[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
B66B 1/06

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 99115732.X

[43]公开日 2000年9月20日

[11]公开号 CN 1266812A

[22]申请日 1999.3.16 [21]申请号 99115732.X

[71]申请人 西安高能电机控制技术有限责任公司
地址 710068 陕西省西安市劳动南路49号
[72]发明人 张明涛 郭建军 杨 飙 史小东
苗培柱 段 胜 景占荣

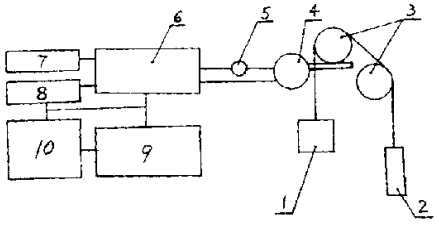
[74]专利代理机构 陕西省发明专利服务中心
代理人 李中群

权利要求书2页 说明书6页 附图页数3页

[54]发明名称 直流无刷电梯拖动控制系统

[57]摘要

该系统内具有电机4、复合传感器5、选层器9、调速控制器6、停电自救装置7和制动能量泄放电阻单元8等部分，其中电机采用稀土永磁无刷直流电机，复合传感器置于电机后轴端，由转子位置传感器及测速测距传感器组成，调速控制器采用四象限全闭环调速控制器。该系统除具有直流拖动和交流拖动两种控制系统的各项优点外，还具备了自我调节、智能反馈的高可靠性，能够在最大程度上满足对电梯拖动、控制性能的要求。



ISSN1008-4274

权　利　要　求　书

1、一种直流无刷电梯拖动控制系统，具有

1.1、为电梯运行提供动力的电机(4)，

1.2、用于检测电机(4)转子转速、转子位置以及电梯停层距离信号的复合传感器(5)，

1.3、可根据乘客选层信号发出选层指令以使轿厢(2)停止并保持在各楼层的串行通讯微机选层器(9)，

1.4、可根据复合传感器(5)的转子转速和位置信号、电机电流反馈信号以及选层器(9)给出的各种指令信号对电机转速、转矩进行控制的调速控制器(6)，

1.5、停电自救装置(7)，

1.6、制动能量泄放电阻单元(8)，

1.7、辅助电源(10)，

其特征在于:

a、系统电机(4)采用稀土永磁无刷直流电机;

b、复合传感器(5)置于电机(4)后轴端并与电机同轴，由转子位置传感器、测速测距传感器及壳体组成;

c、系统调速控制器(6)采用四象限全闭环调速控制器。

2、如权利要求1所述的直流无刷电梯拖动控制系统，其特征在于系统所用稀土永磁无刷直流电机(4)本体由定子、转子、壳体、低噪音滚珠轴承组成，其中定子铁芯为54槽冲片斜叠构成，转子采用切向磁钢构成的NS六极结构。

3、如权利要求1所述的直流无刷电梯拖动控制系统，其特征在于系统所用复合传感器(5)中的转子位置传感器由设在电机后轴伸(55)且可分别作定子和转子的光电传感器(53)和光栅(54)构成；测速测距传感器由同样设在电机后轴伸(55)且可分别作定子和转子的光电传感器(51)和光栅(54)构成。

4、如权利要求1所述的直流无刷电梯拖动控制系统，其特征在于系统所用的四象限全闭环调速控制器由依次串接在电网控制器与电机(4)之间的整流器(60)、换流器(61)、与整流器(61)输出端联接的电压检测电路(62a)、与换流器(61)输出端联接的温度检测电路(62b)和电流检测电路(62c)、与电压检测电路(62a)、温度检测电路(62b)和电流检测电路(62c)输出端联通的电梯保护控制电路(63)、与电流检测电路(62c)另一输出信号端联通的PWM电路(65)、与复合传感器(5)中测速测距传感器输出端以及选层器外控接口(91)联通的系统调节电路(68)、与复合传感器(5)中转子位置传感器输出端联通的位置逻辑电路(69)、

