



[12] 发明专利说明书

[21] 专利号 ZL 87104033

[51]Int.Cl³

H02K 16/00

[45]授权公告日 1993年9月29日

[24]颁证日 93.7.17

[21]申请号 87104033.6

[22]申请日 87.6.2

[30]优先权

[32]86.6.2 [33]JP [31]128314 / 86

[73]专利权人 株式会社佐竹制作所

地 址 日本东京

[72]发明人 佐竹利彦

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

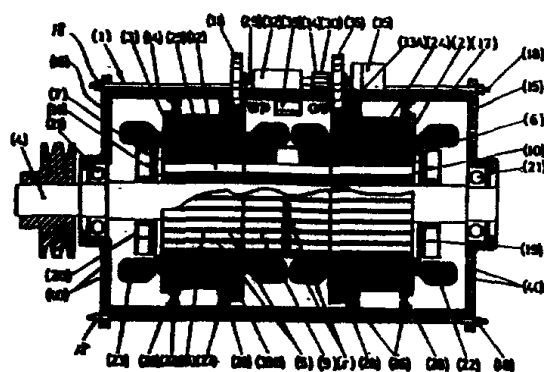
代理人 王忠忠 何关元

说明书页数: 附图页数:

[54]发明名称 可调速感应电动机

[57]摘要

该电动机具有一个制成一个整体的转子 (8) 和多个定子 (24、25)。转子具有多个转子铁心 (2、3) 和彼此相互连接的多个导电元件 (5)。各定子则具有各自的定子绕组 (22、23)。各定子绕组串联连接。各导电元件则由连接元件 (r) 在气隙处或配置在转子铁心之间的非磁性心件处短接起来。多个定子中的至少其中一个与移相器连接。提供与各定子绕组具有一定相位的电压, 从而可以在宽广的转速范围内轻易调速, 并保持优异的转矩特性和效率。



权利要求书

1.一种可控调速的感应电动机,包括:

一个转子、形成一个整体,具有多个装在一根公共轴上的转子铁心,各转子铁心之间配置有预定的非磁心部分,所述各转子铁心上分别装有多个互相连接的导电元件;

多个定子,环绕地面对所述各转子铁心并排配置有多个定子铁心,所述各定子铁心上分别绕有定子绕组;以及

相移装置,用以在面面对所述多个定子其中之一的所述导电元件的各部分上的感应电压与面面对所述定子其中另一个的所述导电元件的对应部分上的感应电压之间产生相位差;

所述感应电动机的特征在于,连接元件由电阻材料组成,在配置于所述转子铁心之间的所述非磁心部分短接所述导电元件,所述各定子绕组始终相对于电源串联连接。

2.一种根据权利要求1的可控调速感应电动机,其特征在于:所述相移装置包括用以使所述多个定子的其中至少一个定子相对于与所述转子共轴的另一个定子而转动的装置,从而使面面对所述多个定子的所述导电元件的各部分的感应电压的相位角的角位移可以在从 0° 至 180° 的范围内连续调节。

3.一种根据权利要求1的可控调速感应电动机,其特征在于:所述相移装置包括配置在所述多个定子其中至少一个定子的定子绕组,该另一个定子的定子绕组和电源之间的多个相位变换开关,从而使面面对所述多个定子的所述导电元件的各部分的感应电压的相位角的角位移可以分段调节。

4.一种根据权利要求1的可控调速感应电动机,其特征在于:所述相移装置包括用以使所述多个定子的其中至少一个定子相对于所述公共轴上的另一个定子而转动的装置,以及包括配置在所述多个定子的其中至少一个定子的定子绕组,该另一个定子的定子绕组和电源之间的多个相位变换开关。

5.一种根据权利要求1的可控调速感应电动机,其特征在于:绕在各定子铁心上的所述定子绕组设有若干能将导线的接线变换成三角形接法或星形接法的开关。

本发明是关于一种可调速的感应电动机,该感应电动机具有良好的转矩特性,效率高,转速易于调节。

一般调节感应电动机转速的方法之一是改变电源的频率。虽然这种方法可在宽转速范围内连续调速,但需要一个高价的变频器。此外,这种变频器在将交流电流变换成直流电流和再变换成交流电流时可能产生高谐波噪音和其它电磁波,这些高谐波噪音和电磁波若流入工业用的电力线路就会产生各种高谐波噪音问题,使电子计算机或其它电子设备误操作,使电容器发热等等。高谐波噪音问题是通过设置适当的高频滤波器加以解决的,但这方面的开销也是很大的。而且这个方法还有这样的缺点,即通常电动机低速运转时效率不高。

在感应电动机运转过程中改变其极数的方法确实可以调节感应电动机的转速,但那只能是有级调速,因而这种调速既不连续也不平滑。

改变电源电压的方法倒是可以达到连续调速的目的。但这个方法有一个缺点,即电动机在低速范围内运转时效率低。

改变接入绕线转子式电动机中辅助电阻以改变转差率的方法是较容易进行连续调速的,但由于转子绕组电路中从外部通过电刷和滑环接入了一个电阻,就有这样一个缺点,即需要对这些电刷和滑环定期进行检查和细心维护。在鼠笼转子式感应电动机中有这样一个问题:它不能采用改变辅助电阻的方法进行调速。

试图解决上述问题的先有技术确是有的。例如,未经审查的29005/1979号日本专利公开就揭示了这样一种装置,在该装置中,各鼠笼导体系这样配置,使它们沿一对转子铁心延伸,再将这些导体两端分别用短路环短接,此外还以这样的方式配置一个高值电阻器,使得各鼠笼导体在该两转子铁心之间的导体中间部位处于短接状态。在与相应各转子铁心分开的定子上设有若干绕组。这种鼠笼转子感应电动机在起动时,各定子绕组之间的相位相差 180° 度,但在电动机起动之后的运行过程中,各相位经倒相后变成彼此同相。由于电动机起动时定子绕组之间的相位位移了 180° 度,起动转矩增加,因而改善了电动机的起动特性。但在正常

运转条件下, 由于各定子绕组处于同相位, 电动机在正常的转矩特性下运转。因此, 尽管可以认为起动特性有所改善, 但这种电动机的转速是不可调的, 因而不能作为负荷要求变速的驱动电动机。

未经审查的 29005/1979 号日本专利公开包括这样一个实例: 为缓和电动机如不采用该实例的作法从起动过渡到正常运转时转矩突然变化所引起的振动, 令其各定子绕组短时间串联接到电源线路上, 以此作为电动机到达满载运转的一个中间步骤。这种方案只局限于旋转磁场的相位移为 0 度或 180 度的情况, 而且其目的决不是为了变速。当转换成串联接线时, 加到定子上的电压减半, 这就是说, 转矩减到 1/4。显然用该公布的专利申请书所公开的方案是不可能进行调速的。

因此, 虽然未经审查的 29005/1979 号日本专利公开引用了串联连接的作法, 声明: “……可以作为中间步骤使定子绕组与供电电路的连接在串联连接与并联连接之间切换”, 但必须考虑的是, 这种串联连接与调速的目的无关, 也无助于达到调速的目的。

未经审查的 86807/1974 号日本专利公开揭示了一种具有鼠笼转子和多相定子绕组的异步电动机。该电动机包括若干导电条、短路端环和铁磁层。定子被划分成第一绕组和第二绕组。这些第一和第二绕组共轴配置, 彼此毗邻, 且毗邻转子的各不同部分, 可以供给同频率的交流电流。还配备有通过定子第二绕组改变在转子绕组中感应产生的电能用的装置。这种电动机无论用机械方法或电气方法都可以在定子的两个分开的部分之间产生相位差, 而且可将转子的转速调节到某种程度。但除了定子两个分开的部分之间的相角处于同相位期间之外, 电动机的转矩是如此之小, 以致电动机的负荷增大时, 电动机即刻停下来, 这使电动机不实用。因此这种电动机不适用于在负载情况下电动机需要反复经常地起动停止的场合, 这就是说, 这种电动机还解决不了上述问题。

本发明的目的是解决先有技术存在的上述问题, 达到即使将上述未经审查的 29005/1979 号和 86807/1974 号日本专利公开结合起来也无法达到的效益, 例如, 获取特殊的转矩特性, 以平滑调速方式在宽调速范围内能调整任何所需的转速, 并能在任何所希望的转矩下起动电动机等等。本发

明的调速感应电动机, 转矩特性优异, 效率高, 这是因为本发明在电动机从起动到满载运转整个广阔转速范围内施加了致相当于电动机满载运转时所施加的额定电流所致。

本发明的可调速感应电动机可接单相电源, 也可接三相电源而使用。转子的型式通常可以是任何类型, 例如鼠笼型、双鼠笼型、深槽鼠笼型、特殊鼠笼型或绕线型等。本发明说明书中提到的导体或导电元件通常是指那些配置在鼠笼型转子铁心中的导体或导电元件, 和绕在绕线型转子铁心上的绕组。

根据本发明提供的可调速感应电动机包括一个转子、多个定子、若干连接元件和相移装置。转子制成一个整体, 拥有多个转子铁心, 彼此间隔预定距离, 装在一根公共轴上, 转子还拥有多个导电元件; 彼此相互连接, 并分别装在各转子铁心上。各定子并排配置, 环绕面对各自的转子铁心, 其上分别绕有串联连接的定子绕组。各连接元件在气隙处或配置在各转子铁心间隙的非磁性心件处短接导电元件。相移装置提供面向多个定子其中之一的导电元件部分的感应电压与面向定子的其中另一个的导电元件对应部分的感应电压之间的相位差。

根据本发明, 转子的转速可借助下列装置进行调节: 其中一个装置能使各定子与转子之间产生的磁场的磁力线发生偏移, 另一个装置则用以控制各转子导电元件上感应产生的电压, 从而使其根据磁场相位差的变化而增加或减少。

各绕组绕在多个定子上串联连接的配置方式和多个导电构件装在多个转子铁心上通过各自的连接元件短接起来的配置方式有以下两个作用。一个作用是流入转子导电元件、根据在该导电元件对应于其各自的定子的部分上感应电压的电流量都变得相等。另一个作用是对应于由各定子间各电压的相位差引起的矢量差值的电流流经将多个转子导电元件短接的各连接元件。利用这两个作用的协同效应, 就可以完全控制电阻接各电压相位差 σ 对电流的影响程度。换句话说, 在任何转差率下, 改变相位差 σ 就可以控制流经转子导电元件与流经连接元件的电流的比值。因此, 将相位差 σ 调大调小时可以按所希望的量稳定控制连接各转子导电元件的各连接元件的功能, 因而不仅在电动机起动时, 而且在从低速运转到高速运转的宽转速范围内, 都能获取大而稳定的转矩, 从而提高了电动机的总效

率。

图 1 是本发明感应电动机的剖面侧视图。

图 2 是各定子转动装置的横剖面图。

图 3 是各定子转动装置的部分剖开顶视图。

图 4 是各定子绕组串联连接的接线图。

图 5 是转差率与有功功率的关系曲线。

图 6 是转子的等效电路图。

图 7 是从定子侧看起的转子的等效电路图。

图 8 是多个导电元件分别由各连接元件短接, 各定子绕组串联连接的情况下, 转差率与转矩的关系曲线。

图 9 是各定子绕组并联连接接到电源线上的情况下, 转差率与转矩的关系曲线。

图 10 是多个绕组绕在各自的定子上, 极数可用各开关加以选择情况下的接线图。

图 11 是定子极数为四和八情况下的转差率与转矩的关系曲线。

图 12 是表示构成各定子绕组相位移装置的相位转换开关连接方式的接线图。

图 13 是由一个单相变压器和多个相位转换开关组合构成的相位移装置原理示意图。

图 14 是由一个感应调压器构成的相位移装置原理示意图。

图 15 是定子绕组的接线用若干开关在三角形接法与星形接法之间转换的接线图。

图 16 和 17 是转差率与转矩的关系曲线。

图 18 是在多个导电元件之间加装若干电阻元件的转子的部分剖视图。

图 19 是本发明感应电动机自动控制的方框图。

现参照图 1 至图 19 说明本发明的若干实施例。

下面参照图 1 至图 4 说明第一个实施例。图 1 和图 3 中, 编号 1 表示感应电动机, 下面即介绍其配置方式。转子铁心 2 和 3 隔一定间距安装在转子轴上, 非磁性心件 9 则插接于转子铁心 2 和 3 之间。多个导电元件 5 配置在转子铁心 2 和 3 上, 彼此串联连接, 从而形成一整体转子 8。因此各导电元件 5 两端彼此串联起来, 由短路环 6 和 7 加以短接。转子铁心 2、3 和非磁性心件 9 具有风道 12, 该风道延伸到转子 8 的端部 10 和 11。从风道 12 到转子 8 的外周边上延伸有多个风道孔 13 (见图

