

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00115354.4

[43]公开日 2000年9月20日

[11]公开号 CN 1267121A

[22]申请日 2000.4.7 [21]申请号 00115354.4  
 [71]申请人 唐建一  
 地址 200040 上海市延安中路 913 弄 117 号(楼下)  
 [72]发明人 唐建一

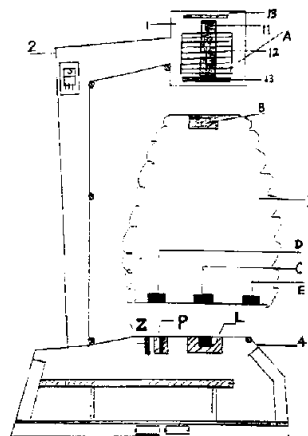
[74]专利代理机构 上海华东专利事务所  
 代理人 张泽纯

权利要求书 4 页 说明书 13 页 附图页数 7 页

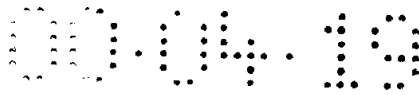
[54]发明名称 磁悬浮装置及其控制系统

[57]摘要

一种磁悬浮装置及其控制系统,包括支持物、浮体、底座和电子线路,其特点是还有由棒形铁磁体及其套在其外的线圈构成的电磁器件,底座中心传感器、磁感应传感器和偏转力发生器,在包括电源、主控电路、同步脉冲偏转电路、温度补偿电路、手感补偿电路的电子线路的控制下,浮体不仅能稳定地悬浮,而且能自动旋转。在环境温度 -25℃ 到 +60℃ 内变化,受某些振动,浮体重量及形成有所改变时,仍有良好的适应性。



ISSN 1008-4274



# 权利要求书

---

1、一种磁悬浮装置及其控制系统，包括支持物(2)、浮体(3)、底座(4)和电子线路(5)，其特征在于：

支持物(2)支持一电磁盒(1)，该电磁盒(1)内垂直安放着一棒形铁磁体(11)及套在其外的线圈(12)构成的电磁器件 A；

所说底座(4)台面安装有中心传感器 L，偏离它的位置独立且靠近地安装偏转力发生器 P 和磁感应传感器 Z；

在所说浮体(3)重心线穿过的该浮体(3)的上端面和下端面的位置分别安装永磁体 B 和永磁体 C，在浮体(3)下端面偏离永磁体 C 适当距离的对称位置分别安装永磁体 D 和永磁体 E；

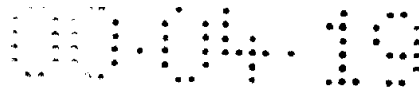
当浮体(3)上永磁体 B 受电磁器件 A 的吸引力而悬空时，上述安装应使电磁器件 A、永磁体 B、永磁体 C 和中心传感器 L 均位于浮体(3)的重心线上，而且永磁体 D 或 E 与永磁体 C 之间的中心距离应等于偏转力发生器 P 与中心传感器 L 之间的中心距离，而偏转力发生器 P 与磁感应传感器 Z 靠近，即都应同时在永磁体 D 或 E 的磁作用范围内；

所说的电子线路(5)包含有直流电源(51)、主控电路(52)、同步脉冲偏转电路(53)、温度补偿电路(54)、手感补偿电路(55)。

2、根据权利要求 1 所述的磁悬浮装置及其控制系统，其特征是所说的电磁器件 A 的棒形铁磁体(11)和线圈(12)的两端还可以附有片状或扁平形铁磁体或永磁体(13)。

3、根据权利要求 1 所述的磁悬浮装置及其控制系统，其特征在于所说电磁器件 A 的棒形铁磁体(11)对永磁体 B 产生的静磁吸力  $F_z$  为电磁器件 A 对永磁体 B 的电磁力  $F_D$  的 2-3 倍。

4、根据权利要求 1 所述的磁悬浮装置及其控制系统，其特征在于所说的主控电路(52)主要包括：



主控信号形成电路 (521)、中放电路 (522)、工作点控制电路 (523) 和功率放大及附属电路 (524)。

5、根据权利要求 4 所述的磁悬浮装置及其控制系统，其特征在于所说的主控信号形成电路 (521) 是由集成电路  $IC_1$  接成 LC 振荡电路，电容  $C_7$  和中心传感器 L 并联在  $IC_1$  的正输入端和输出端 I 之间， $IC_1$  的负输入端通过  $R_6$  接地， $IC_1$  的输出端 I 通过限压限流器  $W_4$  接地或通过  $BG_2$  组成的电路接地，输出端 I 脉冲波经电容  $C_8$  的耦合在电阻  $R_7$  上的 j 点形成锯齿脉冲电压，经二极管  $W_5$  与负载电阻  $R_8$  形成检波，再经电容  $C_9$  滤波，在 k 点形成有一定直流分量的脉冲波，并单端输入集成电路  $IC_2$  的正输入端， $IC_2$  的负输入端与输出端相连，形成深度负反馈。

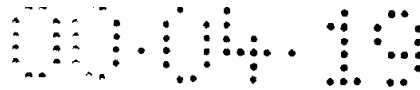
6、根据权利要求 4 所述的磁悬浮装置及其控制系统，其特征在于所说的中间放大电路 (522) 包括两部分：

(1) 电容  $C_{10}$  隔直耦合送  $IC_3$  负输入端， $IC_3$  的正输入端通过电阻  $R_9$  接地，电容  $C_{11}$  与电阻  $R_{10}$  并联后，一端接在  $IC_3$  负输入端和电容  $C_{10}$  的节点上，另一端接  $IC_3$  输出极与电阻  $R_{11}$  的节点，由电阻  $R_{11}$  输出微分放大信号；

(2) 电阻  $R_{12}$  接电容  $C_{13}$ 、电阻  $R_{13}$ 、电容  $C_{12}$  及  $IC_4$  负输入端的节点，电容  $C_{12}$  另一端接地，电容  $C_{13}$  和电阻  $R_{13}$  并联后，另一端接  $IC_4$  输出端与电阻  $R_{15}$ 、 $R_{14}$  及电容  $C_{15}$  的节点 p，电容  $C_{15}$  另一端接地，由 p 点形成积分放大输出。

7、根据权利要求 4 所述的磁悬浮装置及其控制系统，其特征在于所说的工作点控制电路 (523) 采用非平衡电桥网络构成，即电阻  $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  构成非平衡电桥， $R_{20}$  是调节器，电桥的 s 和 t 双臂输出分别接  $IC_5$  正、负输入端构成差动放大，电阻  $R_{21}$  并联在  $IC_5$  的负输入端和输出端之间， $IC_5$  输出经电阻  $R_{22}$  形成工作点平台 u。

8、根据权利要求 4 所述的磁悬浮装置及其控制系统，其特征在于所

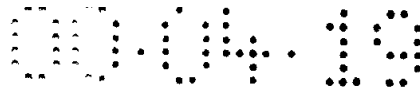


说的功率放大及附属电路（524）是由电容  $C_{30}$  与电磁器件 A 并联后接在三极管  $BG_1$  集电极与电源正极之间，三极管  $BG_1$  的发射极经电阻  $R_{41}$  接地，电阻  $R_{40}$  接在地与三极管  $BG_1$  的基极之间， $R_{40}$  与  $BG_1$  基极的节点经电阻  $R_{42}$  接集成电路  $IC_8$  输出端， $IC_8$  的输出控制  $BG_1$  的基极电位，由电阻  $R_{42}$  与  $R_{40}$  的分压决定基极的电压和电流值，控制输出功率， $IC_8$  负输入端的电压值由主控信号  $w$  的电压值决定， $IC_8$  的正输入端通过电阻  $R_{44}$  接地， $IC_9$  是一个开关电路， $IC_9$  的正输入端接电阻  $R_{47}$ ，电阻  $R_{48}$  与电容  $C_{22}$  的节点，电阻  $R_{47}$  的另一端接电源正极，电阻  $R_{48}$  与电容  $C_{22}$  的另一端接地， $IC_9$  的负输入端接电阻  $R_{46}$  与电容  $C_{21}$  的节点， $C_{21}$  的另一端接地， $R_{46}$  的另一端接积分放大的输出端  $p$  点， $IC_9$  的输出端通过电阻  $R_{45}$  接  $IC_8$  的负输入端和电阻  $R_{11}$  的节点。