分别与复合传感器(5)中测速测距传感器输出端、保护控制电路(63)输出端和选层器外控接口(91)联通的单片机(67)以及一个驱动电路(64)组成，单片机(67)的一个输出信号端通入系统调节电路(68)，另一个输出信号端回馈输入至保护控制电路(63)，位置逻辑电路(69)输出信号通入系统调节电路(68)、又经系统调节电路(68)通入 PWM 调节电路(65)后再经 PWM 调节电路(65)输出至驱动电路(64)，驱动电路(64)的一个输出端接至保护控制电路，另一输出端接换流器(61)为电机(4)提供驱动信号。

5、如权利要求 1、2 所述的直流无刷电梯拖动控制系统，其特征在于电机磁钢采用 NF27SH 或 NF30SH 材料加工而成，并切向置于转子内，磁钢气隙 δ 在 0.5 ~ 1.2 间调整。

说　　明　　书

直流无刷电梯拖动控制系统

本发明属于电力提升运输设施技术领域，涉及一种用于电梯轿厢升降驱动的电梯拖动控制系统。

电梯是高层建筑中必不可少的交通运输工具。一部完整的电梯(本文仅指垂直运行的客梯)是由多个子系统组成的复杂机电一体化系统，而其中的拖动控制系统(包含调速控制和电气控制两部分)则是可直接决定着电梯性能优劣的“核心”，在电梯中占有非常重要的位置。电梯技术的发展首先要求其拖动控制系统具有安全、可靠、舒适、平稳、准确和快捷的基本特征，其次要求造价低廉、省电节能并可最大限度地减少维护保养及售后服务量。纵观电梯技术发展的历史，其拖动控制系统经历了从简单到复杂、从直流到交流的漫长发展过程。自19 世纪直流电动机拖动控制(以下简称直流拖动)和交流电动机拖动控制(以下简称交流拖动)相继问世，直至 20 世纪以来，用于电梯的拖动系统主要包括：单速及双速交流电动机拖动系统、交流调压调速拖动系统、直流发电机 —— 电动机可控硅励磁拖动系统、交流变压变频即 VVVF(VVVF是英文Variable Voltage Variable Frequency 的缩写)拖动系统。从系统工作性能来讲：直流拖动系统具有调速范围宽、过载能力强、起动转矩大、调速能耗小以及控制方便、灵活、快捷等特点，但早期的直流拖动系统往往是直流发电机 —— 电动机组组成调速系统，其所存在的结构复杂、价格昂贵、机械换向的可靠性差、能耗大、维护困难等缺点限制了其自身的优势和发展，致使近几十年来本领域技术人员均把调速的注意力放到对交流拖动系统的研究上。交流拖动系统具有结构简单、制造容易、运行可靠、价格便宜等优点，已成为目前人们广泛关注的焦点和研究发展的方向，尤其是自七十年代末起问世的用于各种电梯的交流变压变频(VVVF)拖动控制系统更是由于其所具有的传动效率和能量利用率高、动态品质、抗干扰能力强及调速精度高等优点而倍受世人青睐，但是，这种交流变压变频拖动系统跟直流调速拖动系统相比仍然存在有一些无法克服的缺陷，主要表现在它的功率因数和调速特性方面，即：与直流拖动系统相比，交流异步电机在运行时必须从电网吸收滞后的无功功率，因此它的功率因数较低(功率因数为0.7 ~ 0.89)， VVVF 拖动控制系统相应还存在有调速范围相对较小、不能在电梯上真正实现“0”速抱闸、电机不能在“检修状态”长时间运行以及实现“停电自救”用 UPS 成本高、平层精度受限等不足。

本发明的目的在于提供一种集交流拖动系统和直流拖动系统二者的优点于

一体并同时可克服二者缺陷的直流无刷电梯拖动控制系统，该系统既具有直流拖动系统的高性能、高精度、控制方便的优点，又具有交流拖动系统中电机的结构简单、坚固耐用、免维护等特性，还具备了自我调节、智能反馈的高可靠性，能够在最大程度上满足对电梯拖动、控制性能的要求。