2)。各连接元件 r (即由镍铬丝、碳钢、导电陶瓷等制成的电阻器或电阻元件) 在介于转子铁心 2 和 3 之间非磁性心件 9 的部位将设置在转子 8 上的各个导电元件 5 短接起来, 具有任何矢量差的诸电流即流经该连接元件 r 上。从图 1 和图 3 可以清楚地看到, 轴承架 15、16 在呈圆柱形的机座 14 两端用螺母 18 固定到连接条 17 上, 以便形成一个整体组件。转子 8 两端都设有冷却风扇 19、20, 转子轴 4 两端由轴承 21 轴向支撑着, 轴承 21 则配置在各自的轴承架 15、16 上, 从而使转子轴 4 可以自由转动。

具有绕组 22 的第一定子 24 和具有绕组 23 的第二定子 25 面向各自的转子铁心 2、3 的外部部位并排配置在机座 14 中。在机座 14 与第一定子 24 之间, 以及机座 14 与第二定子 25 之间都设有接触轴承 (contact bearing) 26、27 由止动圈 28 支撑在机座 14 上。从图 2 和图 3 中可以看到, 第一定子 24 和第二定子 25 外表面装有齿轮 33A 和 33B。

脉冲电动机 35 装在机座 14 外部, 形成一个单元的第一驱动齿轮 36 和传动齿轮 34 固定安装在一根驱动轴上。轴承架 32 装在机座 14 外部, 可转动地支撑着其上装有传动齿轮 30 和第二驱动齿轮 31 的传动轴 29。第一驱动齿轮 36 和第二驱动齿轮 31 通过设在机座 14 上的孔口 37 伸进机座 14 中, 并分别与第一定子 24 上的齿轮 33A 和第二定子 25 上的齿轮 33B 啮合。在这种配置方式下, 第一定子 24 和第二定子 25 借助于脉冲电动机 35 运转同轴相对于转子 8 转动。相位移装置 38 由第一定子 24 和第二定子 25 构成。编号 39 表示设在机座 14 外周边部分的排气口, 编号 40 表示设在轴承架 15、16 上的风道孔。

现在参看图 4 介绍一下分别绕在第一定子 24 和第二定子 25 上的绕组 22、23 的接线方式。成星形接法设置在第二定子 25 上的诸绕组 23 分别与第一定子 24 相应的绕组 22 串联连接, 然后接到电源上。这就是说, 第一定子 24 绕组 22 的端子 A、B、C 分别接到三相工业电源线 A、B、C 上, 绕组 22 的端子 a、b、c 分别接到第二定子 25 绕组 23 的端子 A、B、C 上, 绕组 23 的端子 a、b、c 连接在一起短接起来。

下面谈谈按上述方式配置的电动机的操作。

电能从三相工业电源加到第一定子 24 的各绕组 22 时, 定子 24、25 周围就产生旋转磁场, 于是转子 8 的各导电元件 5 上有电流流过, 从而使转子转起来。当第二定子 25 相对于第一定子 24 的转动量为零时, 各定子 24、25 周围产生的旋转磁场的磁通量没有相位差。因此, 如后面将要谈到的那样, 电阻元件或连接元件 r 上没有电流流过, 因而转矩特性变得和普通感应电动机的一样。

其次再谈谈脉冲电动机 35 运转, 第一定子 24 和第二定子 25 分别沿反方向转动一个 θ 相角时操作情况。构成相位差装置 38 的第一定子 24 和第二定子 25 所产生的旋转磁场, 其磁通量 Φ_1 、 Φ_2 的相位会偏移一个 θ 角, 从而使第一定子 24 和第二定子 25 在转子 8 导电元件 5 上感应产生的电压 $\dot{e}_1$ 、 $\dot{e}_2$, 其相位也偏移一个 θ 角度。现在假定, 若以第二定子 25 在转子 8 导电元件 5 上感应出来的电压 $\dot{e}_2$ 为基准, 则此电压 $\dot{e}_2 = SE$ 。这里 S 为转差率, E 为转差率等于 1 时感应电压值。于是第一定子 24 在导电元件 5 上的感应电压 $\dot{e}_1$ 为 $\dot{e}_1 = SEe^{j\theta}$ 。

图 5 的曲线表示在非磁性心件 9 部位不加装将导电元件 5 短接的电阻元件 r 时转子 8 的转差率 S 与输入到转子的有功功率之间的关系。应该指出的是, 当定子 24、25 产生的磁场间的相位差 θ 为 0 度时, 有功功率 P 最大, 当 $0^\circ < \theta < 180^\circ$ 时, 有功功率 P 减小。若电阻元件 5 的电阻值和阻抗值分别表示为 R 和 L , 电源的角频率为 ω , 则转差率为 $S = (R/\omega L)$ 时, 有功功率 P 最大。

有功功率 P 与感应电动机的驱动转矩之间存在着一定的比例关系。因此, 操纵脉冲电动机 35 并使构成相位差装置 38 的第一定子 24 和第二定子 25 转起来, 就可以调节导电元件 5 上感应的电压, 从而平滑调节转子 8 的转速。

当转子 8 各导电元件 5 从短路环 6、7 至连接元件 r 的各电阻值分别为 R_1 、 R_2 , 电感分别为 L_1 、 L_2 , 角频率为 ω , 短接各导电元件 5 的电阻元件的电阻值为 r 时, 转子 8 的等效电路如图 6 所示。符号 I_1 、 I_2 、 I_3 分别表示流经各有关支路的电流。

将图 6 所示的等效电路变换成从两定子 24、25 一侧看起的一个等效电路时, 这种等效电路如图 7 所示。当 $R_1 = R_2$, $L_1 = L_2$, 相位差 $\theta = 0^\circ$ 时, 流经电阻元件 r 的电流 $I_3 (=I_1 - I_2)$ 变为零。

就是说, 没有电流流向电阻元件 r 。这意味着, 当 $\theta = 0^\circ$ 时, 转矩 T 的值与电阻元件 r 不存在时的一样。因此, 在 $\theta = 0^\circ$ 的情况下, 电动机的转矩特性与普通感应电动机的一样。

其次, 当 $R_1 = R_2$, $L_1 = L_2$, 且相位差 $\theta = 180^\circ$ 时, 流经电阻元件 r 的电流 $I_3 (=I_1 - I_2)$ 变为 $2I_2$ 。这样, 令普通感应电动机中的转子电阻器符合 $R_1 = R_2 = R$ 的条件时, 其效果相当于 R 增加到 $R + 2r$ 。

转子 8 转动时, 冷却风扇 19、20 通过设在轴承架 15、16 上的风道孔 40 将空气吸入机座 14 内, 空气直接冷却第一和第二定子 24、25 及其绕组 22、23。转子铁心 2、3、导电元件 5、电阻元件 r 等也由经由风道孔 13 通过风道 12 的空气进行冷却。这个冷却作用确保电动机各组件稳定发挥作用。

第一和第二定子 24、25 是通过接通或断开脉冲电动机 35 使其顺时针或逆时针转动的, 但这不局限于使用脉冲电动机 35, 其它驱动装置, (例如, 可反转电动机、采用气压或液压缸的伺服机构等) 也可以达到同样的目的, 此外也可以用若干手柄操作。在这里列举的各实施例中, 第一定子 24 和第二定子 25 两者都是可以转动的, 但也可以采用只令它们其中之一转动的方式, 同样可以取得良好的效果。有关释放和锁定有关的定子用的机构, 可以采用普通能搞到的那些机构。

现在谈谈绕在第一和第二定子 24、25 上的绕组 22、23 串联连接接法的作用。

由于定子绕组 22、23 是串联连接的, 因而当电流从三相工业电源加到绕组 22 上时, 分别流经绕组 22 和绕组 23 的电流相等, 而且即使绕组 22、23 的各电阻值有任何差别, 或两定子 24、25 在体积上有任何差别, 也不会受到影响。因此, 第一定子 24 和第二定子 25 在转子 8 的各导电元件 5 上感应出来在该导电元件上流动的电流值彼此相等而且恒定。这种作用, 加上由第一定子 24 和第二定子 25 感应产生的流入转子 8 的导电元件 5 的电流值相应于构成相位差装置的第一定子 24 和第二定子 25 之间的转差 (即在旋转磁场磁通所产生的相位差) 而变得相等的作用, 还有两定子 24、25 所产生的磁场之间的相位差引起的矢量差值电流流经将各导电元件 5 连接或短接的各电阻元件的作

用, 这些作用加在一起就产生了协同效应, 因而如图 8 的转矩特性曲线所示, 有可能提高效率, 且在各自的转速范围内产生高的驱动转矩。因此, 既使在电动机持续带负荷的情况下, 也可能在任何给定的转速范围内轻易起动电动机, 并根据某一给定负荷所要求的起动特性平滑起动或高转矩起动, 因而这种电动机可用以从事多种工作, 而且适用于要求反复频繁起动及停止的工作。如上所述, 只要控制相位移, 并控制流经转子 8 导电元件 5 中电流的增加和减少 (这是借助位移装置 38 进行的) 既可改变转子 8 的转速。

绕组 22 与 23 串联连接的第一定子 24 和第二定子 25 分别在转子 8 的各导电元件 5 上感应产生且在导电元件 5 上流动的电流与流经设在各导电元件 5 之间的电阻元件 r 上的电流量, 两者的比值与各元件 r 的电阻值无关, 也与转差率无关, 而是由 $P \times \theta$ 的值 (P 为极对数, θ 为相角) 确定的。此比值当 $P\theta = \pi$ 时变为零, 当 $P\theta = 0$ 时变为最大值。当 $P\theta$ 不变时, 转差率和转矩特性与普通绕线式感应电动机中加有辅助电阻器时得出的转差率和转矩特性一样, 因而当 $P\theta$ 减小时, 流入转子 8 各导电元件 5 的各电流的比值也减小, 这就是说, 减小 $P\theta$ 的效果相当于减小普通绕线式感应电动机的辅助电阻器。当定子 24、25 中都流有额定电流时, 既使将相角 θ 任意改变或位移, 也有可能在各低转速范围内获得大体上与在最高转速下获得的一样的额定电流和额定转矩特性, 这视乎所选取的转差率值, 也视乎有关电阻元件或连接元件电阻值而定。应该指出的是, 既使当第一和第二定子 24、25 的绕组 22、23 串联连接但各导电元件之间没有电阻元件或连接元件时, 转子各导电元件 5 中大体上也没有电压被一个定子感应出来。因此, 这种接线法比起定子 24、25 的绕组 22、23 分别并联接到电源的接线法, 效率差、转矩低。

反之, 当第一定子 24 和第二定子 25 的绕组 22、23 分别并联接到三相工业电源上时, 由于加到第一定子 24 和第二定子 25 的绕组 22、23 上的电压相等, 两定子 24、25 在转子 8 的各导电元件 5 上感应产生的电压相等, 但这些电压的相位差 $P\theta$ 流经各电阻元件 r 的电流大体上与 $(1/2) \times$ (第一和第二定子 24、25 分别在转子导电元件 5 上感应产生的电压之间的差分电压) $\div$ (电阻元件

r 的电阻值) 成正比。但在转子 8 的各导电元件 5 中, 除流入电阻元件 r 的电流外, 还流有与 (第一和第二定子 24 在转子导电元件 5 上感应的叠加电压) $\div$ (各转子导电元件的阻抗) 成正比的电流。该叠加电压当 $P\theta = \pi$ 时变为零, 当 $P\theta = 0$ 时达最大值, 而转子各导电元件的阻抗由于是由一个电阻和漏抗组成的, 因而它随转差率而变。因此, 通过配置在各导电元件 5 之间的电阻元件 r 上的电流对流经转子 8 导电元件 5 的电流的比值, 既使当 $P\theta$ 不变时也随转差率及各电阻值而变化。在 $P\theta$ 不变的情况下, 转差率和转矩特性成了在普通绕线式感应电动机中加装的辅助电阻不变时和普通感应电动机的原电压处于控制状态时的联合特性, 如图 9 所示。这些特性表明, 可加以调节的转速范围比起来第一和第二定子 24、25 的绕组 22、23 串联连接时的配置方式更受到限制。