9、根据权利要求 1 所述的磁悬浮装置及其控制系统，其特征在于所说的同步脉冲偏转电路（53）以集成电路  $IC_{10}$  组成 RC 单稳态电路，常态下  $IC_{10}$  输出低电平，磁感应传感器 Z 在浮体浮空并旋转时发出的信号，即正脉冲在电阻  $R_{50}$  分压和电容  $C_{50}$  滤波和整形下，在电阻  $R_{51}$  得到正电位脉冲，通过二极管  $W_5$ ，在电阻  $R_{52}$  分压和电容  $C_{52}$  滤波下，向集成电路  $IC_{10}$  正输入端输入，电阻  $R_{54}$  和电容  $C_{53}$  形成 RC 延时电路，此单稳态电路随即输出一个正脉冲通过电阻  $R_{56}$  输向三极管  $BG_2$  基极，使三极管  $BG_2$  处于导通饱和态，其集电极“倒相”地发出“低脉冲”，处于集电极的偏转力发生器 P 可得到一定的电功率，同步地发出偏转力，该偏转力的大小由限压限流电阻  $R_{58}$  所决定，偏转力施加给永磁体 D 或 E 的时间，由  $IC_{10}$  电路中  $R_{54}$  和  $C_{53}$  的值来调节，通常可调节  $R_{54}$  的值来改变。

10、根据权利要求 1 所述的磁悬浮装置及其控制系统，其特征在于所说的温度补偿电路（54）包括两部分：

(1)温度补偿，即在电源正极与地之间有串联电阻  $R_{24}$ 、 $R_1$  和  $R_{25}$ ，与热敏电阻  $R_1$  并联的是调节电位器  $R_{23}$ ， $R_{23}$  的滑动抽头接集成电路  $IC_6$  的正

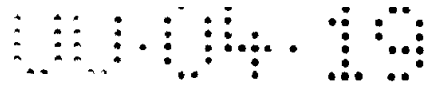


输入端，接地的  $R_{26}$  的另一端接电阻  $R_{27}$  和  $IC_6$  负输入端的节点， $R_{27}$  的另一端接  $IC_6$  的输出端并通过电阻  $R_{28}$  输入工作平台  $u$ 。

(2) 二次控制，从主控电路的功放级的三极管  $BG_1$  的发射极采样点  $v$  的电压值即电阻  $R_{31}$  和  $R_{32}$  的分压的信号输入  $IC_7$  的正输入端，电阻  $R_{33}$  和  $R_{34}$  串连在地与电源正极之间，电阻  $R_{36}$  跨接在  $IC_7$  的输出端与负输入端、电阻  $R_{33}$  和  $R_{34}$  的节点之间， $IC_7$  的输出端一方面通过  $C_{20}$  接地，另一方面通过电阻  $R_{35}$  和  $IC_5$  输向工作点平台  $u$ 。

11、根据权利要求 11 所述的磁悬浮装置及其控制系统，其特征在于所说的二次控制，也可采用从功放电路中三极管  $BG_1$  的发射极的  $v$  点，经电阻  $R_{39}$ 、 $R_{38}$  和电容  $C_{31}$  负反馈输入前置放大  $IC_8$  负输入端，与从  $BG_1$  发射极的  $r$  点经电阻  $R_{17}$  进入  $IC_5$  的负输入端的负反馈共同构成。

12、根据权利要求 1 所述的磁悬浮装置及其控制系统，其特征在于所说的手感补偿电路 (55) 是这样构成的：接在电源正极与地之间的由电阻  $R_{60}$ 、 $R_{61}$ 、 $R_{62}$ 、 $R_{63}$  串联电路在  $y$  点的分压输入集成电路  $IC_{11}$  正输入端， $IC_{11}$  的负输入端与输出端 ( $z$  点) 直接连起来， $z$  点电位即是  $y$  点电位。



# 说明书

---

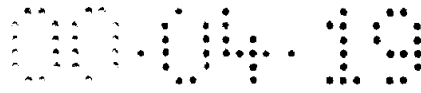
## 磁悬浮装置及其控制系统

本发明涉及磁悬浮装置，特别是一种浮体可旋转的磁悬浮装置及其控制系统。

加拿大研制的“磁浮地球仪”，不能自动旋转，由于采用红外线测距方式来控制地球仪的浮空位置，效果差，成本高，浮空间距太小，且控制线路考虑不周，整机的稳定性差，因而很难商品化。新加坡的“悬浮相架”采用老式门框式的门架，内部结构不合理，控制线路设计不佳，外形和性能均不理想，也难以商品化。

本发明的目的是为了克服上述缺点并有独特的技术方案，提供一种磁悬浮装置及其控制系统，使浮体不仅可以稳定地较好地悬浮，而且可以自动匀速旋转，当然浮体可以具有多种式样。

本发明是这样实现的。一种磁悬浮装置及其控制系统，包括支持物、浮体、底座和电子线路，其特点是：支持物支持一电磁盒，该电磁盒内垂直安放着一棒形铁磁体及套在其外的线圈构成的电磁器件 A；所说底座台面安装有中心传感器 L，偏离它的位置独立且靠近地安装偏转力发生器 P 和磁感应传感器 Z；在所说浮体重心线穿过的该浮体的上端面和下端面的位置分别安装永磁体 B 和永磁体 C，在浮体下端面偏离永磁体 C 适当距离的对称位置分别安装永磁体 D 和永磁体 E；当浮体上永磁体 B 受电磁器件 A 的吸引力而悬空时，上述安装应使电磁器件 A、永磁体 B、永磁体 C 和中心传感器 L 均位于浮体的重心线上，而且永磁体 D 或 E 与永磁体 C 之间的中心距离应等于偏转力发生器 P 与中心传感器 L 之间的中心距离，而偏转力发生器 P 与磁感应传感器 Z 靠近，即都应同时在



永磁体 D 或 E 的磁作用范围内；所说的电子线路包含有直流电源、主控电路、同步脉冲偏转电路、温度补偿电路、手感补偿电路。

所说的电磁器件 A 的棒形铁磁体和线圈的两端还可以附有片状或扁平形铁磁体或永磁体。

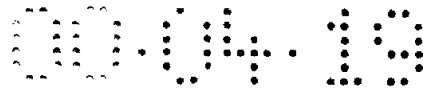
所说电磁器件 A 的棒形铁磁体对永磁体 B 产生的静磁吸力  $F_z$  为电磁器件 A 对永磁体 B 的电磁力  $F_D$  的 2-3 倍。

所说的主控电路主要包括：主控信号形成电路、中放电路、工作点控制电路和功率放大及附属电路。

所说的主控信号形成电路是由集成电路  $IC_1$  接成 LC 振荡电路，电容  $C_7$  和中心传感器 L 并联在  $IC_1$  的正输入端和输出端 I 之间， $IC_1$  的负输入端通过  $R_6$  接地， $IC_1$  的输出端 I 通过限压限流器  $W_4$  接地或通过  $BG_2$  组成的电路接地，输出端 I 脉冲波经电容  $C_8$  的耦合在电阻  $R_7$  上的 j 点形成锯齿脉冲电压，经二极管  $W_5$  与负载电阻  $R_8$  形成检波，再经电容  $C_9$  滤波，在 k 点形成有一定直流分量的脉冲波，并单端输入集成电路  $IC_2$  的正输入端， $IC_2$  的负输入端与输出端相连，形成深度负反馈。