进入八十年代后，由于新型的 NdFeB 材料的出现，其使用温度突破 175 ℃以及其成本的降低，使高性能稀土永磁电机的发展由军用转为民用变为现实，电力电子技术和大功率器件的不断完善和性能的提高使直流电机的高频电子换向取代机械整流换向亦成为现实，计算机控制技术的飞速发展已使智能控制和管理(电气控制微机化)应用于各行各业。本发明所述的直流无刷电梯拖动控制系统就是以这些新技术为基础而设计的一种有着全新概念的电梯拖动、控制系统。该拖动控制系统的设计结构如附图 1 所示，它由下述的七部分工作单元组成，包括：Ⅰ、为电梯运行提供动力的电机 4，该电机 4 采用稀土永磁无刷直流电机；Ⅱ、用于检测电机 4 转子转速、转子位置以及电梯平层距离信号的复合传感器 5，它置于电机 4 后轴端并与电机同轴，由转子位置传感器、测速测距传感器及壳体组成；Ⅲ、可根据乘客选层信号发出选层指令以使轿厢 2 停止并保持在各楼层的微机选层器 9；Ⅳ、可根据复合传感器 5 的转子转速和位置信号、电机电流反馈信号以及选层器 9 给出的各种指令信号对电机转速、转矩进行控制的调速控制器 6，本系统中调速控制器 6 采用四象限全闭环调速控制器；Ⅴ、停电自救装置 7；Ⅵ、制动能量泄放电阻单元 8；Ⅶ、辅助电源 10。对有齿电梯来说，上述结构仅与曳引机 3 相配即可形成全套电梯机房主机系统，实现传统典型的电力拖动系统和电气拖动系统的全部功能和新增功能，并可同时满足各速电梯特别是中、低速电梯的性能要求，这也是本发明与现有技术特别是 VVVF 技术的重要区别和特征之一。附图 1 中序号 1 为电梯轿厢；2 为对重。

以下将结合文后其它附图就本发明所述系统中主要工作单元的技术内容作出分别介绍。

一、专用稀土永磁无刷直流电机:

该电机为根据电梯对曳引机 3 的要求而专门设计的为电梯提供动力的装置，其本体主要部件由定子、转子、壳体(机座)和低噪音滚珠轴承等组成。定子铁芯为 54 槽(异步电机)冲片斜叠构成，而且采用三相三组同心绕组星形连接构成的三对极六状态导通方式。转子采用切向磁钢构成的 NS 六极结构，其横截面结构如图 2 所示，图中标号 41 为转子冲片，42 为 NdFeB 磁钢，43 为隔磁槽，44 为隔磁套，45 为轴。实施中，转子磁钢采用 NF27SH 或 NF30SH 材料加工而成，磁钢切向置于转子内，其气隙可根据磁路计算和电参数计算结果和工况需要在 δ 在 0.5 ~ 1.2 间调整。壳体选用 Y200 - 6 标准异步电机机座。轴承采用通用

系列低噪音球轴承。在电磁设计上主要以二维场的有限元法为基础对电机进行磁场分析和计算，然后场 —— 路结合计算出电参数以及其它性能数据，优化出最佳方案，以力求产品既能最大限度发挥直流调速特性，又采用交流异步电机和交流同步电机的优点，使其成为集交、直流调速优点于一体的可四象限调速运行的高性能无刷直流电动机。

二、复合传感器:

系统所用复合传感器 5 的结构如附图 3 所示，为光电多功能检测复合传感器，主要用于检测电机的转速、位置、距离等信号并将其传输给调速控制器 6 进行控制。该传感器 5 置于电机 4 后轴端并与电机同轴，由转子位置传感器、测速测距传感器及壳体等组成。其中，转子位置传感器由设在电机后轴伸 55 且可分别作定子和转子的光电传感器 53 和光栅 54 构成，用于检测电机永磁转子(二转子同轴)的位置，为电机定子绕组的换向提供准确的位置信号；测速测距传感器由同样设在电机后轴伸 55 且可分别作定子和转子的光电传感器 51 和光栅 54 构成，它一方面作为电梯的位移信号，为调速控制器实现电梯的减速制动、停站提供准确的距离信号，另一方面经过 E/v 电路输出与转速成正比的直流电压信号，提供给调速控制器作为转速反馈信号，实现闭环控制。图 3 中标号 52 为电路板。