下面参照图 10 介绍一下将多个设置在第一和第二定子 24、25 上的绕组进行连接以形成不同极数的方法。

第一定子 24 绕有双绕组 41A、41B, 第二定子 25 绕有双绕组 42A、42B, 绕组 41A、42A 分别设有端子 U_2 、 V_2 、 W_2 和 U_4 、 V_4 、 W_4 , 分别作为四极端子和八极端子, 绕组 41B、42B 分别设有端子 U_1 、 V_1 、 W_1 和 U_3 、 V_3 、 W_3 , 分别作为六极端子和十二极端子。第一定子 24 的绕组 41A 和第二定子 25 的绕组 42A 串联连接。同样, 第一定子 24 的绕组 41B 和第二定子 25 的绕组 42B 也串联连接。更具体地说, 第一定子 24 绕组 41A 的端子 U_4 、 V_4 、 W_4 通过极开关 S_1 , 第一定子 24 绕组 41B 的端子 U_3 、 V_3 、 W_3 通过极开关 S_5 接到三相工业电源上。绕组 41A 的端子 U_2 、 V_2 、 W_2 通过极开关 S_3 、 S_8 , 绕组 41B 的端子 U_1 、 V_1 、 W_1 通过极开关 S_7 、 S_{11} 接到三相工业电源上。

第一定子 24 绕组 41A 的端子 X_2 、 Y_2 、 Z_2 分别接到第二定子 25 绕组 42A 的端子 V_2 、 W_2 、 U_2 , 定子 24 绕组 41B 的端子 X_1 、 Y_1 、 Z_1 分别接到第二定子 25 绕组 42B 的端子 V_1 、 W_1 、 U_1 上。第二定子 25 绕组 42A 的端子 X_2 、 Y_2 、 Z_2 通过极开关 S_4 、 S_9 , 绕组 42A 的端子 U_4 、 V_4 、 W_4 通过极开关 S_2 , 分别接到三相工业电源上。第二定子 25 绕组 42B 的端子 X_1 、 Y_1 、 Z_1 , 通过

极开关 S10、S12。同一个绕组 42B 的端子 U3、V3、W3 通过极开关 S6 接到三相工业电源上。鉴于除了第一和第二定子的绕组 41A、41B 和绕组 42A、42B 以及极开关 S1 至 S12 的接线方式以外结构与图 1 至 3 所示的一样, 因此这里不再重复。

现就上述接法作用的方式参照图 1 至 3 和图 10 加以说明。

绕在第一定子 24 的绕组 41A 和绕在第二定子 25 上的绕组 42A 分别为四极和八极。绕在第一定子 24 上的绕组 41B 和绕在第二定子 25 上的绕组 42B 分别为六极和十二极, 因此各极的同步转速如下表所示。

极数与同步转速(转/分)之间的关系

极数	4	6	8	12
频率				
50 赫	1500	1000	750	500
60 赫	1800	1200	900	600

根据上述极数与同步转速之间的关系, 现在, 以频率为 60 赫的地区, 转轴 4 的转速为 1100 转/分举例说明之。接通极开关 S5、S6、S11、S12, 其它开关处在断开状态, 使电能从三相工业电源加到第一和第二绕组 24、25 的绕组 41B、42B 上。于是由于定子 24、25 在转子 8 的导电元件 5 上感应产生的电压, 极数为 6 时, 转子轴即轴 4 就会以 1200 转/分的同步转速转动。这时, 如果要使转速降低 100 转/分, 使其降到 1100 转/分, 则要启动脉冲电动机, 使得第一定子 24 和第二定子 25 彼此反向转动, 而且可以调节由此而在定子 24 和 25 之间产生的相位移, 使转子轴 4 的转速达到所要求的转速, 即 1100 转/分。若想使转子轴 4 的转速变为 400 转/分, 则在极开关 S7、S10 接通其它开关保持断开的情况下, 当极数为 12 时, 同步转速为 600 转/分。需要将转速在小转速范围 (即从 600 转/分至 400 转/分的 200 转/分转速范围) 内进行调节, 则可以藉脉冲电动机 35 使第一和第二定子 24、25 转动来进行。

假定想使转子轴 4 在 800 转/分下运转。这时, 令开关 S8、S9 闭合, 其它开关打开, 于是极数为八极时的同步转速为 900 转/分。要将转速进一步调到 800 转/分, 可通过控制相位移来进行, 而相位移的控制则通过脉冲电动机 35 的运转

促使定子 24、25 转动来进行。

当想使转子轴 4 的转速为 1600 转/分时, 令极开关 S1、S2、S3、S4 闭合, 其它开关打开, 于是轴 4 的转速在极数为 4 的情况下会是同步转速 1800 转/分, 这时可以启动脉冲电动机 35, 使定子 24、25 转动, 以调节相位移, 使转速调到 1600 转/分。

在上述的调速过程中, 先是操作适当的极开关 S1 至 S12, 使转速暂时调到接近所要求的转速, 然后小量调节定子 24、25 转动, 以便最后达到所要求的转速。这样, 由于可以在接近相应的同步转速下进行必要的调速, 因而可以在宽广的转速范围内进行快速的无级调速, 而且可以高效地进行这种调速。从图 11 所表示的在四极和八极下转差率与转矩的关系曲线即可了解到这一点。刚谈到的接线方式是分别与绕在两定子 24、25 上的各绕组串联连接的接线方式以及与转子导电元件 5 为连接元件 r 所短路的接线方式结合起来使用的, 而由于这些接线方式的协同作用, 因而可以改善感应电动机的性能, 使电动机的转速可以在较宽的转速范围内有效地进行调节, 而且可以产生大的转矩, 因而适合作为需要经常起动、停止和改变转速以及需要在宽转速范围内调速的电动机。

当然不言而喻, 定子 24、25 上绕组的极数可根据所希望达到的调速范围任意选择。此外, 如果例如有四个定子, 在定子上装有多组绕组, 且通过操作各极开关将电流加到若干特定的绕组中, 使之产生接近所希望的转速的同步转速, 再借助相位移装置来控制相位移, 则即使转速范围宽也可以进行调速。这个宽范围调速是通过改变极数和稍微调节由定子 24、25 组成的相位移装置进行的。由于刚谈到的这种小量调节定子 24、25 的转动量小, 因而无需令两定子都转动, 只要其中任何一个定子转动就足以达到目的。

下面参照图 12 介绍相位转换开关接到各定子绕组的另一种相位装置。

第一和第二定子 24、25 上配置有单绕组 43、44, 其上分别设有若干端子, 供改变极数之用, 更具体地说, 第一和第二定子 24、25 的绕组 43、44 上分别设有端子 U1、V1、W1 和 U2、V2、W2, 绕组 43 的端子 U2、V2、W2 通过极转换开关 S13, 同一个绕组 42 的端子 U1、V1、W1 通过

极转换开关 S14, 接到三相工业电源上。端子 U1 和 Z1, 端子 V1 和 X1, 端子 W1 和 Y1 系分别通过相位转换开关 S15 进行连接的。在串联连接绕组 43 和绕组 44 的连接通路 45 和绕组 44 与三相工业电源之间的连接通路 46 中, 插入有构成相位移装置 47 的多个相位转换装置。

接到相位转换开关 S15 的绕组 43 的电路系通过相位转换开关 S17 接到绕组 44 的端子 U2、V2、W2 上的, 绕组 44 的端子 U1 和 Z1, 端子 V1 和 X1 以及端子 W1 和 Y1 分别通过相位转换开关 S16 进行连接的, 这些端子的电路则通过相位转换开关 S25 接到三相工业电源上。这样, 绕组 43 和绕组 44 串联连接, 而且同相位。

此外, 在绕组 43 与绕组 44 串联连接的连接通路 45, 以及绕组 44 各端子接到三相工业电源的连接通路 46 中, 分别插接有相位转换开关 S18 至 S24 和 S26 至 S29。各开关与绕组 44 各端子之间的详细接线情况将在后面结合有关说明它们的作用再介绍。此实施例与图 1 和图 2 中所示实施例不同的结构仅在于, 第一和第二定子由于无需转动, 系固定到机座 14 上, 此外还设有极转换开关 S13、S14 和相位转换开关 S15 至 S29。因此对结构相同或类似的装置这里不再介绍。在本实施例中, 相位转换开关 S15 至 S29 构成相位移装置 47。

现在参照图 1、2 和 12 介绍上述实施例的作用。

当电动机以最大转速运转时, 极转换开关 S13 和相位转换开关 S15、S16、S17、S25 接通, 其它开关打开。这使绕组 43、44 同相位, 且串联连接, 这时转矩特性与普通感应电动机的一样。其次, 在该极转换开关保持接通的情况下, 相位转换开关 S15、S16、S19、S22 可以接通, 其它开关打开。于是, 绕组 43 接到相位转换开关 S15 的各端子和绕组 44 各端子接到相位转换开关 S16 的各电路与相位转换开关 S22 连通, 电流从绕组 44 的端子 U2、V2、W2 通过相位转换开关 S19 流向三相工业电源。加到绕组 44 的电压的相位相对于加到绕组 43 的电压的相位的相移为 60 度, 且转子 8 的转速随该 60 度相位移成比例下降。

当相位转换开关 S15、S16、S20、S24 接通, 极转换开关 S13 仍然接通时, 加到绕组 44 上的电压, 其相位相对于加到绕组 43 上电压的相位的相

位移成为 120 度, 转子 8 的转速比相位移为 60 度时低。为了进一步降低转速, 可令相位转换开关 S15、S16、S22、S23 接通, 所有其它开关打开, 而极转换开关 S13 保持接通。这样做之后, 加到绕组 44 上电压的相位相对于加到绕组 43 上电压的相位的相位移成为 180 度, 在极数不变的情况下, 转连变得最低。在这种情况下, 由于转矩下降, 因此若在极数转换到比原来提供绕组 43、44 的大的极数之后, 则可以有效地进行调速。下面即将介绍这种操作方式。

首先, 当定子绕组 43 侧的极转换开关 S14 和相位转换开关 S21、S26 接通, 而其它开关都打开时, 绕组 43 和绕组 44 就通过连接通路 45 串联连接, 从而使电流通过相位转换开关 S26 在绕组 43 和绕组 44 之间流通, 而且经由相位转换开关 S21 流向三相工业电源。在这种情况下, 加到绕组 43 和加到绕组 44 上的电压, 相位相同, 转速最高。其次, 当相位转换开关 S25、S27 接通, 其它开关打开, 同时极转换开关 S14 仍然接通时, 绕组 43 的端子 X1、Y1、Z1 与绕组 44 的端子 Y1、Z1、X1 连通, 电流从绕组 44 的端子 U1、V1、W1 通过相位转换开关 S25 流到三相工业电源。分别加到绕组 43、44 上电压的相位移为 60 度, 因此, 这里转速比没有相位移时的转速低, 而且与相位移成正比。

在极转换开关 S14 仍然接通, 相位转换开关 S24、S28 接通, 其它开关打开的情况下, 绕组 43、44 之间的相位移变为 120 度, 这时转速低于相位移为 60 度时的转速。为了使转速降到最低, 在极开关 S14 保持接通的情况下, 可以接通相位转换开关 S22、S29, 同时其它开关打开, 从而使分别加到绕组 43、44 上电压的相位移变为 180 度, 这使转速处于最低。

如上所述, 通过适当操作组成相位移装置 47 的相位转换开关 S15 至 S29 和极开关 S13、S14, 可以控制加到多个定子上电压的相位, 从而可以有效对转速进行全面的控制。

相位移装置 47 采用相位转换装置这种结构实施例的重要性在于, 尽管不能无级连续地进行转速控制, 但通过转换极数和电压相位可以达到快速调整。若在此实施例中布置成令第一和第二定子 24、25 两者或其中之一转动, 使得对相位可进行