所说的中间放大电路包括两部分：(1) 电容  $C_{10}$  隔直耦合送  $IC_3$  负输入端， $IC_3$  的正输入端通过电阻  $R_9$  接地，电容  $C_{11}$  与电阻  $R_{10}$  并联后，一端接在  $IC_3$  负输入端和电容  $C_{10}$  的节点上，另一端接  $IC_3$  输出极与电阻  $R_{11}$  的节点，由电阻  $R_{11}$  输出微分放大信号；(2) 电阻  $R_{12}$  接电容  $C_{13}$ 、电阻  $R_{13}$ 、电容  $C_{12}$  及  $IC_4$  负输入端的节点，电容  $C_{12}$  另一端接地，电容  $C_{13}$  和电阻  $R_{13}$  并联后，另一端接  $IC_4$  输出端与电阻  $R_{15}$ 、 $R_{14}$  及电容  $C_{15}$  的节点 p，电容  $C_{15}$  另一端接地，由 p 点形成积分放大输出。

所说的工作点控制电路采用非平衡电桥网络构成，即电阻  $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  构成非平衡电桥， $R_{20}$  是调节器，电桥的 s 和 t 双臂输出分别接  $IC_5$  正、负输入端构成差动放大，电阻  $R_{21}$  并联在  $IC_5$  的负输入端和输出端之间， $IC_5$  输出经电阻  $R_{22}$  形成工作点平台 u。

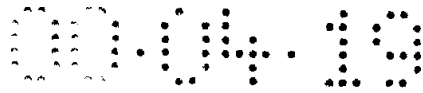


所说的功率放大及附属电路是由电容  $C_{30}$  与电磁器件 A 并联后接在三极管  $BG_1$  集电极与电源正极之间，三极管  $BG_1$  的发射极经电阻  $R_{41}$  接地，电阻  $R_{40}$  接在地与三极管  $BG_1$  的基极之间， $R_{40}$  与  $BG_1$  基极的节点经电阻  $R_{42}$  接集成电路  $IC_8$  输出端， $IC_8$  的输出控制  $BG_1$  的基极电位，由电阻  $R_{42}$  与  $R_{40}$  的分压决定基极的电压和电流值，控制输出功率， $IC_8$  负输入端的电压值由主控信号  $w$  的电压值决定， $IC_8$  的正输入端通过电阻  $R_{44}$  接地， $IC_9$  是一个开关电路， $IC_9$  的正输入端接电阻  $R_{47}$ ，电阻  $R_{48}$  与电容  $C_{22}$  的节点，电阻  $R_{47}$  的另一端接电源正极，电阻  $R_{48}$  与电容  $C_{22}$  的另一端接地， $IC_9$  的负输入端接电阻  $R_{46}$  与电容  $C_{21}$  的节点， $C_{21}$  的另一端接地， $R_{46}$  的另一端接积分放大的输出端  $p$  点， $IC_9$  的输出端通过电阻  $R_{45}$  接  $IC_8$  的负输入端和电阻  $R_{11}$  的节点。

所说的同步脉冲偏转电路以集成电路  $IC_{10}$  组成 RC 单稳态电路，常态下  $IC_{10}$  输出低电平，磁感应传感器 Z 在浮体浮空并旋转时发出的信号，即正脉冲在电阻  $R_{50}$  分压和电容  $C_{50}$  滤波和整形下，在电阻  $R_{51}$  得到正电位脉冲，通过二极管  $W_5$ ，在电阻  $R_{52}$  分压和电容  $C_{52}$  滤波下，向集成电路  $IC_{10}$  正输入端输入，电阻  $R_{54}$  和电容  $C_{53}$  形成 RC 延时电路，此单稳态电路随即输出一个正脉冲通过电阻  $R_{56}$  输向三极管  $BG_2$  基极，使三极管  $BG_2$  处于导通饱和态，其集电极“倒相”地发出“低脉冲”，处于集电极的偏转力发生器 P 可得到一定的电功率，同步地发出偏转力，该偏转力的大小由限压限流电阻  $R_{58}$  所决定，偏转力施加给永磁体 D 或 E 的时间，由  $IC_{10}$  电路中  $R_{54}$  和  $C_{53}$  的值来调节，通常可调节  $R_{54}$  的值来改变。

所说的温度补偿电路包括两部分：(1) 温度补偿，即在电源正极与地之间有串联电阻  $R_{24}$ 、 $R_t$  和  $R_{25}$ ，与热敏电阻  $R_t$  并联的是调节电位器  $R_{23}$ ， $R_{23}$  的滑动抽头接集成电路  $IC_6$  的正输入端，接地的  $R_{26}$  的另一端接电阻  $R_{27}$  和  $IC_6$  负输入端的节点， $R_{27}$  的另一端接  $IC_6$  的输出端并通过电阻  $R_{28}$  输入工作平台  $u$ 。(2) 二次控制，从主控电路的功放级的三极管  $BG_1$  的发射极





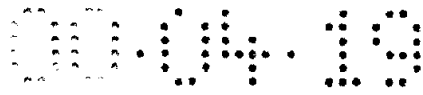
采样点  $v$  的电压值即电阻  $R_{31}$  和  $R_{32}$  的分压的信号输入  $IC_7$  的正输入端，电阻  $R_{33}$  和  $R_{34}$  串连在地与电源正极之间，电阻  $R_{36}$  跨接在  $IC_7$  的输出端与负输入端、电阻  $R_{33}$  和  $R_{34}$  的节点之间， $IC_7$  的输出端一方面通过  $C_{20}$  接地，另一方面通过电阻  $R_{35}$  和  $IC_5$  输向工作点平台  $u$ 。

所说的二次控制，也可采用从功放电路中三极管  $BG_1$  的发射极的  $v$  点，经电阻  $R_{39}$ 、 $R_{38}$  和电容  $C_{31}$  负反馈输入前置放大  $IC_8$  负输入端，与从  $BG_1$  发射极的  $r$  点经电阻  $R_{17}$  进入  $IC_5$  的负输入端的负反馈共同构成。

所说的手感补偿电路是这样构成的：接在电源正极与地之间的由电阻  $R_{60}$ 、 $R_{61}$ 、 $R_{62}$ 、 $R_{63}$  串联电路在  $y$  点的分压输入集成电路  $IC_{11}$  正输入端， $IC_{11}$  的负输入端与输出端（ $z$  点）直接连起来， $z$  点电位即是  $y$  点电位。此预先按手感系数调节好的电位，直接或间接地控制电压工作点调节平台  $u$ 。这种控制作用和能力，受  $IC_8$  的输出状态所控制，也即是，在电磁线圈中没有电流情况下，才起到手感控制作用，此情况仅发生在浮体入架操作时，使手工操作顺利、快捷。

本发明是这样工作的。

本发明接通电源，它的电子线路开始工作，当把浮体用手引入电磁器件  $A$  和底座台面上空时，电磁器件  $A$  与浮体上的永磁体  $B$  相互吸引产生足够的向上提拉力量与浮体的重力平衡而使浮体悬空，由中心传感器  $L$  与浮体下端面的永磁体  $C$  提供的吸力形成浮体在浮空时纵向定位的纠偏系统，中心传感器  $L$  探测浮体悬空时的“浮空”位置变化情况，给出相应的动态信号，该信号经电子线路和主控电路进行放大，控制并调整供给电磁器件  $A$  的线圈一具有直流分量的脉动电流，调整电磁器件  $A$  对浮体的磁作用力，使浮体能在平衡位置，处于一种动态平衡。例如发现浮体下落，中心传感器  $L$  就发出一信号传输给控制线路，快速地加大电磁器件  $A$  的电磁吸力，使浮体受到大一些的上拉吸力，制止浮体下落，但浮体受上拉力而终止下落时，由于加速度关系，会过分地上升一些，会



引起浮体被上拉力继续吸上去而被动地吸至电磁器件 A，在这一事件尚未发生之时，该中心传感器 L 也同样接受到浮体过分上升的信号，传输给控制线路，以急剧地减少电磁器件 A 磁吸力，迫使浮体立即下降，下降后又继续上升，这样快速地上上下下，且升降幅度趋于极低值，才能真正地动态地保持浮体浮在指定的空间位置，达到视觉上的稳定的浮空。