三、四象限全闭环调速控制器:

参见附图 4 ，系统所用的四象限全闭环调速控制器由依次串接在电网控制器与电机 4 之间的三相整流器 60 、换流器 61 、与整流器 60 输出端联接的电压检测电路 62a 、与换流器 61 输出端联接的温度检测电路 62b 和电流检测电路 62c 、与电压检测电路 62a 、温度检测电路 62b 和电流检测电路 62c 输出端联通的电梯保护控制电路 63 、与电流检测电路 62c 的另一输出信号端联通的 PWM(脉宽调制)电路 65 、与复合传感器 5 中测速测距传感器输出端以及选层器外控接口 91 联通的系统调节电路 68 、与复合传感器 5 中转子位置传感器输出端联通的位置逻辑电路 69 、分别与复合传感器 5 中测速测距传感器输出端、保护控制电路 63 输出端和选层器外控接口 91 联通的单片机 67 以及一个驱动电路 64 组成，单片机 67 的一个输出信号端通入系统调节电路 68 ，另一个输出信号端回馈输入至保护控制电路 63 ，位置逻辑电路 69 输出信号通入系统调节电路 68 、又经系统调节电路 68 通入 PWM 调节电路 65 后再经 PWM 调节电路 65 输出至驱动电路 64 ，驱动电路 64 的一个输出端接至保护控制电路，另一输出端接换流器 61 为电机 4 提供驱动信号。在本发明的具体实施例方案中，三相整流器 60 可采用日本富士公司生产的 6RI1000-160 器件;换流器 61 采用日本三菱公司生产的 IGBT 模块 CM200DY-24H 器件，其工作原理可参见图 8 ； 电压检测电路

62a 可采用如附图 5 所示的结构，该结构内的比较器 IC_1 采用 LM339 器件；温度检测电路 62b 可采用如附图 6 所示的结构，该图内所标的器件 K 为 80 ℃温度开关，光电耦合管 G 采用 TLR521 器件；电流检测电路 62c 采用瑞士 LEM 公司生产的 LA100-P 型电流接收器；保护控制电路 63 采用 74LS30 器件；驱动电路 64 采用日本三菱公司 IGBT 专用驱动电路 M57962L 器件； PWM 电路 65 采用 Unitrode 公司生产的 UC3846 型 PWM 发生器；单片机 67 采用 80C196KC 单片机；系统调节电路 68 采用如附图 7 所示的双闭环控制电路，该图中的两个运放器 IC_2 和 IC_3 均采用 $\frac{1}{2}$ AD708JN 器件，系统的速度给定信号、速度反馈信号和电流反馈信号分别由电路输入端 u_{i1} 、 u_{i2} 和 u_{i3} 进入电路 68 ，输出信号由 u_o 端至 PWM 电路 65 ；位置逻辑电路 69 采用 74HC157 器件。附图 4 中序号 11 为控制电源； 12 为制动控制电路； 66 为显示面板。

本发明所述的调速控制器 6 采用全闭环四象限运行方式，其突出的特点是在电机转速较高时采用可控制绕组短路制动方式，这种制动方式由如附图 8 所示的两个工作过程 —— 制动电流增加过程和续流过程 —— 组成。在制动电流增加过程中，开关管 T_4 导通，由于电机电动势 E 的存在，电流通过 D_2 、 T_4 形成并增大，相当于 B 、 C 绕组短路，当制动电流增加到所需电流时， T_4 截止，电流通过二极管 D_2 、 D_3 续流，电流减小直至消失。通过这种可控制绕组短路制动方式，调速控制器成功地解决了电机转速较高时由于电机电动势过高威胁 IGBT 模块安全而不能采用反接制动方式制动的问题。