辅助性的控制,则可以连续快速地进行调速。要将转速调到任意所需要的转速还可以通过在相位移装置 47 上附加调压装置进行。

下面参看图 13 介绍相位移装置的另一个实施例。

第一定子 24 绕组 22 的端子 A、B、C 接到三相工业电源上,绕组 22 的端子 a、b、c 通过相位移装置 50 接到第二定子 25 绕组 23 的端子 A、B、C 上,相位移装置 50 则由单相变压器 49 和接线开关装置 48 组成。更具体地说,绕组 22 的端子 a、b、c 接到变压器 49 原绕组上,还接到接线转换开关 S31、S33 上,变压器 49 的副绕组则接到接线转换开关 S32、S34 上,如图所示。第二定子 25 绕组 23 的端子 A、B、C 分别接到接线转换开关 S31 至 S34 上。

现在谈谈上述实施例的工作情况。绕组 22 的端子 A、B、C 接到三相工业电源上,接线开关装置 S48 的电磁开关,只有 S31 接通,其它开关则打开,从而使分别加到绕组 22、23 的电压,相位相同,且转子轴 4 的转速达最高值。其次,当只有接线转换开关 S52 接通,其它开关打开时,通过变压器 49 加到绕组 23 的电压相位比加到绕组 22 上电压的相位超前 60 度,从而使转速比电压相位相同时的转速低。当只有接线转换开关 S33 接通时,加到绕组 23 上电压的相位变得比加到绕组 22 上电压的相位超前 120 度,结果使转速低于相位移为 60 度时的转速。当只有接线转换开关 S34 接通,加到绕组 23 上电压的相位比加到绕组 22 上电压的相位超前 180 度,在这种情况下转速最低。本实施例的转矩特性也与图 8 所示的一样。第一定子 24 和第二定子 25 之间的电压通过变换接线而产生相位移,其变化是分级的。但若令第一和第二定子 24、25 两者或其中之一可转动,就可以将转速调节到任何想达到的转速。在这种情况下,因为可以借助接线转换开关和通过定子的转动作为辅助手段在宽转速范围内改变转速,所以定子所需的转动量可限制在很小的范围内,从而可以快速进行调速。

现在参看图 14 介绍相位移装置的再一个实例。

本实例的相位移装置是一个三相感应调压器 51。三相感应调压器 51 包括装在机座上的定子

51a 和转子 51b。转子 51b 在轴向地装在定子 51a 内。定子 51a 具有原绕组 52,转子 51b 具有副绕组 53。定子 24 绕组 22 的端子 A、B、C 接到三相工业电源。三相感应调压器 51 原绕组 52 的端子 A、B、C 接到第一定子 24 绕组 22 的端子 a、b、c 上,也接到副绕组 53 的端子 a、b、c 上。副绕组 53 的端子 A、B、C 接到第二定子 25 绕组 23 的端子 A、B、C。这就是说,电动机的定子绕组 22、23 通过作为中间相位移装置的三相感应调压器 51 串联起来。

在本实施例中,令具有副绕组 53 的转子 51b 转动所要求的转动量,且令加到第一和第二定子 24、25 的绕组 22、23 上电压的相位位移,使转速可调节到所要求的转速。

现在参看图 15 介绍绕在第一和第二定子 24、25 上各绕组的连接方法。绕在第一定子 24 上的绕组 22 的端子 U、V、W 通过开关 M1,端子 X、Y、Z 通过开关 M5,接到三相工业电源上。绕组 22 的端子 X、Y、Z 可通过短接开关 M6 彼此短接起来。绕组 22 的端子 U、V、W 和端子 Z、X、Y 可通过开关 M2 连接起来。另一方面,绕组 23 的端子 U、V、W 通过开关 M9,端子 X、Y、Z 通过开关 M3 接到三相工业电源上。绕组 23 的绕组端子 U、V、W 可通过短接开关 M7 短接起来。绕组 23 的端子 U、V、W 和端子 Z、X、Y 可通过开关 M4 连接起来。当绕组 22 的端子 U、V、W 和绕组 23 的端子 X、Y、Z 通过开关 M8 连接起来,绕组 22 的端子 X、Y、Z 和绕组 23 的端子 U、V、W 通过开关 M10 连接起来时,绕组 22 和绕组 23 可以彼此串联连接起来。

下面参看图 1 和图 15 介绍上述实施例的工作情况。

当开关 M1、M3 和 M10 接通,其它开关打开时,第一和第二定子 24、25 的绕组 22、23 或三角形接法。当电流从三相工业电源加到这些绕组 22、23 上时,定子 24、25 周围产生磁场,电流由于这些磁场而流到转子 8 的导电元件 5 上,于是转子 8 转起来。当令第一和第二定子 24、25 之间的转动角位移等于零时,则由定子 24、25 所产生的磁场没有相位移产生。因此转矩特性与普通感应电动机的一样,转速达最高值。

当令脉冲电动机 35 运转时,转速可由第一和

第二定子 24、25 的转动连续进行调节。当由两定子 24、25 所产生的磁场间的相位差变为 180° 度时，转速达最低值。图 16 是定子绕组 22、23 按三角形接法，相位角从零至 180° 度变化情况下，转差率和转矩的关系曲线。在 S_1 至 S_2 的转差率范围内，可以将转子轴 4 的转速调到任意想达到的转速。

但在上述情况下，不可能调节在 $S=S_2$ 至 $S=1.0$ 转差率范围内的转速。这就是说，图 16 中所示的斜线区是不可能进行调速的范围。

为克服上述情况，可将绕组 22、23 转换成星形接法，这是在开关 M_6 、 M_8 及 M_9 都接通，其它开关打开的情况时进行的。在这种情况下，第一定子 24 和第二定子 25 所产生的磁场的磁通 Φ_1' 、 Φ_2' 同相位。但由于第一和第二定子 24、25 的绕组 22、23 为星形接法，加到绕组 22、23 上的电压为上述三角形接法时所加电压的 $1/\sqrt{3}$ 。这就是说，磁通 Φ_1' 、 Φ_2' 在转子 8 的导电元件 5 上感应产生的电压也为 $1/\sqrt{3}$ ，且转子 8 的转矩与电压的平方成比例，因而转矩变为 $1/3$ 。

因此，在图 16 中，根据在 $\theta=0^\circ$ ， $S=1.0$ 时转矩为 T_1 ，在 $\theta=180^\circ$ ， $S=1.0$ 时转矩为 T_2 的假定，当第一和第二定子 24、25 的绕组 22、23 的接线转换成星形接法时，转矩特性如图 17 所示，因而使 $\theta=180^\circ$ ， $S=1.0$ 时转矩变为 $(T_1)/3$ ， $\theta=0^\circ$ ， $S=1.0$ 时转矩变为 $(T_2)/3$ ，从而以斜线表示的部分表明不能进行调速的范围缩小了。若这样设计，使 $T_2=(T_1)/3$ ，第一和第二定子 24、25 的绕组接线转换成三角形接法，通过转动第一和第二定子 24、25 使转子 8 的导电元件 5 上感应电压的相角从 0° 变到 180° ，然后将两定子 24、25 的绕组 22、23 的接线转换到星形接法，则定子 24、25 的相位变成一样。因此，若令第一和第二定子 24、25 沿与上述相反的方向转动，从而使电压的相位从 0° 变到 180° ，就有可能适应因有关负荷而引起的反抗转矩的大变化进行宽范围的调速，而且即使在低转速范围内也可以保持大转矩。

图 18 展示了这样一个实例，在转子 2、3 之间的气隙中或在非磁性心件 9 的位置处，装在转子铁心 2 的导电元件 5，这些在高阻环 54 延伸到整个转动轴 4 的情况下，可用电阻元件 r 的连接元件

加以短接。即使当电阻元件 r 中的各连接元件不与所有导电元件相连接（即有此导电元件仍然不予连接），也还能获得一定限度的作用。在为了改善功率和转矩的情况下，插接在各导电元件 5 之间的连接元件采用一组反极性串联连接的齐纳二极管，采用电阻材料和刚谈到的串联连接的齐纳二极管组作为连接元件，或者将这些电阻元件和齐纳二极管组连接起来一起配置在各导电元件 5 之间。

上述本发明的相位移装置并不局限于上面所介绍的，其它装置，只要能在两定子所产生的磁场之间产生相位移，都可任意选用。此外，设在转子铁心的各导电元件也可以是用低电阻材料制成，因为各导电元件可以由各连接元件加以短接而仍然可以起改善转矩特性和效率的作用，如上面谈过的那样。若各定子上的绕组是那种极数不能加以改变的绕组，则分别设在多个铁心上的各绕组可以串联起来，且各连接元件作为电阻元件可以插接在有关通路中，这样做可以获得相同或类似的效果。至于转子铁心上的绕组，可适当选用星形接法或三角形接法。

图 19 的方框图是用以说明调节可调速感应电动机的实例。

在由输入/输出控制电路 56、控制电路 57、计算电路 58、存储器电路 59 等组成的控制装置 55 的输入端连接有带转速显示装置 61 的转速测定器 60（例如测速发电机）、定子转动位置检测器 62（例如磁力探测器）、配置在机座 14 不同部位的温度检测器 63 和带有显示装置的键盘。控制装置 55 的输出端连接有脉冲电动机 35、锁定和释放可转动定子的转动用的电磁铁 65 和驱动风扇使空气进出机座 14 中以冷却绕组 22、23、导电元件 5、电阻元件 r 等用的电动机 66。在控制装置 55 的存储器电路 59 中，某些控制信息是事先通过键盘 64 输入的。这就是说，说类信息的例子有：可转动定子相对于 0° 至 180° 相位角的转动量、脉冲电动机 35 相对于定子转动量的脉冲控制值、定子的位置检测器 62 对 0° 至 180° 相位角的关系和机座 14 内部开始冷却的温度值。当通过操作键盘 64 将转子轴 4 的调速值输入到控制装置 55 中时，就能计算出定子满足所输入的转速值所需要的转动量，且能计算出脉冲电动机 35 对应于定子转动量的脉冲控制值。电磁铁 65 是按来自控制装置

55 的输出信号动作的，于是定子锁定机构释放，脉冲电动机 35 收到来自控制装置 55 进行调速的信号时运转。来自装在转轴 4 上的转速检测器 60 的转速测定值与调速值经过比较，当它们之间有差别时，控制装置就向脉冲电动机 35 发出要求进行补偿和调节转速的信号，当没有差别时，则被认为转速已达到所要求的转速，于是电磁铁 65 锁定定子的转动。

当传送到控制装置 55 由温度检测器 63 测出的温度值高于在存储器电路 59 所给定的基准值时，风扇用的电动机 66 响应从控制装置 55 发出的信号而开始吹风，以冷却绕组 22、23、导电元件 5、电阻元件 r 等。当在运转过程中从键盘输入任何新的转速值时，就计算出促使脉冲电动机 35 相对于定子从定子转动位置检测器 62 得到信号时的位置对于所希望的转动量所需要的脉冲控制值，然后电磁铁 65 和脉冲电动机 35 按来自控制装置 55 的输出信号重新开始运作，从而达到调速的目的。

极转换开关 68、相转换开关 69 等也可以接在控制装置 55 的输出端，以便进行对应于输入到控制装置 55 的调速值的自动控制。也可以将空气冷却装置 67 接到风扇上，以便根据加到控制装置 55 的温度基准值控制空气冷却装置 67。

本发明的感应电动机可作为感应发电机使用进行发电，在这种情况下，若将转子轴直接接到汽轮机或燃汽轮机的轴上，就可以不用昂贵的转速调节装置。若要与作为原动机的内燃机连接起来的，就可以在能耗最低的转数下进行发电。在利用风能或水能作为能源的地方，原动力既弱又不稳定，但却能在输出最大的转速下进行发电。当以水力作用为能源时，可以有效地根据水流速度进行发电，而且可以不用复杂而昂贵的节浆距调节装置或旋转式调相机。此外，与外部电源进行整步可以不用昂贵的整步器。另外，若将转轴连接到其它转轴，则在定子绕组的输入端可设一个开关用以改变三相中的两相，并用开关装置操纵转轴使其按正反两方向中的任一方向转动，利用该开关和相位移装置，该系统可作为制动装置使用。通过相位移装置控制转速，可以调节与转轴连接的转动装置的制动作用。