由于电子线路中有稳定的直流电源，多种负反馈，包括级间负反馈和整体负反馈，还有温度补偿电路和手感补偿电路等，因而无论是供电电压变化，磁悬浮装置受震动，还是环境温度变化，都能有效地保证整机稳定地工作，因而浮体能稳定地悬浮。

由于磁感应传感器 Z 与偏转力发生器 P 很靠近，当浮体转动使永磁体 D 或永磁体 E 接近偏转力发生器 P 时，磁感应传感器 Z 受到永磁体 D 或永磁体 E 的磁场作用，即发出一个同步信号经触发电路形成同步脉冲电流通向偏转力发生器 P 产生一个作用于浮体下端的永磁体 D 或永磁体 E 磁场力，脉冲地给浮体一个偏转力使浮体旋转，在目前装置情况下，浮体每旋转一周，偏转力发生器 P 可给浮体两次补充旋转力，当这个补充的旋转力与浮体旋转所受的空气阻力平衡时，浮体的旋转速度即可实现稳定的平衡，同理，对于较轻的浮体也可只任选一个永磁体 D 或 E，即可达到要求的浮体旋转速度，对于较重的浮体，要达到理想的旋转速度，可以增加偏转力发生器线圈的电流，或增加永磁体 D 和永磁体 E 的布位的数量，即在一周内增加补充旋转力的次数来解决。

实践证明本发明的优点是：

1、采用单边支架，可扩大视野，突出“浮空”效果，不但能美化造型，而且能节省材料，降低成本。

2、浮体自动地匀速旋转，而且转速是可调的，因而可以根据不同类别的浮体的需要来调整浮体旋转的角速度，浮空的总间隙可在 2 至 6 厘米，具有明显的浮空效果和动感，是一种很吸引人的工艺技术。

### 3、浮体可作多种多样的变换：

- (1) 工艺品类：花兰、透明工艺品、高档摆饰、礼品等；
- (2) 直接浮空的广告展示类；
- (3) 新型浮空玩具类；
- (4) 浮空地球仪、球类；
- (5) 台灯型浮空产品类。
- (6) 浮空纪念品
- (7) 浮空奖品
- (8) 浮空高档礼品等。

4、同一台磁悬浮装置可变换多种浮体，因而具有多功能的特点。

5、由于本发明具有良好的电子控制线路，使之可在炎热和酷冷的环境下，供电电压有所波动的地方以及整体装置受某些振动等情况下都能稳定地运转。

6、很明显，在所说底座和支架上引进美术设计，光彩投光设计与增加音响等，本发明即可演化成各种各样的艺术品，具有广泛的应用前景。

下面结合实施例及附图对本发明作进一步说明。

图 1 本发明实施例一结构关系示意图。

图 2 本发明电子线路方框图。

图 3 主控信号形成电路图。

图 4 中间放大形成电路图。

图 5 工作点控制电路图。

图 6 功率放大及附属电路图。

图 7 同步脉冲偏转电路图。

图 8 温度补偿电路图。

图 9 手感补偿电路图。

图 10 本发明电路之一。

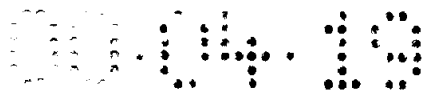
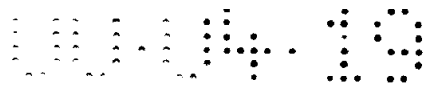


图 11 本发明电路之二。

图 1 是本发明实施例一的结构关系示意图。本发明的磁悬浮装置及其控制系统包括电磁盒 1、支架 2、浮体 3、底座 4 和电子线路 5 五部分，所说的支架 2 为一中空的双边支架，由所说底座 4 向上引伸的支架 2 支撑一电磁盒 1，该电磁盒 1 内垂直安放一电磁器件 A，它是由一棒形铁磁体 11 和套在其外的线圈 12 及其两端贴着直径更大的片状铁磁体 13 所构成，所说的底座 4 是一箱体，在箱体内近台面的中央安放有中心传感器 L，偏离中央一定距离独立且靠近地安装了偏转力发生器 P 和磁感应传感器 Z，所说的中心传感器 L 的中芯是永磁体，外围是线圈，所说的偏转力发生器 P 的外围是线圈，中芯可为磁性体或空芯。底座 4 箱体内还安装了电子线路 5 的印刷电路板。在所说浮体 3 的上端面和下端面上浮体 3 重心线穿过的位置分别安装永磁体 B 和永磁体 C，在浮体 3 下端面偏离永磁体 C 适当距离的对称位置分别安装永磁体 D 和永磁体 E，当浮体 3 上永磁体 B 受电磁器件 A 的吸引力而悬浮时，上述元件的安装应使电磁器件 A、永磁体 B、永磁体 C 和中心传感器 L 均位于浮体 3 的重心线上，而且永磁体 D 或 E 与永磁体 C 之间的中心距离等于偏转力发生器 P 与中心传感器 L 之间的中心距离，而偏转力发生器 P 与磁感应传感器 Z 靠近，即都同时在永磁体 D 或 E 的磁作用范围内。

图 2 是本发明电子线路框图，图中：

- A — 电磁器件
- L — 中心传感器
- P — 偏转力发生器
- Z — 磁感应传感器
- 51 — 电源
- 52 — 主控电路
- 521 — 主控信号形成电路



- 522 — 中间放大电路
- 523 — 工作点控制电路
- 524 — 功率放大及附属电路
- 53 — 同步脉冲偏转电路
- 54 — 温度补偿电路
- 541 — 温度补偿电路
- 542 — 二次控制
- 55 — 手感补偿电路

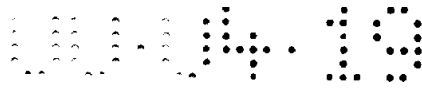
电路设计是本发明成败的关键之一，本发明采用安全低电压供电，市电 220 或 110 伏经变压器变压，桥式整流，滤波，多种方式的稳压，得到对“零端”的直流电源，供集成电路 IC 及控制电路用，此电源应较稳定。

我们把根据中心传感器 L 对浮体 3 浮空位置变化的感应，严格控制电磁器件 A 的线圈 12 的电流，从而使浮体 3 稳定地浮空的控制电路称为主控电路 52，它由主控信号形成电路 521、中间放大电路 522、工作点控制电路 523 和功率放大及附属电路 524 组成。

所说的主控信号形成电路 521（见图 3）由集成电路  $IC_1$  接成 LC 振荡电路，中心传感器 L 的电感量和振荡品质 Q 值是浮体 3 浮空位置变化的量度，电容  $C_7$  和中心传感器 L 并联在  $IC_1$  的正极输入端和输出端 i 之间， $IC_1$  的负输入端通过  $R_6$  接地， $IC_1$  的输出端通过限压限流器  $W_4$  接地，输出端 I 的脉冲波经电容  $C_8$  耦合在电阻  $R_7$  上的 j 点形成锯齿脉冲电压，经二极管  $W_5$  与负载电阻  $R_8$  形成检波，再经电容  $C_9$  滤波，在 k 点形成有一定直流分量的脉冲波，并单端输入集成电路  $IC_2$ ， $IC_2$  的负输入端与输出端相连，形成 100% 深度负反馈，可有效地提高 n 点输出的负载能力。

请参见图 4 所示，中间放大电路 522 由两部分组成：

微分放大电路，n 点输出的具有一定直流分量的脉冲波信号的脉冲信



号由电容  $C_{10}$  隔直耦合送集成电路  $IC_3$  的负输入端， $IC_3$  的正输入端通过电阻  $R_9$  接地，电容  $C_{11}$  和电阻  $R_{10}$  并联后一端接  $IC_3$  负输入端和电容  $C_{10}$  的节点，另一端接  $IC_3$  的输出端与电阻  $R_{11}$  的节点，由电阻  $R_{11}$  输出微分放大信号；