调速控制器 6 是构成本发明所述直流无刷电梯拖动系统的重要组成部分之一，其主要功能包括： 1 、根据来自电机复合传感器 5 的转子位置信号并按照一定的逻辑使功率开关导通或截止，从而改变电机定子的磁状态，使电机工作气隙产生跳跃式旋转磁场，将永磁转子准同步拖动； 2 、根据选层器 9 给出的各种指令以及来自电机复合传感器 5 的转速反馈信号对电机的转速、转矩(电流)进行四象限全闭环控制； 3 、根据电梯启动时检测到的电流值实现电梯的“称重”功能； 4 、调速控制器内单片机 67 根据选层器 9 所提供的方向、运行、换速、停车、检修等信号，在满足电梯启动加速、减速停车过程中的加速度、变加速度等各种国际技术指标的同时，依照人体对乘载电梯的生理感觉需要，提供最优运行曲线，并且根据电机传感器的位移脉冲信号采用“按距离减速”的停靠方式满足电梯对平层精度的要求； 5 、具有多种保护功能以确保系统正常、可靠地运行。

在调速控制器 6 的各组成部分中，整流器 60 的 R 、 S 、 T 端接 380V 电网，系统通过整流器 60 实现交流 380V 到直流 500V 的变换；换流器 61 为由三个双单元 IGBT 功率模块构成的三相桥式换流器；控制电源 11 经变压器继而通过整

流电路和开关电源得到+5V 、+12V 、 ± 15V 、+25V 、+10V 、+36V 等直流稳压电源；电压检测电路 62a 通过对输入电压的检测可以监视电网过、欠压状况，同时还通过对直流母线电压的检测控制制动能量的泄放；温度检测电路 62b 采用温控继电器，用于检测控制功率模块散热器温度；电流检测电路 62c 采用霍尔电流传感器对输出电流进行检测，经电流环调节后形成 PWM 调制信号，并可通过对电流的检测对电梯的负载情况作出判断，从而获得较为适宜的起动力，同时该电路还可对电机出现的电流异常情况提出警告并予以保护；系统调节电路 68 采用速度、电流双闭环控制；位置逻辑电路 69 从位置传感器获得的信号经过去干扰和整形后，按照电机绕组的需要并根据当前的运行条件及 PWM 脉宽调制信号进行逻辑组合运算，为驱动电路 64 提供控制信号，驱动大功率 IGBT 模块即换流器 61 工作； PWM 调节电路 65 经速度、电流环的调节过程得到电流指令，经过 PWM 变换形成脉宽调制信号送给驱动电路 64 ；驱动电路 64 采用日本三菱公司 IGBT 专用驱动电路 M57962L 为大功率 IGBT 模块提供驱动信号；系统保护控制电路 63 具有完备的故障自诊断和保护功能，可以及时接收到包括电网电压过压（> 380V+10 %）、欠压（< 380V － 7 %）、过电流（输出电流 > 85A）、输出短路、散热板温度过热、掉电、电机转向切换、系统与电机间联线中断、换速失效、制动失效、电梯溜车以及电梯超载等各种故障警告信息，经处理后发出保护动作，为系统提供安全、可靠的运行环境；单片机 67 在拖动控制器中用于与选层器 9 的信号通信，根据选层器 9 所提供的方向、运行、换速、停车、检修等信号，在满足电梯启动加速、减速停车过程中的加速度、变加速度等各种国际技术指标的同时，依照人体对乘载电梯的生理感觉需要，提供最优运行曲线，根据电机传感器的位移脉冲信号采用“按距离减速”的停靠方式满足电梯对平层精度的要求，实时显示电梯运行速度、电机转速和调速器输出电流以及调速器运行状态和故障，另外单片机 67 还对系统运行状态实行实时监控，以便维修人员分析处理；显示面板 66 用于显示电梯运行速度、电机转速、调速器输出电流和运行、停车、方向、检修等状态以及过压、欠压、过流、过热等故障。

与现有技术相比，本发明所述的直流无刷电梯拖动控制系统具有如下优点：

1 、系统成功、巧妙地吸收了交流拖动系统和直流拖动系统二者的优点，使其既具有交流电机结构简单的优点，又具有直流电机优秀的调速性能，可最大程度地满足对电梯拖动、控制性能的要求。