图 1

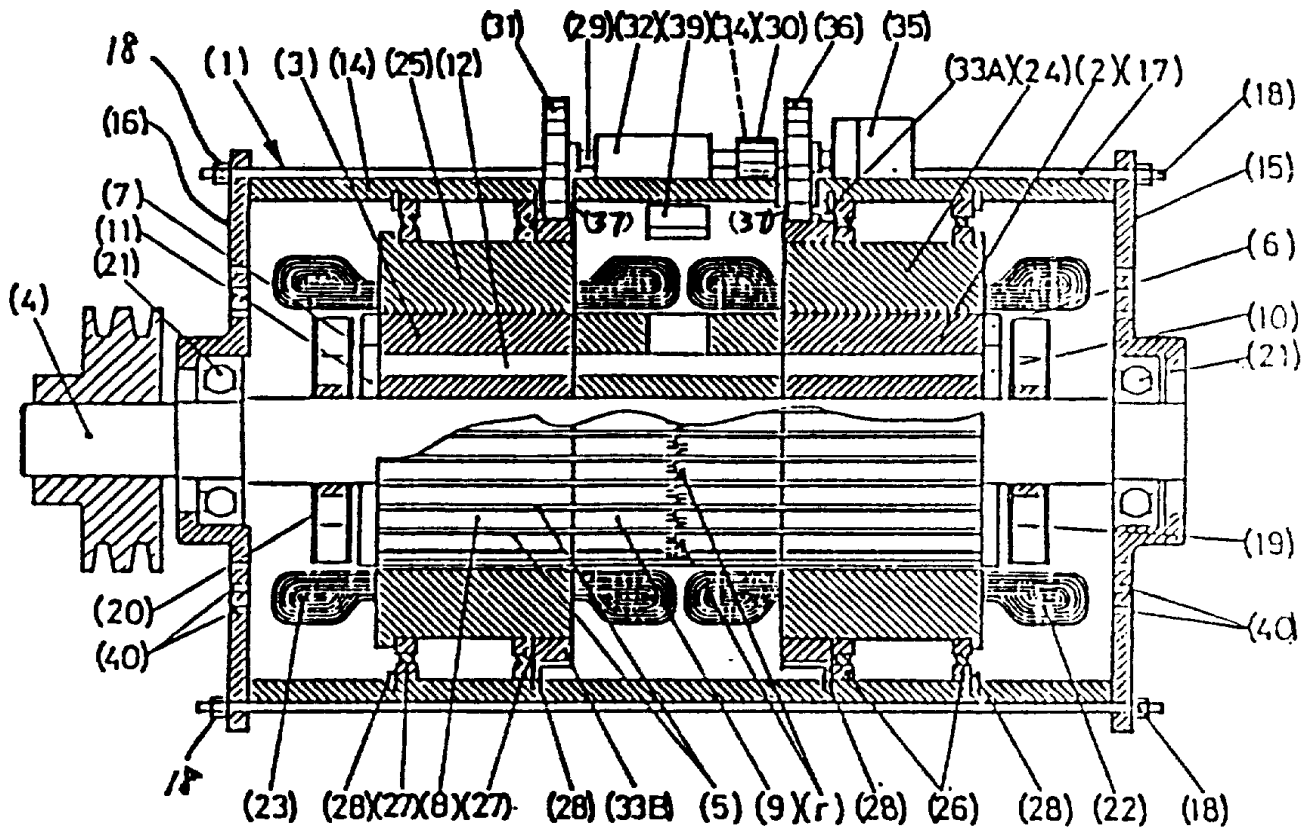


图 2

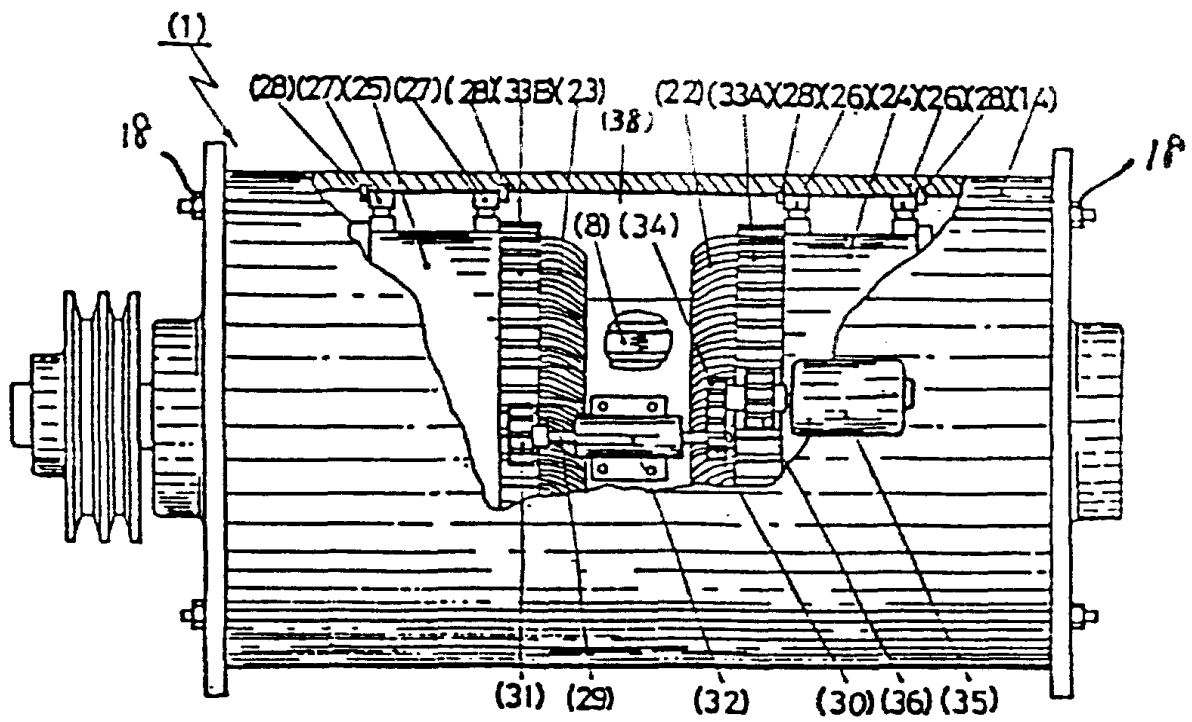
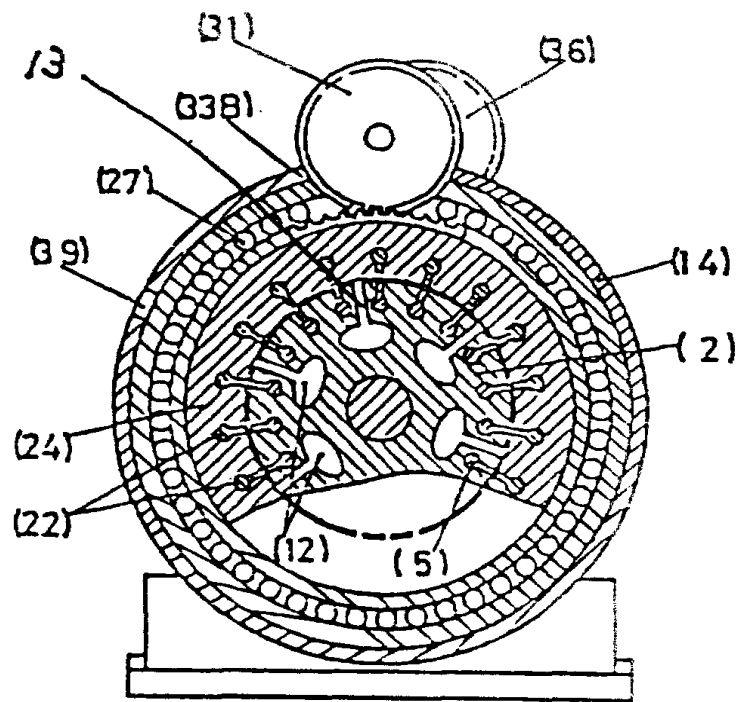
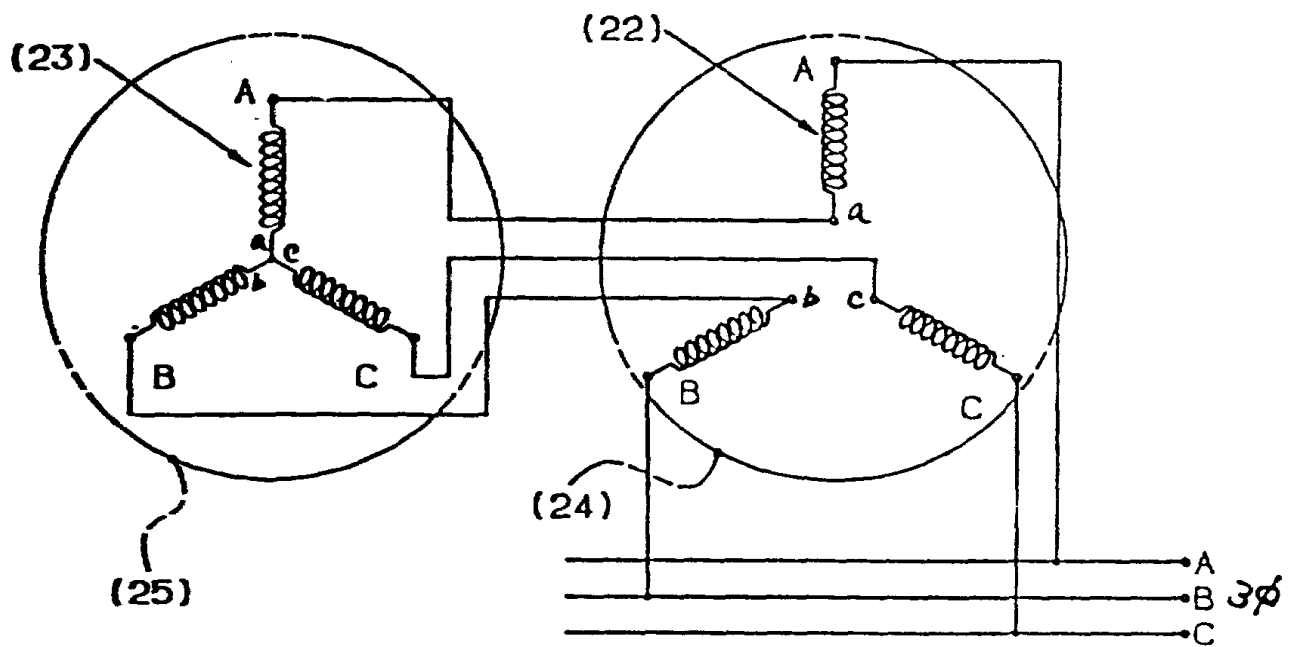