积分放大电路的构成是：电阻  $R_{12}$  接电容  $C_{13}$ 、电阻  $R_{13}$ 、电容  $C_{12}$  及  $IC_4$  正输入端的节点，电容  $C_{12}$  另一端接地， $IC_4$  的负输入端通过电容  $C_{14}$  接地，电容  $C_{13}$  和电阻  $R_{13}$  并联后另一端接  $IC_4$  输出端与电阻  $R_{15}$ 、 $R_{14}$  及电容  $C_{15}$  的节点  $p$ ，电容  $C_{15}$  另一端接地，由  $p$  点形成积分放大输出。

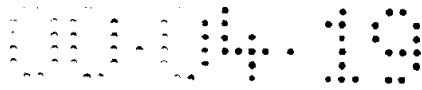
由  $n$  点输出的信号为有一定直流分量的尖脉冲波，其脉冲成分由微分放大后得到脉冲信号，其直流成分由积分放大输出直流信号，二者均供后级使用。

请参见图 5，工作点控制电路 523 采用非平衡电桥网络构成，即电阻  $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  构成非平衡电桥， $R_{20}$  是调节器，电桥的  $s$  和  $t$  两臂输出分别接  $IC_5$  正、负输入端构成差动放大，电阻  $R_{21}$  并联在  $IC_5$  的负输入端和输出端之间， $IC_5$  输出端经电阻  $R_{22}$  输出，构成工作点平台  $u$ 。

请参见图 6，功率放大及附属电路 524 是由电容  $C_{30}$  与电磁器件  $A$  的线圈  $12$  并联后串联在三极管  $BG_1$  的集电极与电源正极之间， $BG_1$  的发射极经电阻  $R_{41}$  接地，电阻  $R_{40}$  与  $BG_1$  的基极的节点经电阻  $R_{42}$  接集成电路  $IC_8$  的输出端。

$IC_8$  的输出控制  $BG_1$  的基极电位，由电阻  $R_{42}$  与  $R_{40}$  的分电压决定基极电流值，控制输出功率， $IC_8$  负输入端的电压值由主控信号  $w$  的电压值决定， $IC_8$  的正输入端通过  $R_{44}$  接地。

$IC_9$  是一个开关电路， $IC_9$  的正输入端接电阻  $R_{47}$ 、电阻  $R_{48}$  与电容  $C_{22}$  的节点，电阻  $R_{47}$  的另一端接电源正极，电阻  $R_{48}$  与电容  $C_{22}$  的另一端接地。 $IC_9$  的负输入端接电阻  $R_{46}$  与电容  $C_{21}$  的节点， $C_{21}$  的另一端接地， $R_{46}$  的另一端接至积分放大的输出端  $p$  点， $IC_9$  的输出端通过电阻  $R_{45}$  接  $IC_8$  的



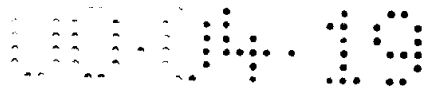
负输入端和电阻  $R_{11}$  的节点。

图 7 所示为同步脉冲偏转电路图，集成电路  $IC_{10}$  组成 RC 单稳态电路，常态下  $IC_{10}$  输出低电平。磁感应传感器 Z 在浮体 3 浮空并稳定旋转时，探知浮体 3 下端面永磁体 D 或 E 而产生的信号，即正脉冲在电阻  $R_{50}$  分压，电容  $C_{50}$  滤波整形下，在电阻  $R_{51}$  得到正电位脉冲，通过二极管  $W_5$  在电阻  $R_{52}$  分压和电容  $C_{52}$  滤波下，向集成电路  $IC_{10}$  的正输入端输入，经过由电阻  $R_{54}$  与电容  $C_{53}$  跨接在  $IC_{10}$  的正输入端和输出端之间形成 RC 延时电路的延时，通过  $R_{56}$  向三极管  $BG_2$  基极输入一个正脉冲，使  $BG_2$  处于导通饱和状态，其集电极“倒相”地发出“低脉冲”，处于集电极的“偏转力发生器” P 可得到一定的电功率，同步地发生偏转力，推动浮体 3 旋转，该偏转力的大小由限压限流电阻  $R_{58}$  控制，偏转力施加给永磁体 D 或 E 的时间，由  $R_{54}$  和  $C_{53}$  的时间常数来调节，通常可调节电阻  $R_{54}$  的值来改变。

为了使磁悬浮装置能在  $-20^{\circ}\text{C}$  至  $+60^{\circ}\text{C}$  的环境温度下能长期稳定地运转，必须解决电子线路中的温度飘移问题，直接耦合的多级高倍率直流放大状态下的显著的温飘是不可避免的，温飘影响的解决也可以有多种方案，例如电流负反馈方式，热敏电阻方式，既可分别使用，也可综合使用。图 8 是热敏电阻方式的温度补偿电路，即在电源正极与地之间串联电阻  $R_{24}$ ， $R_1$  和  $R_{25}$ ，与热敏电阻  $R_1$  并联的是调节电位器  $R_{23}$ ， $R_{23}$  的滑动抽头接集成电路  $IC_6$  的正输入端，接地的电阻  $R_{26}$  的另一端接电阻  $R_{27}$  和  $IC_6$  负输入端的节点， $R_{27}$  的另一端接  $IC_6$  的输出端并通过电阻  $R_{28}$  输入工作平台  $u$ 。

电流负反馈方式的另一种使用，可以组成“二次控制”，主要是从三极管  $BG_1$  的发射极采样电压输入到前置放大级的输入端，或通过负反馈设法输入到电流工作点平台  $u$ 。

本发明的磁悬浮装置及其控制系统刚接通电源后，浮体 3 无论处于



任何静态方位，均需用手工办法，将其置入支架中央的空间中，浮体才会处于浮空位置，为了快速并顺利地将浮体置于浮空位置，设计了一种手感补偿电路 55 如图 9 所示。接在电源正极与地之间的串联电阻  $R_{60}$ 、 $R_{61}$ 、 $R_{62}$  和  $R_{63}$  在  $y$  点的分压输入集成电路  $IC_{11}$  正输入端， $IC_{11}$  的负输入端与输出端  $z$  点直接连起来， $z$  点和  $y$  点的电位相同，通过电阻  $R_{64}$  输入电压工作点平台  $u$  点，其中  $R_{60}$  为热敏电阻， $z$  点的输出电平由电位器  $R_{62}$  调节，以适应不同情况的需要。

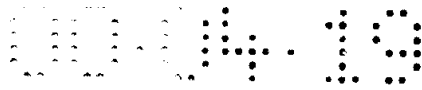
图 10 是本发明电子线路的实施例之一的电路图。

由单组交流市电由  $a.b$  引进总电源，经过整流，滤波，稳压器  $W_1$ 、 $W_2$  串并接组成的稳压电源，得到多组直流电源供各级使用。 $W_2$  也可用稳压二极管电路代替。

中心传感器  $L$  和电容  $C_7$  组成振荡电路， $L$  检测浮体 3 的浮空位置变化由集成电路  $IC_1$  输出，经  $j$ 、 $k$  各点元件的检波、整形，由  $IC_2$  输出端  $n$  输出具有一定直流分量的脉冲波， $IC_2$  的连接法主要是为了提高电路的负载能力，以精确的主控信号供后级放大使用。 $n$  点输出的脉冲成分由电容  $C_{10}$  隔直耦合送  $IC_3$  进行微分放大，经电阻  $R_{11}$  直接送前置放大  $IC_8$  的负输入端，另一路将直流分量经  $R_{12}$  通向  $IC_4$  负输入端形成积分放大，在输出端  $p$  点的直流放大信号经  $R_{14}$  送  $IC_8$  的负输入端， $IC_4$  的正输入端  $u$  成为电流工作点和电压工作点的控制和调节平台。 $IC_5$  是“工作点”的调节级，输入的一方面是“非平衡电桥”的调节器，另一方面受  $IC_7$  输出  $r$  点的反馈信号控制。线路中  $R_1$  为热敏电阻，形成温补电路，这是温补电路与工作点调节电路合并为一级的实用电路， $IC_7$  组成“二次控制”反馈线路，一方面可以加深负反馈，以利“电流工作点”的稳定性，另一方面使浮体运行时有较好的受振动、受冲击以及浮体互换性的适应能力。

