

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200820146996.7

B23K 11/24 (2006.01)
B23K 11/11 (2006.01)
H02M 3/335 (2006.01)
H01F 27/28 (2006.01)
H01F 27/29 (2006.01)
H01F 27/24 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 6 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 201261107Y

[22] 申请日 2008.8.29

[21] 申请号 200820146996.7

[73] 专利权人 深圳市鸿栢科技实业有限公司

地址 518051 广东省深圳市南山区科技园北区 5 号活力宝大厦四楼西侧

[72] 发明人 韩玉琦 陈志伟 戴建明 陈良军
龙立新 李家波 陈张军 汤必海
任再祥

[74] 专利代理机构 深圳市凯达知识产权事务所
代理人 刘大弯

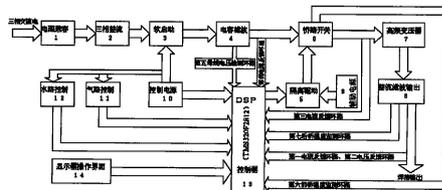
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 4 页

[54] 实用新型名称

一种高频逆变直流点焊机

[57] 摘要

本实用新型公开了一种高频逆变直流点焊机，包括三相整流电路、逆变电路、高频变压器、整流滤波电路和 DSP 控制器。所述高频变压器的初级线圈与次级线圈分层交替绕制，层与层之间有绝缘层；初级线圈层夹在次级线圈层之间，初级线圈层的内层和外层都有次级线圈层；次级线圈用薄铜带分层绕制，每层一匝；所述的内层和外层的次级线圈层都是偶数层，内层的次级线圈层相互串联，相邻层的电流方向相反；外层的次级线圈层也相互串联，相邻层的电流方向也相反。同现有技术相比，本实用新型是一种输出功率大，频率高达 2 万赫兹，体积小，耗电少，焊接效率高的高频逆变直流点焊机。



1. 一种高频逆变直流点焊机，包括三相整流电路、逆变电路、高频变压器、整流滤波电路和 DSP 控制器，所述的三相整流电路将三相交流电转变成直流电，逆变电路在 DSP 控制器的控制下将三相整流电路输出的直流电转换成高频交流电，经高频变压器降压后由整流滤波电路产生脉动直流焊接电流，其特征在于，所述高频变压器的初级线圈与次级线圈分层交替绕制，层与层之间有绝缘层；初级线圈层夹在次级线圈层之间，初级线圈层的内层和外层都有次级线圈层；次级线圈用薄铜带分层绕制，每层一匝；所述的内层和外层的次级线圈层都是偶数层，内层的次级线圈层相互串联，相邻层的电流方向相反；外层的次级线圈层也相互串联，相邻层的电流方向也相反。
2. 根据权利要求 1 所述的高频逆变直流点焊机，其特征在于，所述的初级线圈层为 2 层，2 层初级线圈层相互串联；每层初级线圈层有 2 层内层次级线圈层和 2 层外层次级线圈层，共有 8 层次级线圈层；次级线圈相邻层的串接点都连接变压器输出端的中心抽头，次级线圈各层的同名端并接，并连接变压器输出端。
3. 根据权利要求 2 所述的高频逆变直流点焊机，其特征在于，所述的高频变压器为 2 至 4 个，所有的高频变压器并联；高频变压器初次变比为 40-80: 1；所述的磁芯是 E 型磁芯，磁芯缝隙为 0.2-0.8 毫米，磁芯的材质是 M_n-Z_n 铁氧体材料；初级线圈用直径 0.3-0.6

毫米的绝缘铜线绞合使用，次级线圈用厚度 0.3-0.6 毫米的电解铜带；绝缘材料的厚度为 0.05 至 0.1 毫米。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一权利要求所述的高频逆变直流点焊机，其特征在于，次级线圈的引脚与次级线圈的薄铜带一体，从各次级线圈层中引出后弯折到与变压器轴线垂直的平面上。
5. 根据权利要求 1 至 3 中任一权利要求所述的高频逆变直流点焊机，其特征在于，包括第一电流反馈电路和第二电压反馈电路，所述的第一电流反馈电路和第二电压反馈电路从整流滤波电路的输出端采样，将采样值分别输入 DSP 控制器的信号输入端；所述的逆变电路包括 IGBT 桥路开关电路和隔离驱动电路；所述的 DSP 控制器产生 4 路 PWM 信号，经隔离驱动电路控制 IGBT 桥路开关电路的通断。
6. 根据权利要求 5 所述的高频逆变直流点焊机，其特征在于，包括第三电流反馈电路，所述的第三电流反馈电路从逆变电路的输出端采样，将采样值输入 DSP 控制器的信号输入端。
7. 根据权利要求 5 所述的高频逆变直流点焊机，其特征在于，包括第四电流反馈电路，所述的第四电流反馈电路从三相整流电路的输出端采样，将采样值输入 DSP 控制器的信号输入端。
8. 根据权利要求 1 至 3 中任一权利要求所述的高频逆变直流点焊机，其特征在于，所述的三相整流电路依次为电磁兼容电路、三相交流整流电路、软启动电路和整流滤波电路，所述的电磁兼容电路吸收抑制三相交流母线上的电压尖峰，降低电磁干扰；所述的三相交流