图 3

图 4



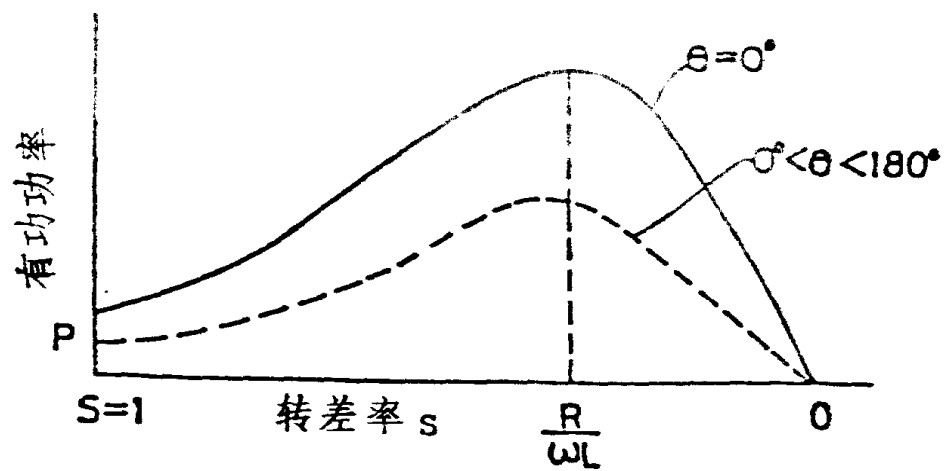


图 5

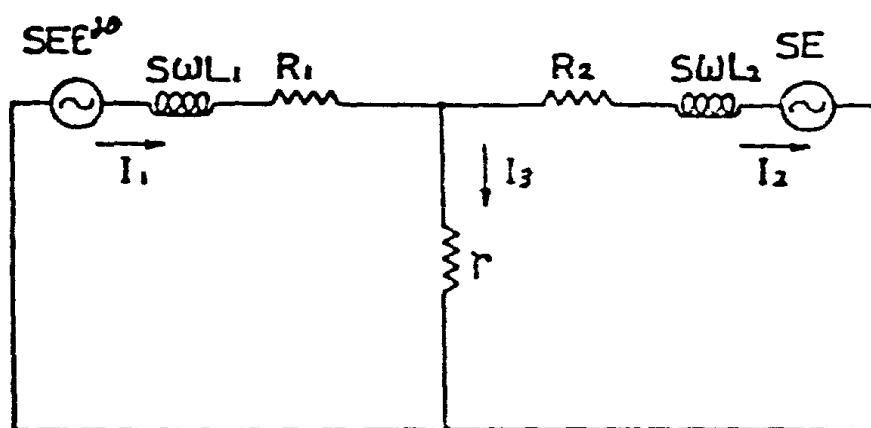


图 6

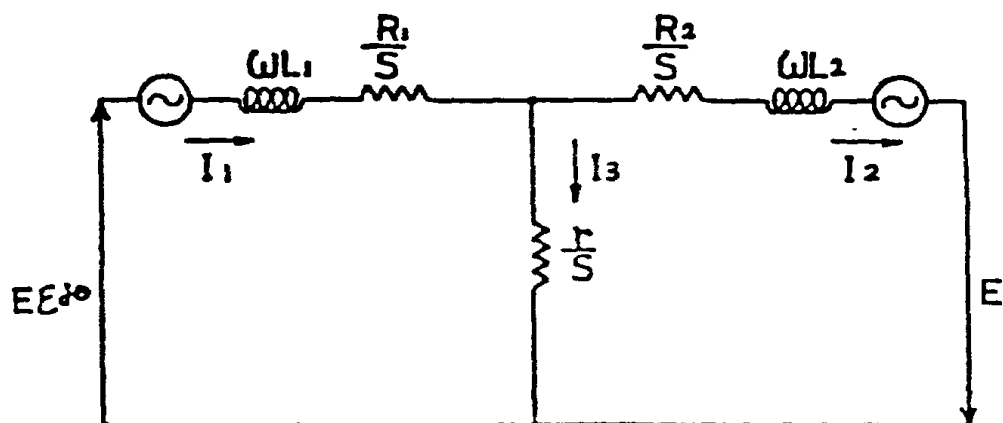


图 7

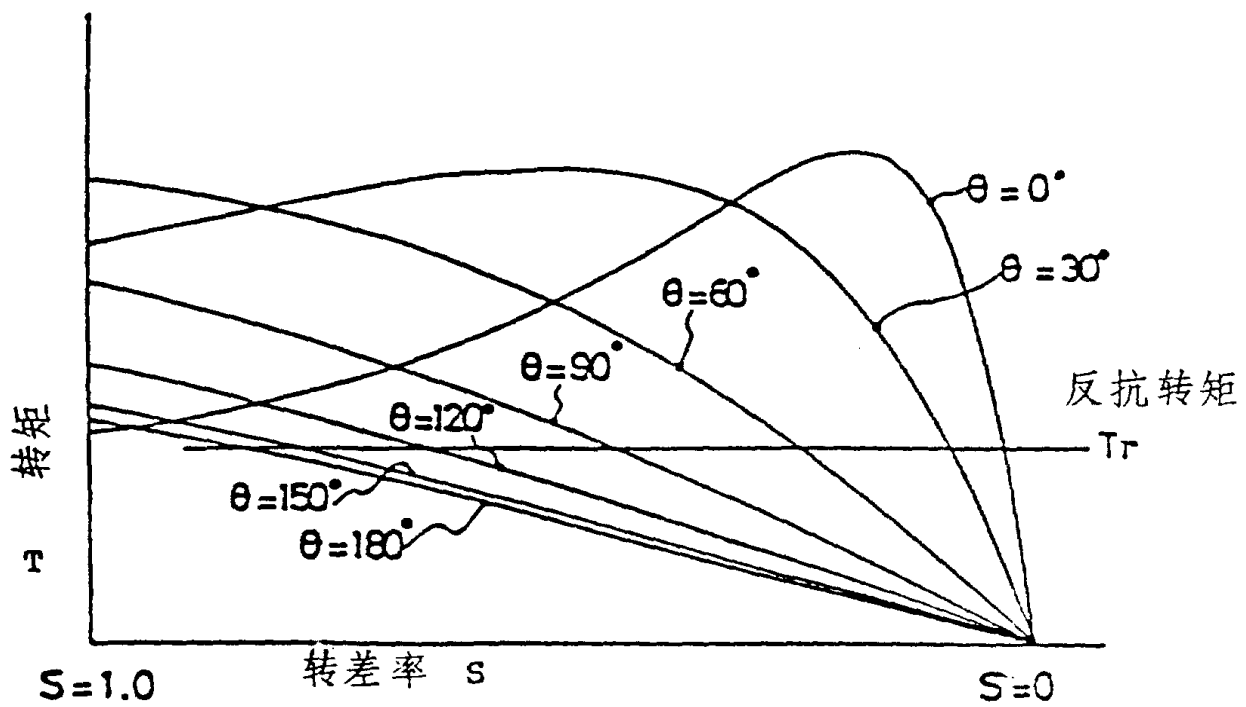


图 8

