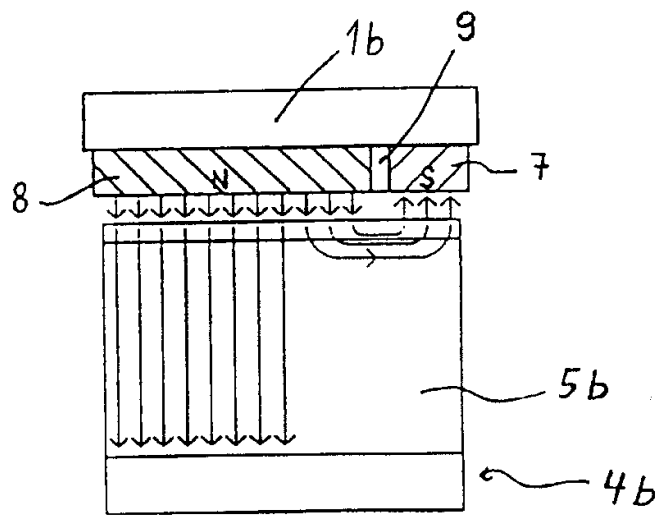


图 6

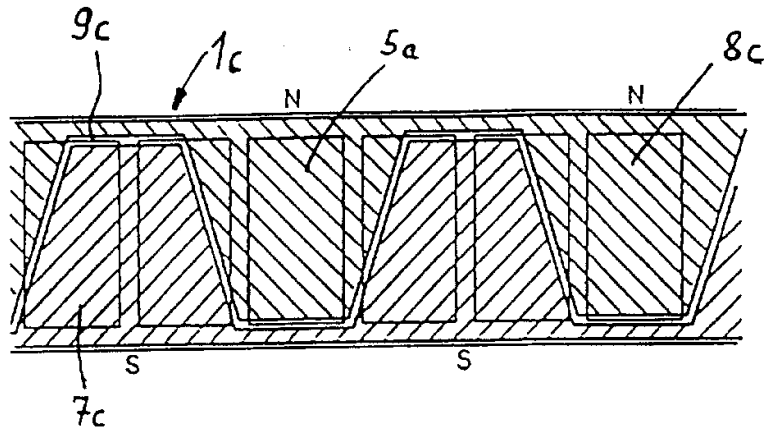


图 7