2 、稀土永磁无刷电机用于电梯拖动，较高转速时，采用高压在线可控制绕组短路制动方式，低速时，采用反接制动方式成功地实现了位势负载四象限运行，

还具有无电自闭、高效节能、运行平稳舒适等优越性能，在电梯拖动系统上是一个很有意义的突破。

3、电机由稀土材料提供励磁，无激磁电流成份，电机的运行功率因数超过95 %(达到 97 ~ 99 %)，使 IGBT 的实际使用容量和可靠性大大提高，延长了使用寿命；利用稀土永磁材料的恒磁通优点，电机可实现真正的恒力矩输出运行，调速比达到 1 ：1500 以上，高出 VVVF 系统 5 ~ 10 倍，使电梯真正实现了“0”速启动，“0”速抱闸；电机所具备的高效率、低温升特点使电梯能在频繁启、制动和检修状态下长时间运行；另外，由于电机磁场的永久性，电机有能力提供任何情况的包括电网停电情况在内的发电制动能力，即可以实现系统的无条件闭锁，同时可方便、廉价地实现全补偿自称重预加载功能和停电自救功能。

4、复合传感器采用光电传感技术的结构设计使速度、距离、位置等信号的检测、反馈与控制实现了一体化，而且较传统的信号采样方式在控制精度上有大幅度的提高。

5、系统中控制器采用速度、电流双闭环控制及全过程速度给定跟踪控制方式，使其调速精度、系统响应、跟踪偏差等指标均优于 VVVF 系统，再则系统也更具有恒力矩运行特点，所以拖动系统与负载大小、层站多少基本无关，可严格按设定曲线运行，这样就大大提高了电梯的“舒适性”和平层精度。

6、 在系统造价与 VVVF 系统相当的情况下，节能效果显著提高。

附图说明:

图 1 为直流无刷电梯拖动控制系统的结构框图;

图 2 为稀土永磁无刷直流电机中转子的横截面结构示意图.

图 3 为复合传感器的结构示意图.

图 4 为四象限全闭环调速控制器的控制系统框图.

图 5 为调速控制器内电压检测电路 62a 的结构示意图。

图 6 为调速控制器内温度检测电路 62b 的结构示意图。

图 7 为调速控制器内系统调节电路 68 的结构示意图.