整流电路将电磁兼容电路输出的三相交流转换为直流电；所述的整流滤波电路包括滤波电容，对三相交流整流电路输出的直流电进行滤波；所述的软启动电路控制三相交流整流电路输出主回路，在所述的滤波电容充电至到母线电压后才使主回路通电。

9. 根据权利要求 8 所述的高频逆变直流点焊机，其特征在于，电磁兼容电路在三相电的相线上分别串联有输入电感，在相线间分别并联有削峰电容。
10. 根据权利要求 8 所述的高频逆变直流点焊机，其特征在于，所述的软启动电路包括充电电阻，可控硅和软启动控制板，所述的可控硅串联在三相交流整流电路输出主回路上，所述的充电电阻与可控硅并联，所述的软启动控制板根据整机开启延时的时间和所述滤波电容的电压控制可控硅的通断。

一种高频逆变直流点焊机

[技术领域]

本实用新型涉及焊接设备，尤其涉及一种高频逆变直流点焊机，主要应用在金属板材及金属构件界面之间的焊接，如汽车制造领域。

[背景技术]

传统的电阻焊电源主要是交流、直流工频点焊机，是通过调整可控硅导通角的大小来完成焊接电流的控制，技术上比较成熟，但体积庞大。因为是单相输入，能耗高、效率低且动态性能差，控制精不高。所以，工频电阻焊机电网匹配困难，功率因数低，耗能大，效率低；飞溅大，焊接质量差。

到了八九年代国外出现了中频逆变电阻焊（国内也有少量的仿造），供电由原来的单相提升为三相，变压器的工作频率由 50HZ 提升到 1000HZ 左右。中频电阻焊机的体积大为减少，效率也有所提升。直流中频电阻焊的焊接效率比交流点焊机有明显的提高，节能在 60%—70%以上。但是，中频直流电阻焊机的控制箱体积庞大，成本高，售价昂贵，国内厂家极少使用。

电容储能电阻焊，由充电变压器、储能电容和焊接变压器组成，同等容量的储能电阻焊其体积特别的庞大，适用场合受到很大的限制。电容储能电阻焊机，输出焊接能量小，很难满足焊接市场的需求。

目前大部分逆变电源其控制电路都是采用了脉宽调制芯片，电路设计复杂，调试困难。其电流、电压信号很难根据需求进行处理。

最近市场已出现的小功率高频逆变点焊机。它具有动态响应好、控制精度高的特点，但输出功率太小，仅在 10KW 以下，尤其是以 5KW 以下为主，一般只适用于电池生产。

[实用新型内容]

本实用新型要解决的技术问题是提供一种输出功率大，体积较小；焊接效率高的高频逆变直流点焊机。

本实用新型进一步要解决的技术问题是提供一种控制电路较为简单，动态性能好、响应速度快、控制精度高、焊接质量好的高频逆变直流点焊机。

本实用新型更进一步要解决的技术问题是提供一种对电网干扰小，IGBT 冲击小的高频逆变直流点焊机。

为了解决上述技术问题，本实用新型采用的技术方案是，一种高频逆变直流点焊机，包括三相整流电路、逆变电路、高频变压器、整流滤波电路和 DSP 控制器，所述的三相整流电路将三相交流电转变成直流电，逆变电路在 DSP 控制器的控制下将三相整流电路输出的直流电转逆变成高频交流电，经高频变压器降压后由整流滤波电路产生脉动直流焊接电流；所述高频变压器的初级线圈与次级线圈分层交替绕制，层与层之间有绝缘层；初级线圈层夹在次级线圈层之间，初级线圈层的内层和外层都有次级线圈层；次级线圈用薄铜带分层绕制，每