$IC_{11}$  组成手感补偿电路，它的输出通过电阻  $R_{64}$  送入工作平台  $u$ ，输出点  $z$  的电位送入工作平台  $u$ ，主要是当用手把浮体 3 送入浮空位置之始，





即可使工作平台  $u$  获得较好地适合于浮体运行时电压工作点的电位，这种补偿需在合理的“手感系数”的经验数据下达到最佳效果。

$IC_8$  为功放电路中的前置放大级，它的输入受三方面控制：

- 1、微分放大输出  $w$  控制；
- 2、积分放大输入  $p$  通过  $R_{14}$  的控制；
- 3、受  $IC_9$  输出控制， $IC_9$  又受积分放大输出的控制， $p$  点输出信号，经  $R_{46}$  输入  $IC_9$  的负输入端，目的是使当浮体处于掉落在支架或底箱上时，使电磁器件  $A$  没有电流。

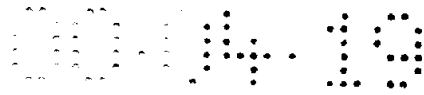
$IC_8$  输出一方面经电阻  $R_{42}$  控制功放管  $BG_1$ ，另一方面，经过“阀控电路”  $q$ ，控制  $IC_{11}$ ，使“手感补偿”仅在需要的场合起作用。

三极管  $BG_1$  为功放三极管，接成“共发射极”电路，集电极输出可控电流通向电磁器件  $A$ ，形成可控电磁吸力，驱使浮体 3 浮空，发射极电阻  $R_4$  作为电流工作点取样信号反馈至  $IC_7$ ，以能较好地稳定电流工作点。

图 11 是本发明实施例二电子线路的实用电路图。

在图 11 中与图 10 相比具有下列特点：

- 1、同步脉冲偏转电路 53 被予以简化，省用集成电路  $IC_{10}$  组成的“单稳态”电路，而采用图示（电源线路内）由  $R_{71}$ ， $R_{72}$ ， $R_{73}$ ， $C_{71}$ ，二极管  $W_7$ ，发光管  $LP_1$  和  $LP_2$  组成的线路，当磁感应传感器  $Z$  受感应时，有电流经  $R_{72}$  流向偏转力发生器  $P$ ，产生偏转力， $R_{72}$  是限流电阻，此时，电流经  $R_{73}$  通过发光二极管  $LP_2$  而发光，当磁感应传感器  $Z$  不受感应时，偏转力发生器  $P$  与  $LP_2$  均无电流，此时，仅有电流经  $R_{71}$  通过发光二极管  $LP_1$  而发光，显然，当  $LP_2$  发光时， $LP_1$  的电流有旁路而基本上不亮，所以， $LP_1$  与  $LP_2$  轮流发光，指示了该系统的工作状态。此线路简单可靠，但磁感应传感器  $Z$  发出偏转力的延续时间、全靠磁感应传感器  $Z$  受感应的时间来控制，给有关结构的设计、布位、原件选择和总调带来了较高的要求，但这在大生产中可以解决。



2、省用  $IC_7$  组成的“二次控制”电路，采用的弥补方案是：在  $BG_1$  发射极电阻方面，增用  $R_{39}$ ，在  $v$  点取出采样信号，经  $R_{38}$  与  $C_{31}$  反馈至  $IC_8$  的负输入端，这也是有一定深度的增加的负反馈线路，反馈深度由  $R_{38}$  和  $C_{31}$  来控制。这样，由  $r$  点和  $v$  点，同时向对应的控制级提供负反馈信号，形成总的很深的负反馈来稳定“工作点”。

3、由于如上采用双重深度负反馈，采样信号均来自于  $BG_1$  的发射极，而发射极电流正比于集电极电流，可以说，该采样信号也体现出了电磁器件  $A$  由于“温飘”而产生的功率电流的严重变化，经深度负反馈的补偿，此功率电流得到了良好的稳定性，也即“电流工作点”是十分稳定的（对“温飘”而言），因此，在  $IC_5$  组成的“非平衡电桥”工作点控制和调节级中，也可以省用专用的电流工作点“温补电路”，具体地说，省用了热敏电阻  $R_4$  及调节电位器  $R_{23}$ ，在节省器材及调节人工方面，均有成效。

4、在  $IC_1$  组成的 LC 振荡级中，“限压限流”元件  $W_4$  用实用电路代替，它由  $BG_2$ ， $R_{71}$ ， $R_{62}$  组成，可起相似效果，成本降低，元件易购。

5、在“手感补偿电路”中， $IC_{11}$  输出  $z$  点与  $IC_8$  输出点中间的元件  $q$  “阀控电路”采用  $BG_3$  与  $R_{64}$  组成的常用线路代替，同样有用，电磁器件  $A$  没有电流时， $IC_8$  输出较低电位， $BG_3$  导通， $z$  点电位“嵌位”于  $u$ ，起到按“手感系数”所要求的电压工作点的控制及调节。电磁器件  $A$  有电流，此作用消失。

本发明的磁悬浮装置及其控制系统，不仅能使浮体稳定地悬浮，而且能匀速地旋转，本发明可演化出各种各样的艺术品，如悬浮的工艺品，直接浮空的商品广告、浮空玩具，浮空地球仪，浮空球类、浮空灯饰，浮空纪念品，大型浮空展示品，浮空奖品等，因而具有广泛的应用前景。