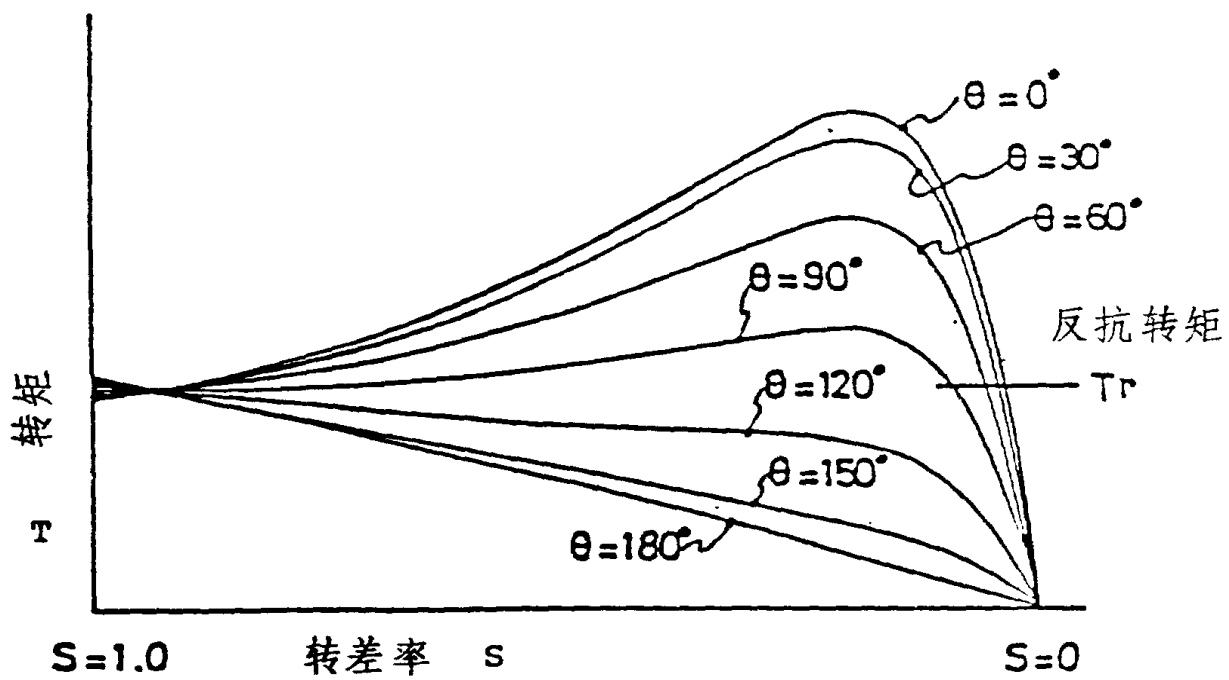


图 9

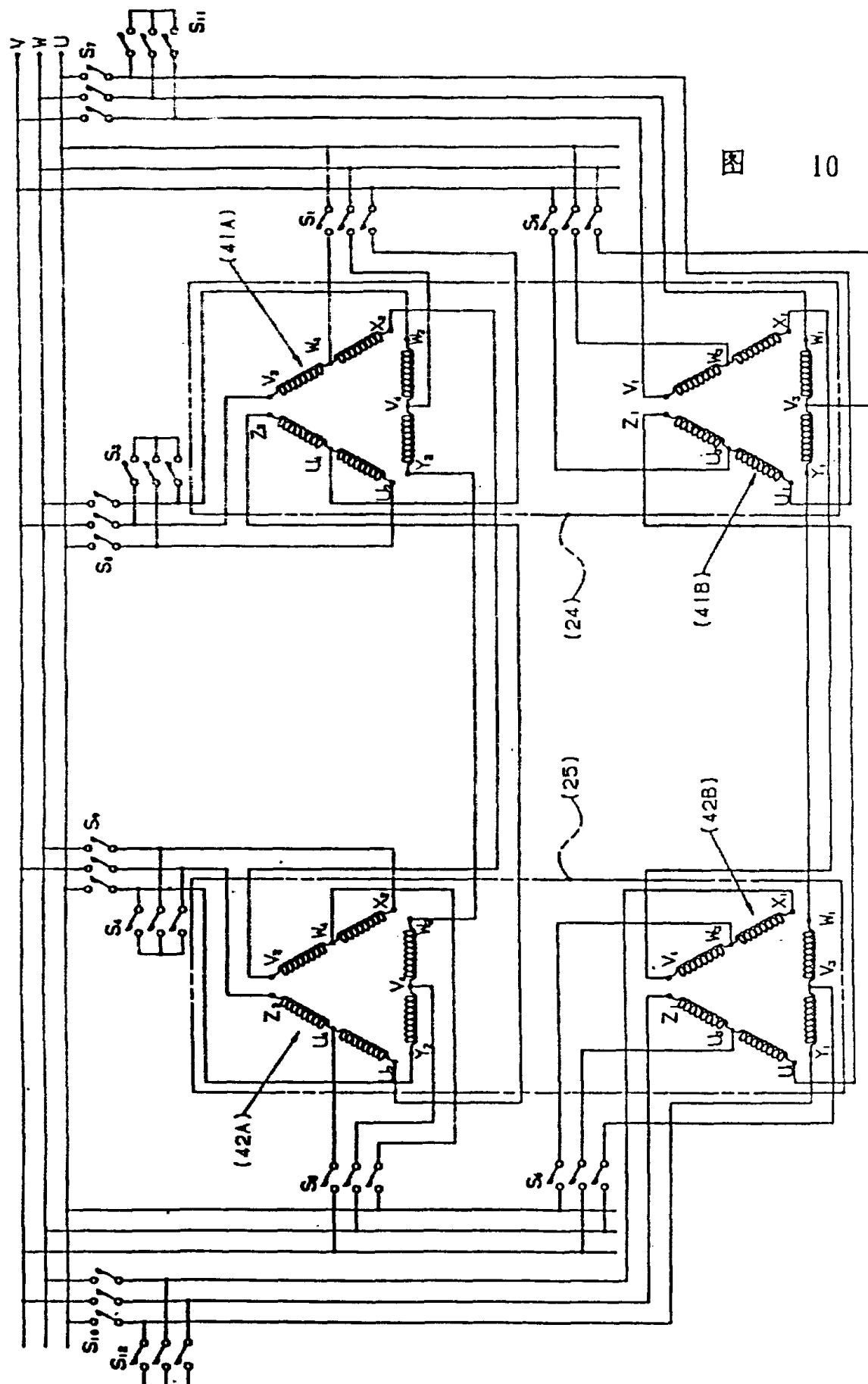


图 10

图 11

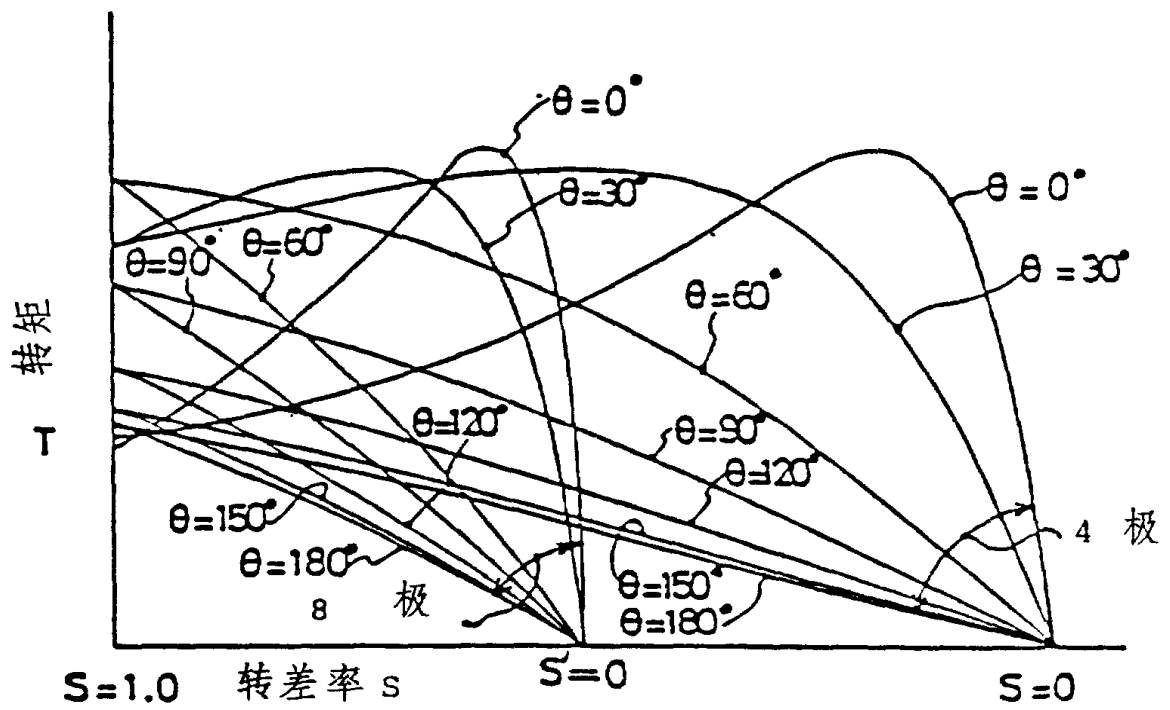
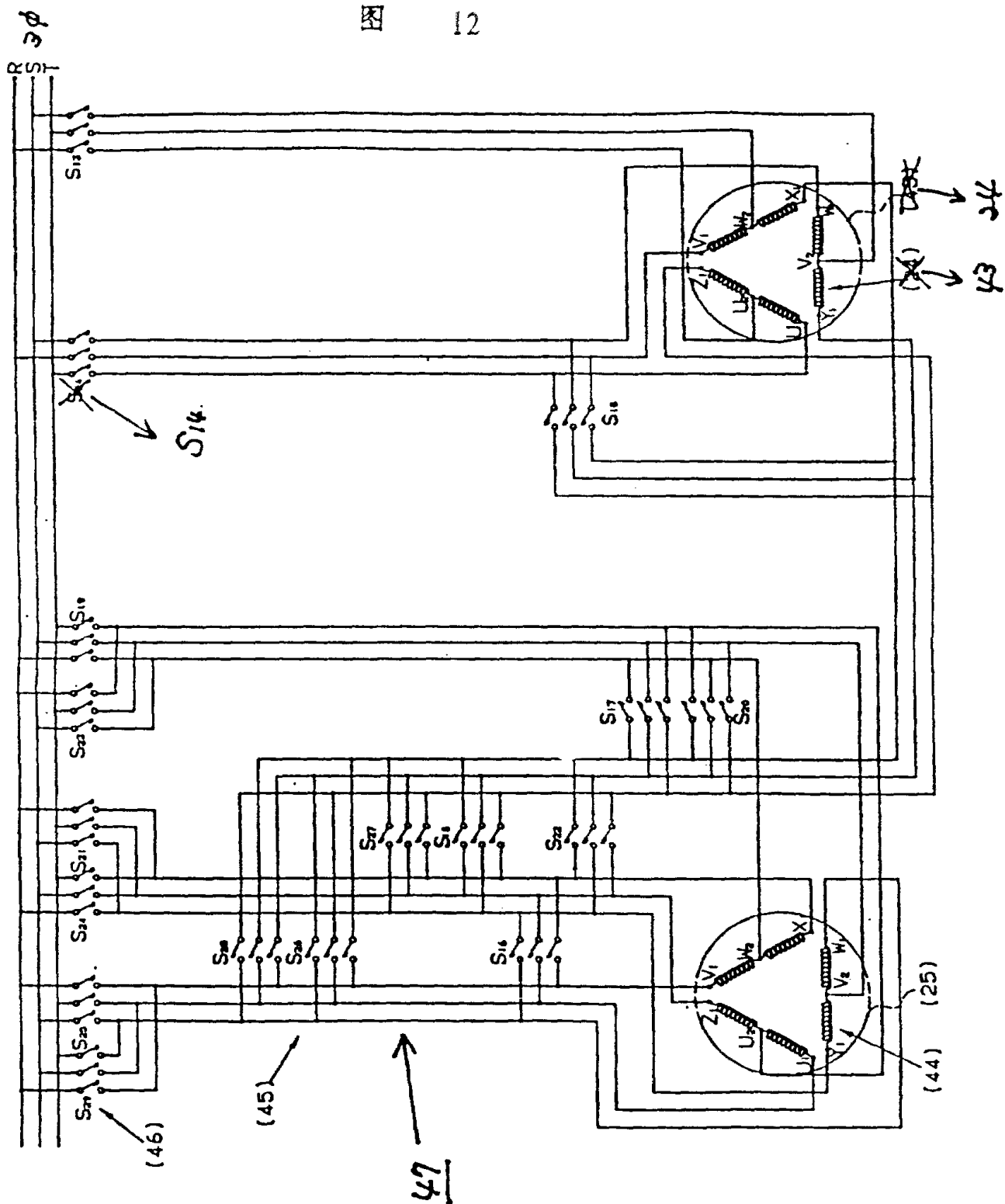
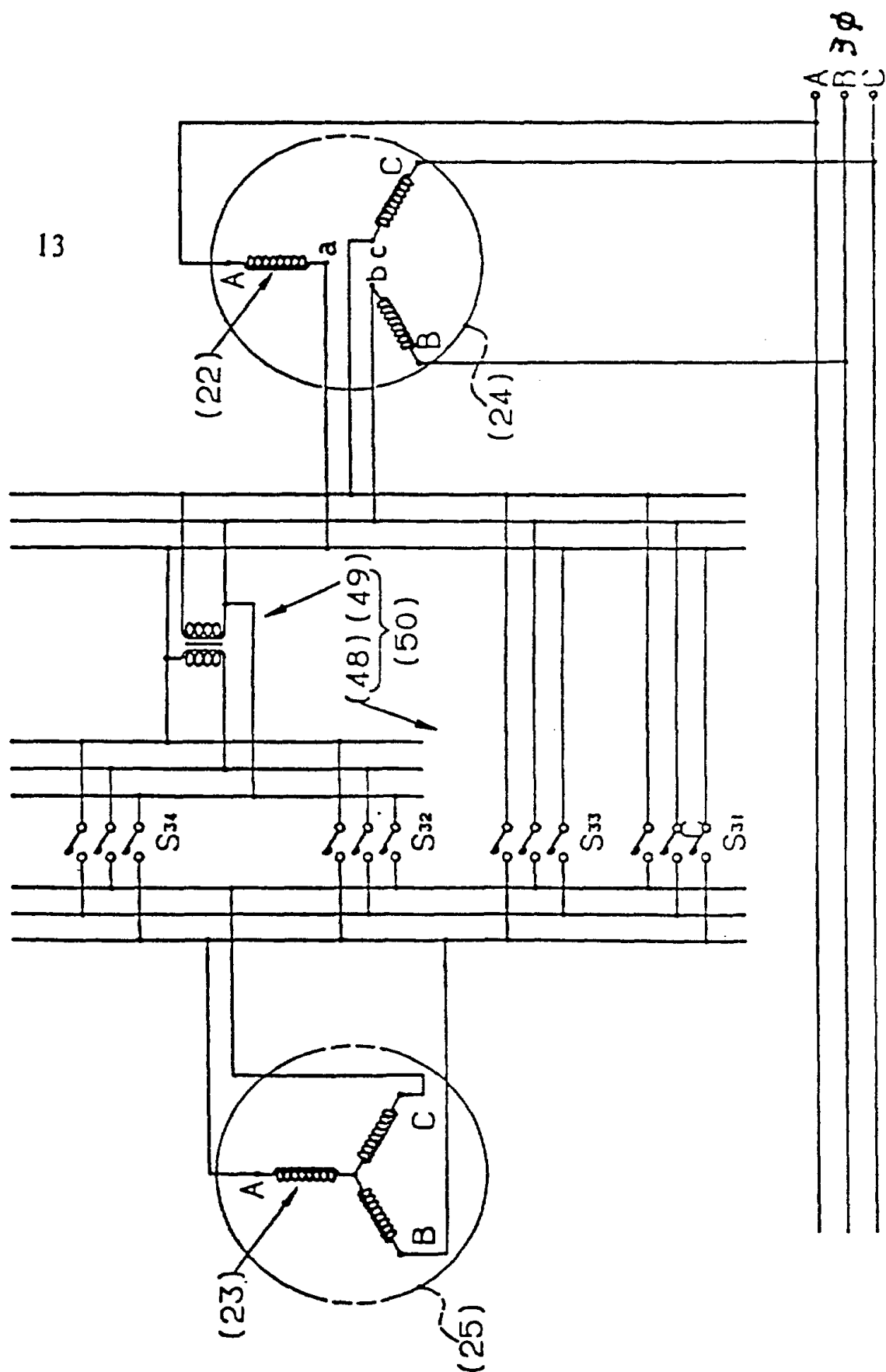