图 8 为调速控制器运行方式的原理示意图。

说　明　书　附　图

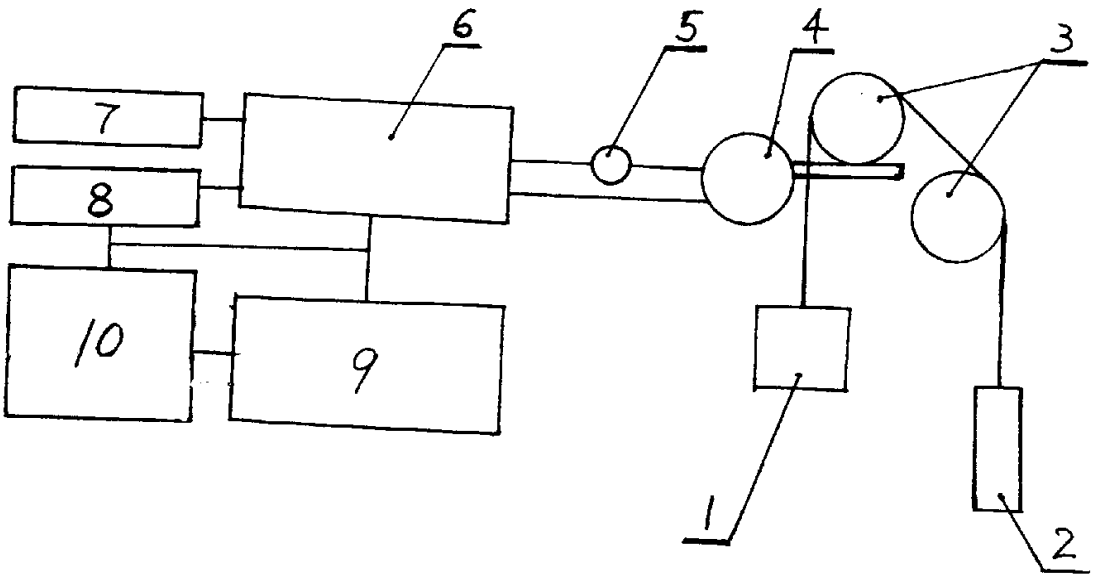


图　1

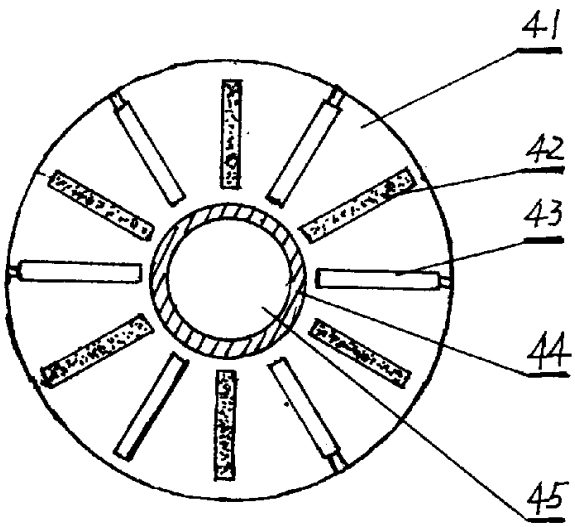


图　2

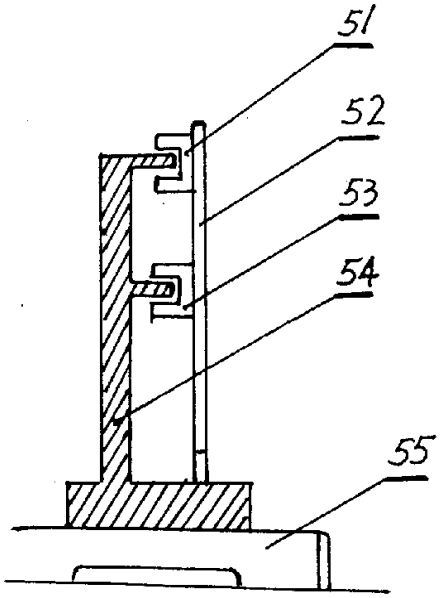


图　3

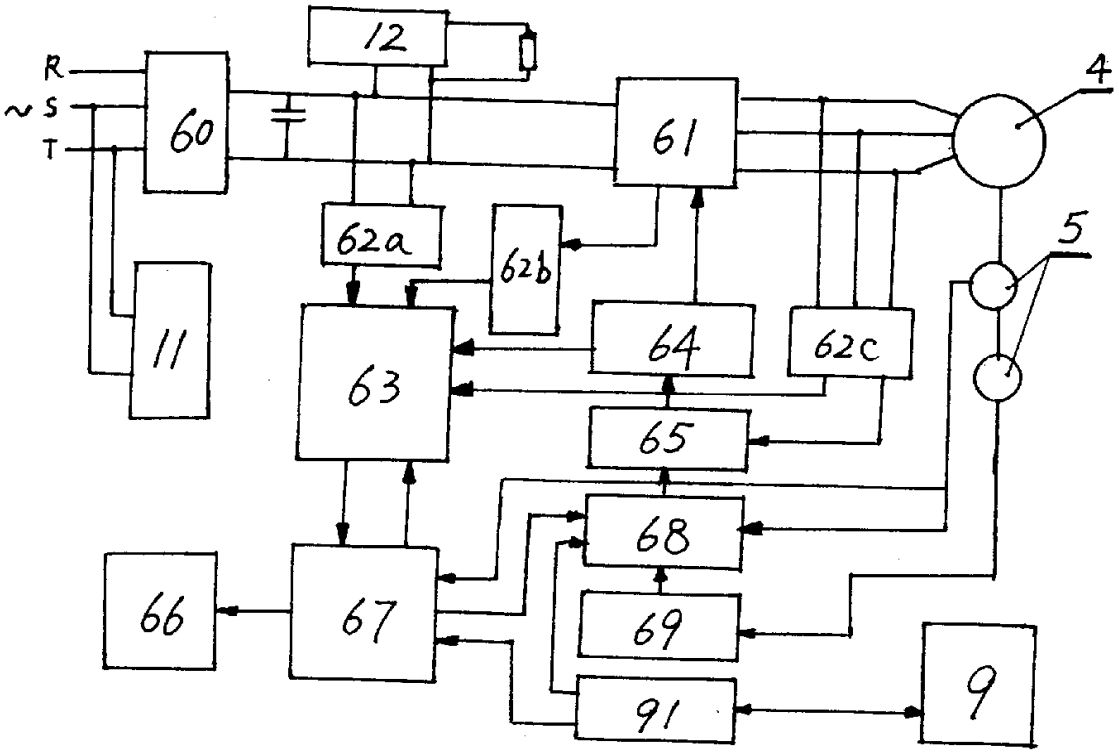

R
S
T
12
60
61
4
62a
62b
5
11
63
64
62c