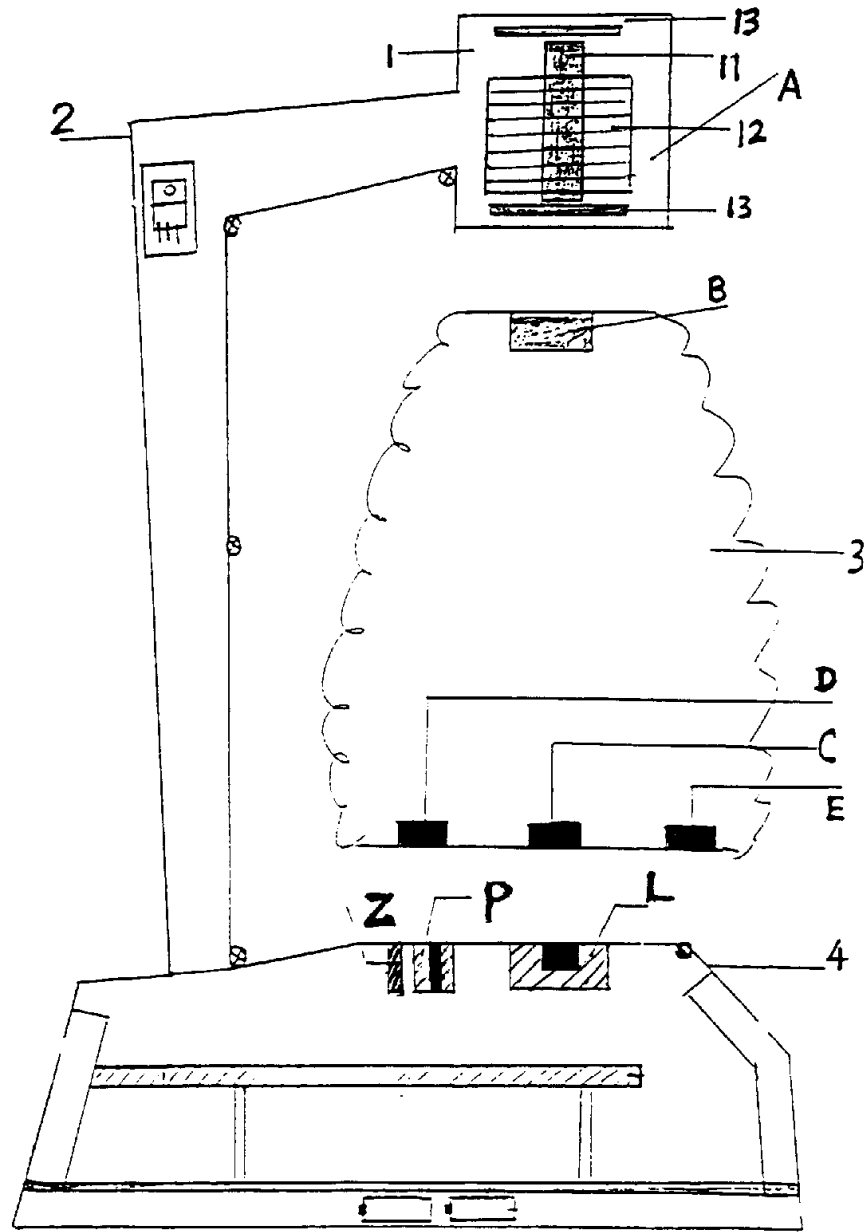


图 1

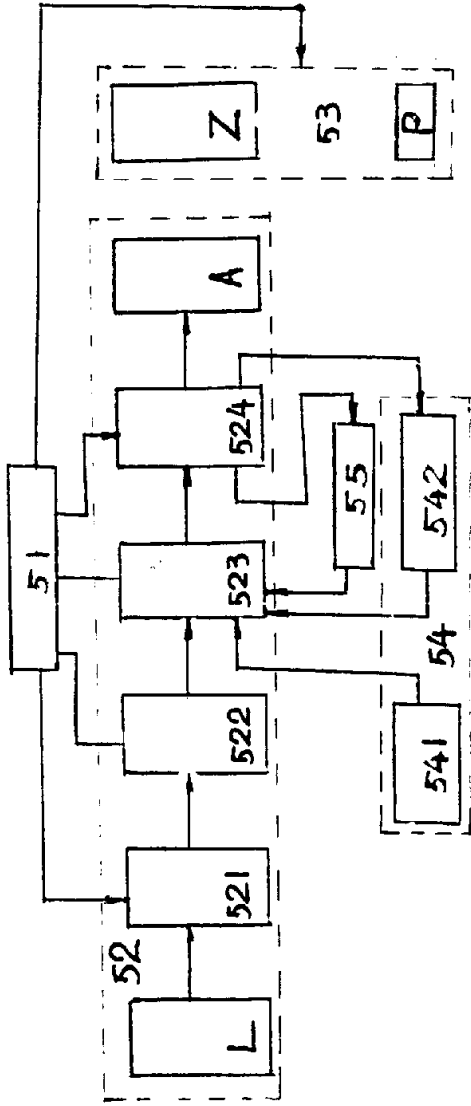


图 2

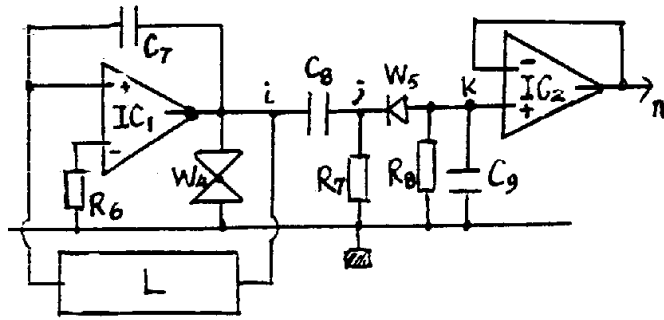


图 3

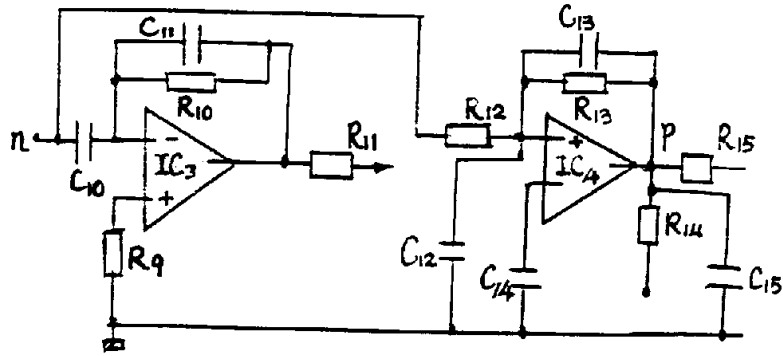


图 4

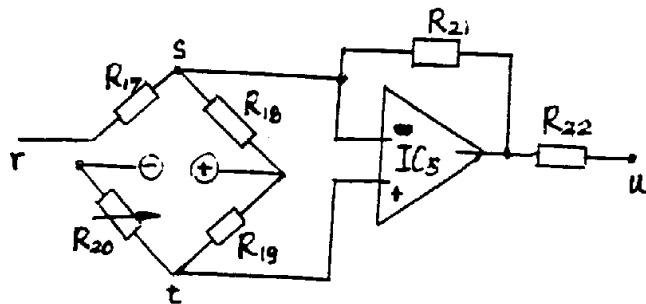


图 5

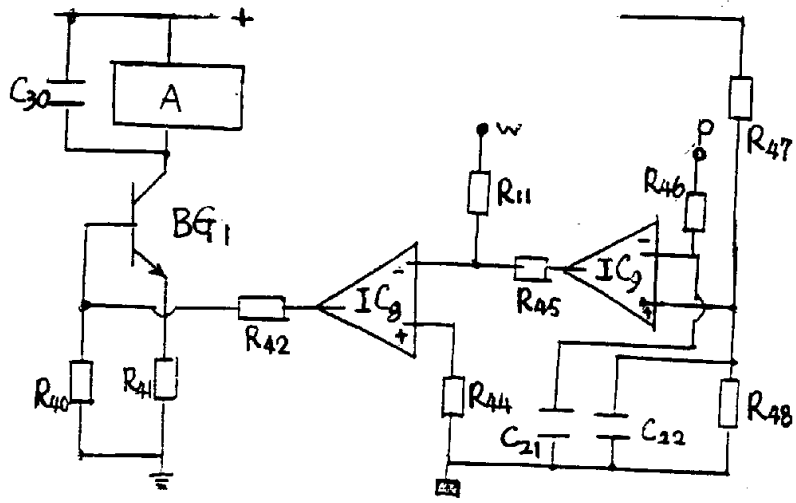