图 12



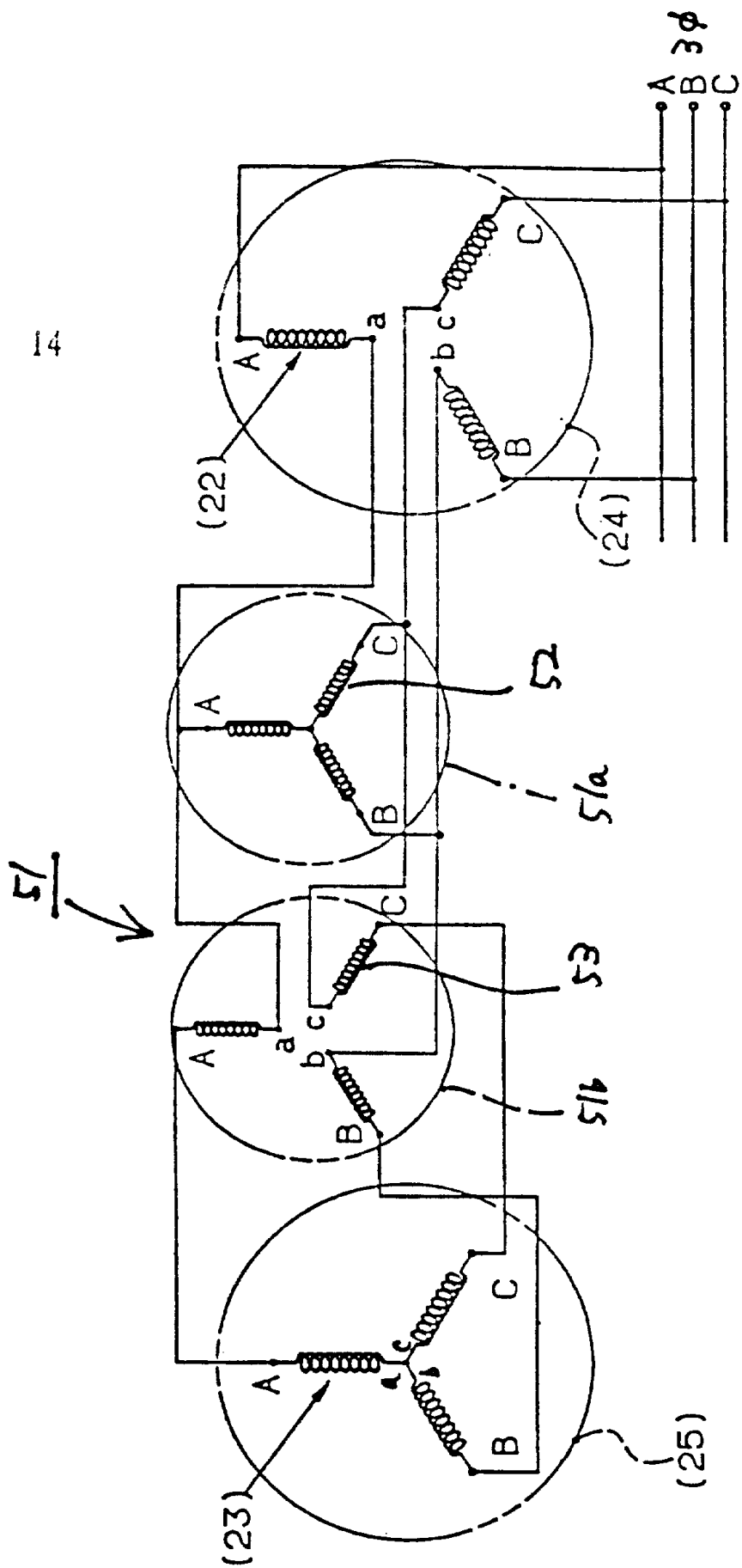
图

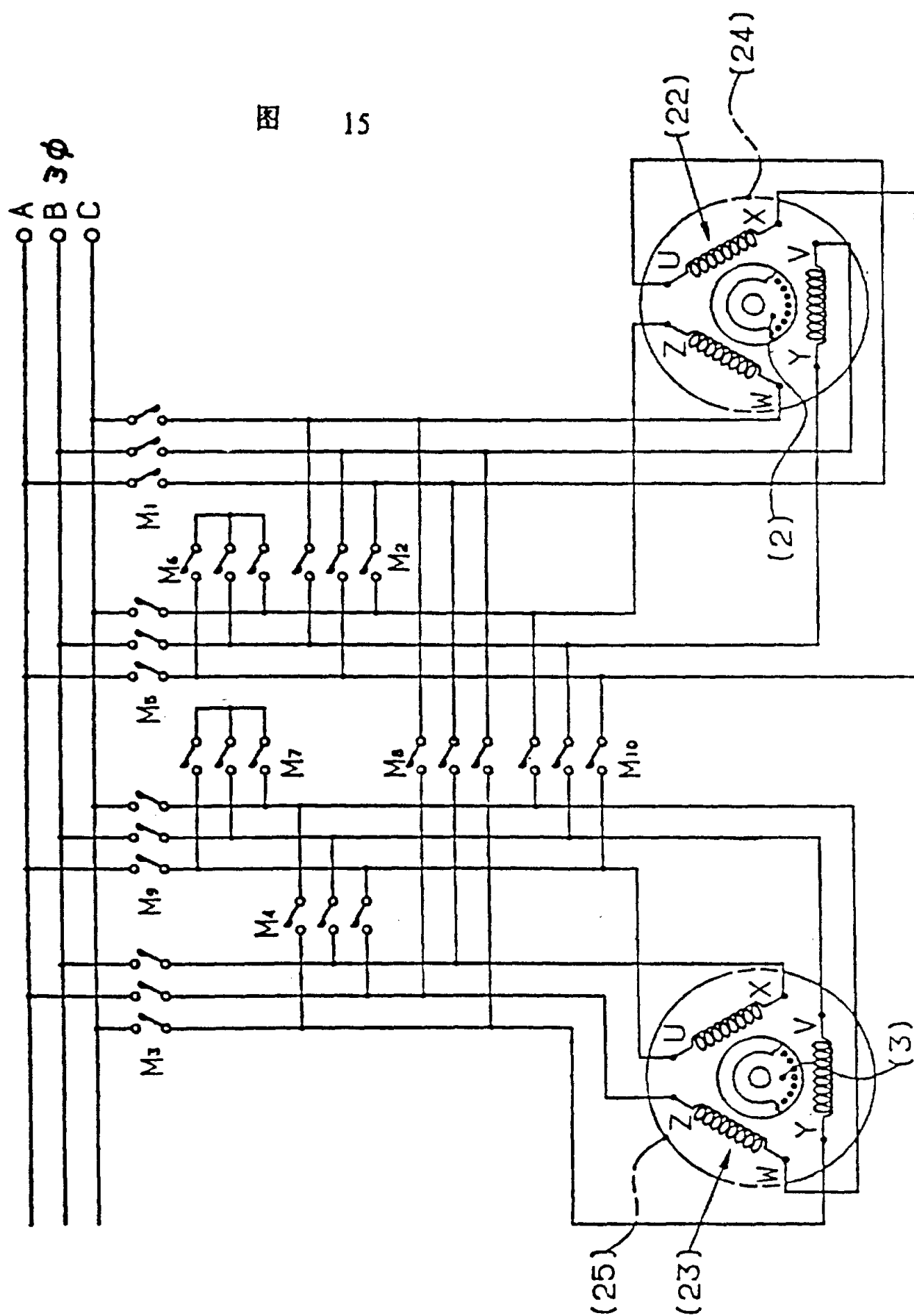
13



图

14





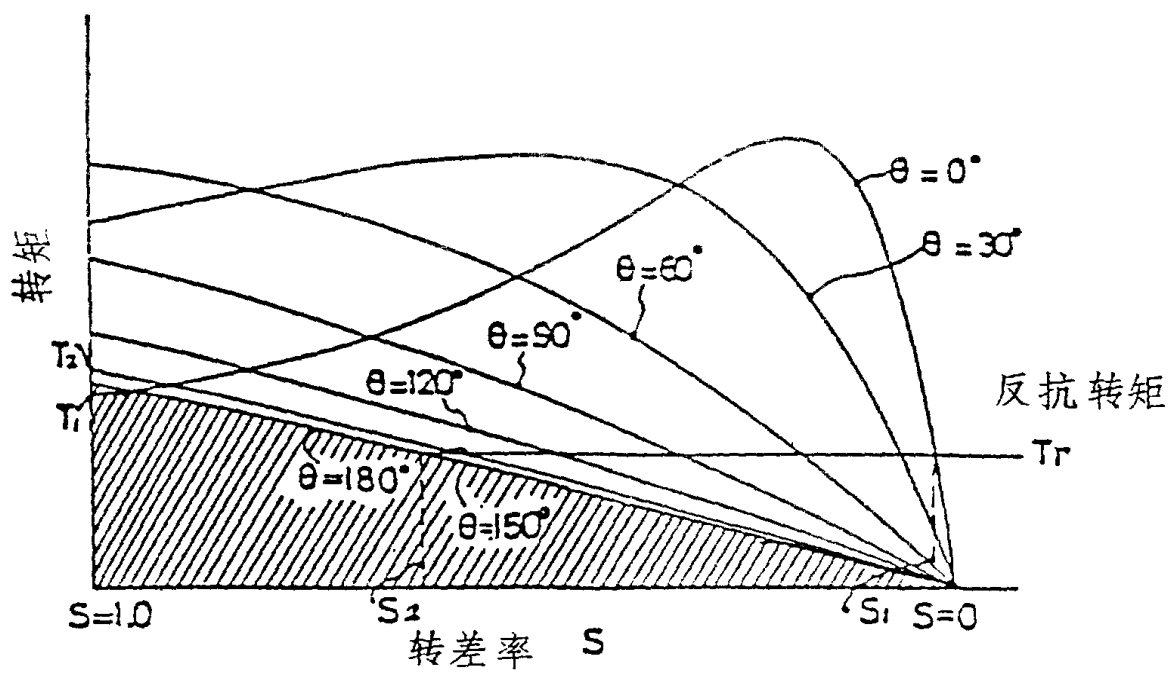


图 16

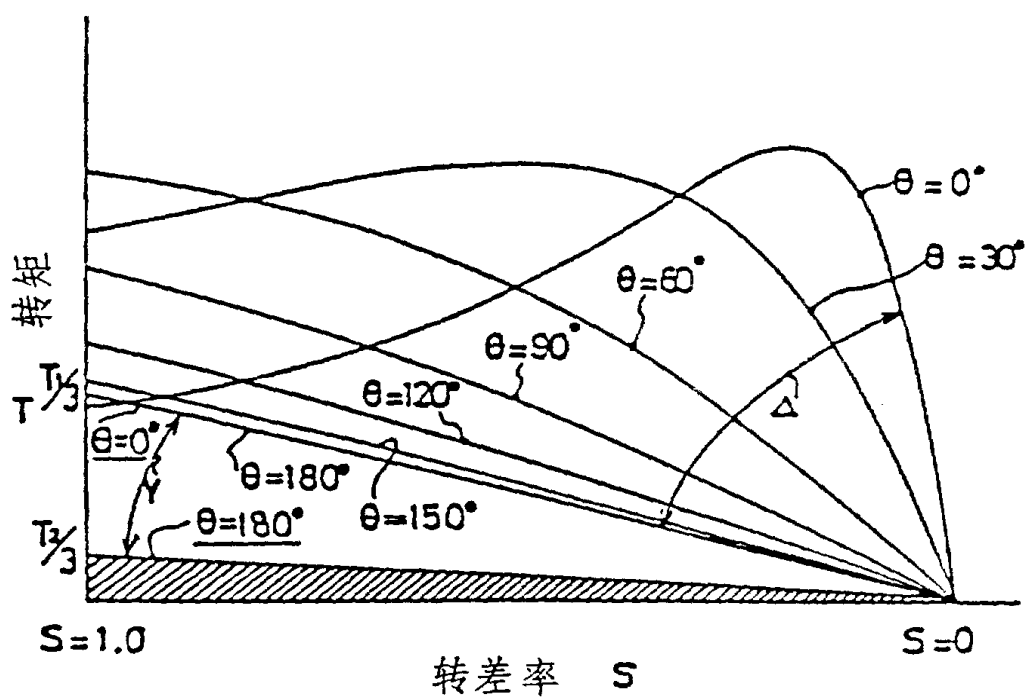


图 17

图 18

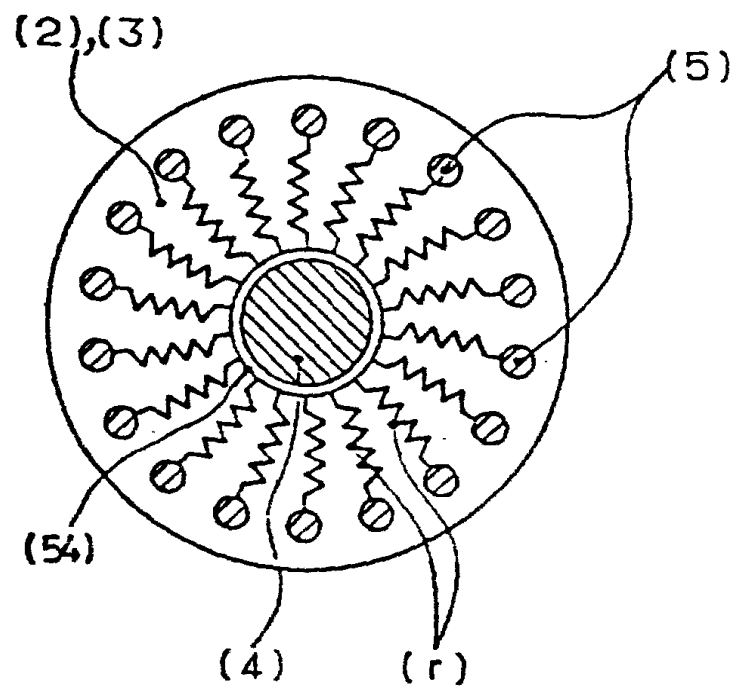


图 19