65
68
66
67
69
91
9

图 4

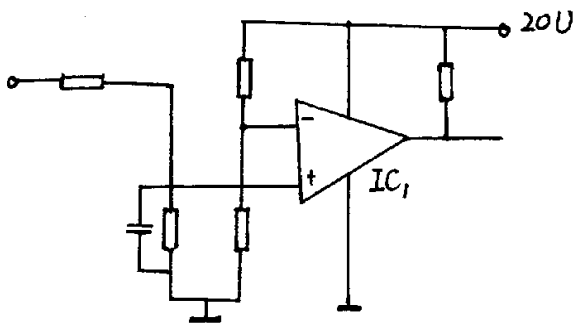

20U
IC1

图 5

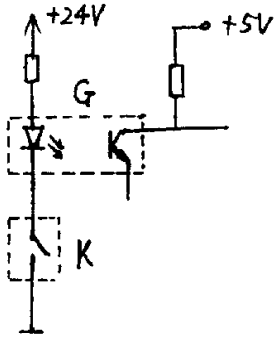

+24V
+5V
G
K

图 6

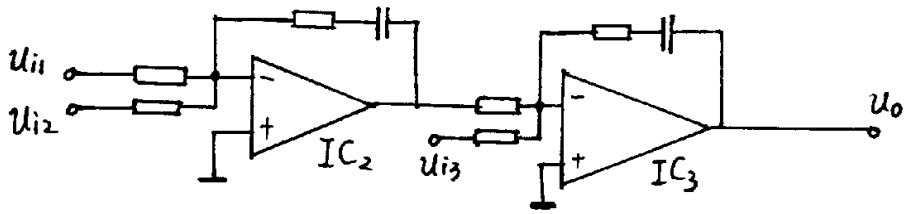

Ui1
Ui2
IC2
Ui3
IC3
Uo

图 7

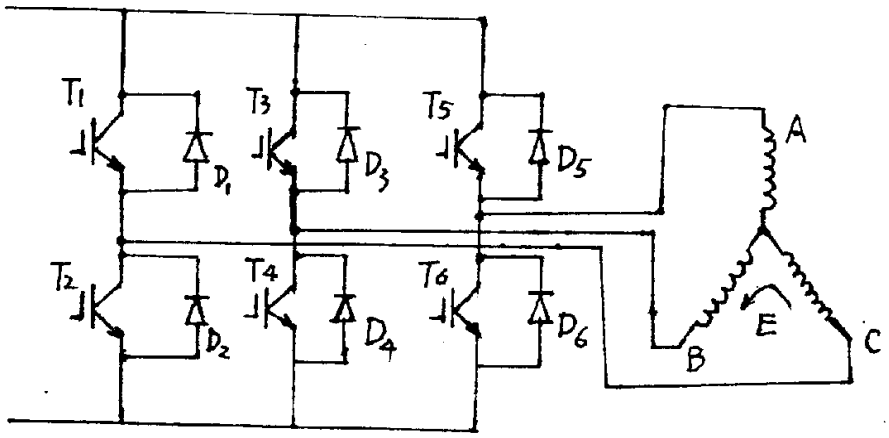


図　8