图 6

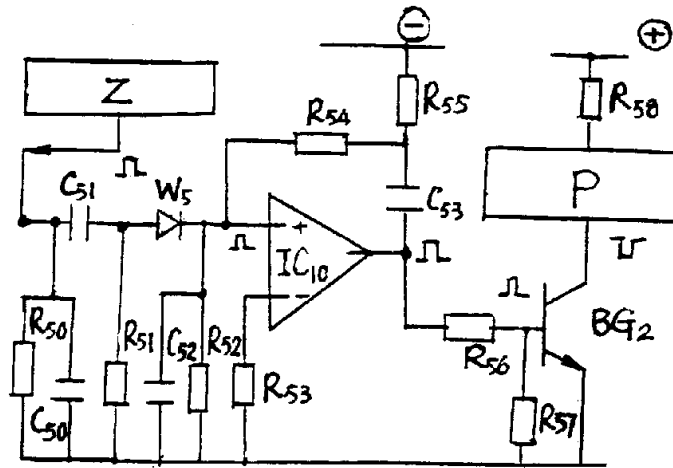


图 7

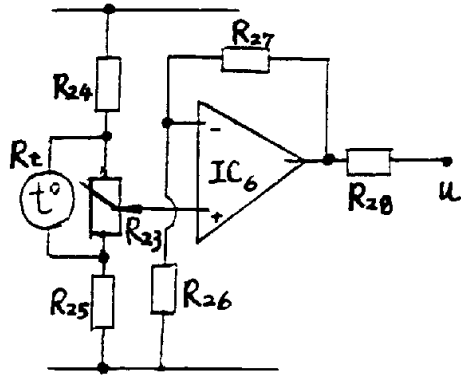


图 8

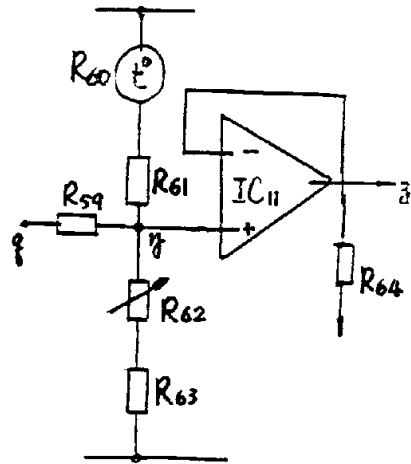


图 9

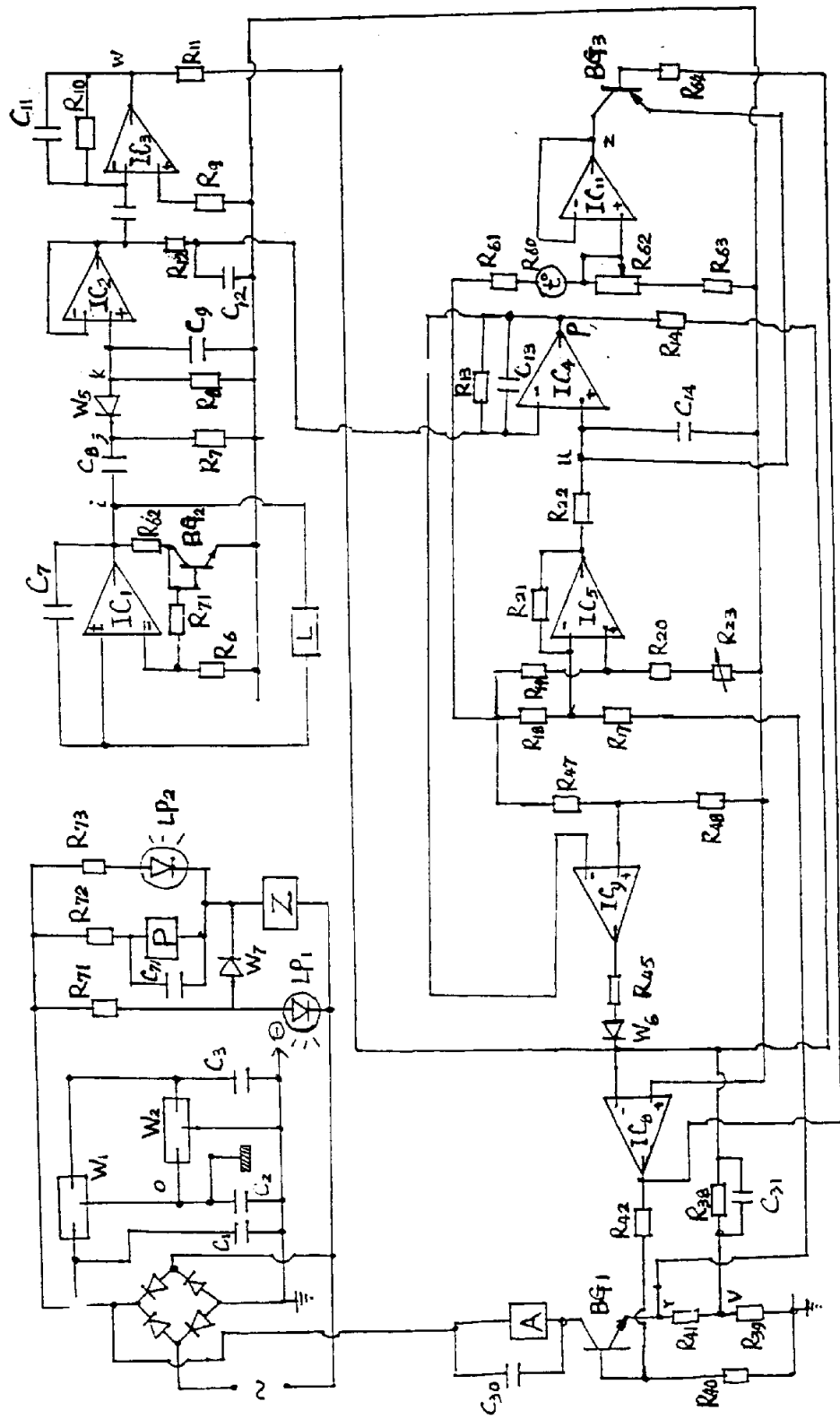


图 10



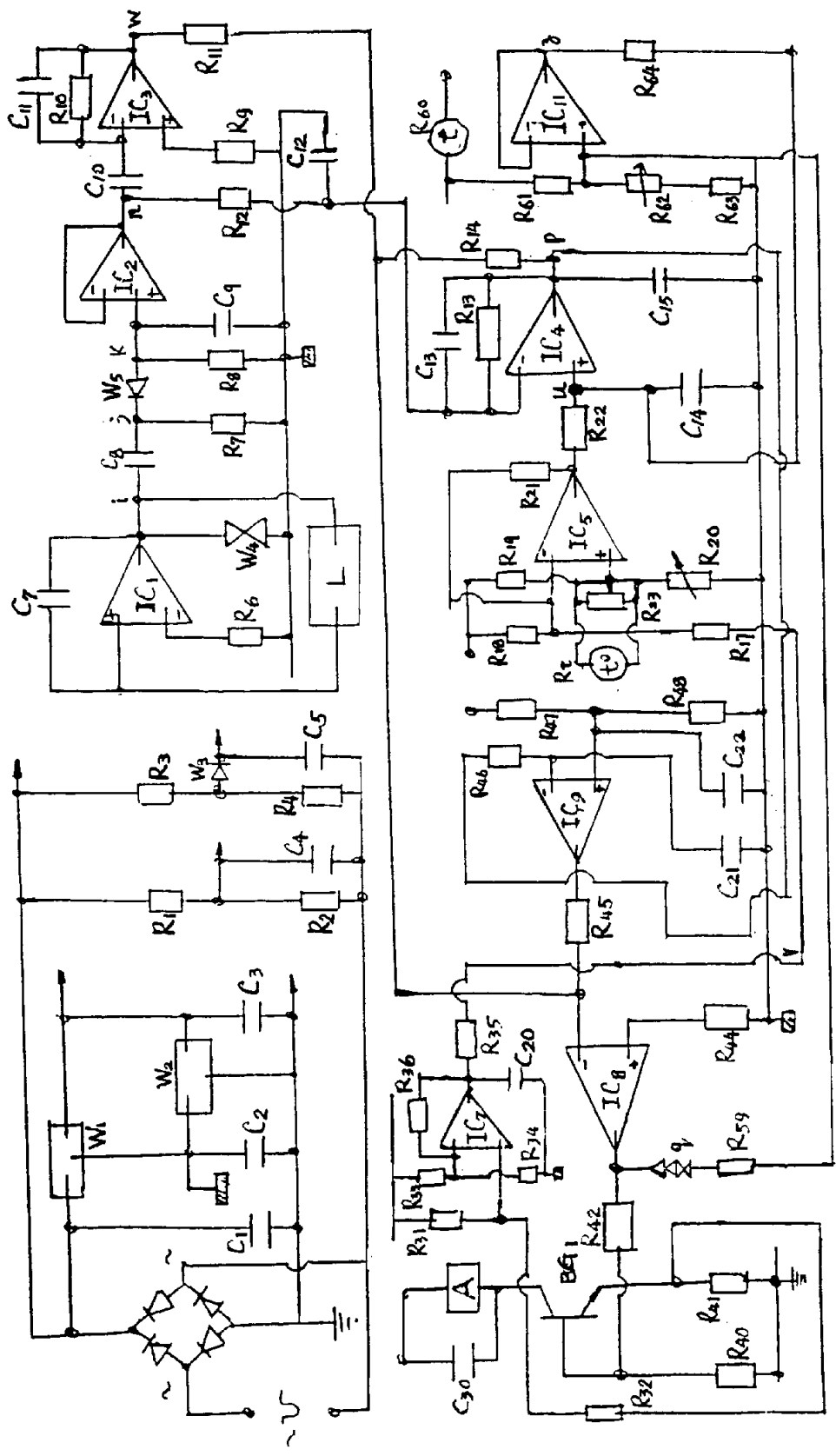


图 11