层一匝；所述的内层和外层的次级线圈层都是偶数层，内层的次级线圈层相互串联，相邻层的电流方向相反；外层的次级线圈层也相互串联，相邻层的电流方向也相反。

以上所述的高频逆变直流点焊机，所述的初级线圈层为 2 层，2 层初级线圈层相互串联；每层初级线圈层有 2 层内层次级线圈层和 2 层外层次级线圈层，共有 8 层次级线圈层；次级线圈相邻层的串接点都连接变压器输出端的中心抽头，次级线圈各层的同名端并接，并连接变压器输出端。

以上所述的高频逆变直流点焊机，所述的高频变压器为 2 至 4 个，所有的高频变压器并联；高频变压器初次变比为 40-80: 1；所述的磁芯是 E 型磁芯，磁芯缝隙为 0.2-0.8 毫米，磁芯的材质是 M_n-Z_n 铁氧体材料；初级线圈用直径 0.3-0.6 毫米的绝缘铜线绞合使用，次级线圈用厚度 0.3-0.6 毫米的电解铜带；绝缘材料的厚度为 0.05 至 0.1 毫米。

以上所述的高频逆变直流点焊机，次级线圈的引脚与次级线圈的薄铜带一体，从各次级线圈层中引出后弯折到与变压器轴线垂直的平面上。

以上所述的高频逆变直流点焊机，包括第一电流反馈电路和第二电压反馈电路，所述的第一电流反馈电路和第二电压反馈电路从整流滤波电路的输出端采样，将采样值分别输入 DSP 控制器的信号输入端；所述的逆变电路包括 IGBT 桥路开关电路和隔离驱动电路；所述的 DSP 控制器产生 4 路 PWM 信号，经隔离驱动电路控制 IGBT 桥路开关电路的通断。

以上所述的高频逆变直流点焊机，包括第三电流反馈电路，所述的第三电流反馈电路从逆变电路的输出端采样，将采样值输入 DSP 控制器的信号输入端。

以上所述的高频逆变直流点焊机，包括第四电流反馈电路，所述的第四电流反馈电路从三相整流电路的输出端采样，将采样值输入 DSP 控制器的信号输入端。

以上所述的高频逆变直流点焊机，所述的三相整流电路依次为电磁兼容电路、三相交流整流电路、软启动电路和整流滤波电路，所述的电磁兼容电路吸收抑制三相交流母线上的电压尖峰，降低电磁干扰；所述的三相交流整流电路将电磁兼容电路输出的三相交流转换为直流电；所述的整流滤波电路包括滤波电容，对三相交流整流电路输出的直流电进行滤波；所述的软启动电路控制三相交流整流电路输出主回路，在所述的滤波电容充电至到母线电压后才使主回路通电。

以上所述的高频逆变直流点焊机，电磁兼容电路在三相电的相线上分别串联有输入电感，在相线间分别并联有削峰电容。

以上所述的高频逆变直流点焊机，所述的软启动电路包括充电电阻，可控硅和软启动控制板，所述的可控硅串联在三相交流整流电路输出主回路上，所述的充电电阻与可控硅并联，所述的软启动控制板根据整机开启延时的时间和所述滤波电容的电压控制可控硅的通断。

本实用新型高频逆变直流点焊机高频变压器的初级线圈与次级线圈分层交替绕制，初级线圈层夹在次级线圈层之间，初级线圈层的内层和外层都有次级线圈层，次级线圈用薄铜带分层绕制，每层一匝，

这样便于变压器的绕制、能够减小体积、减小漏感、降低铜路损耗，便于次级热量的导出，有利于高频变压器和点焊机输出较大的电流和较高的功率，提高焊接效率。

本实用新型如进一步采用通过反馈电路来完成对 DSP 内部脉宽信号进行控制，从而达到整机的恒流、恒压和恒功率控制的目的，使控制电路较为简单，动态性能好、响应速度快、控制精度高、焊接质量更好。

本实用新型的三相整流电路进一步包括电磁兼容电路和软启动电路可以减小对电网的干扰和对 IGBT 的冲击。

[附图说明]

下面结合附图和具体实施方式对本实用新型作进一步详细的说明。

图 1 是本实用新型高频逆变直流点焊机实施例电路的原理框图。

图 2 是本实用新型高频逆变直流点焊机实施例变压器绕制结构图。

图 3 是本实用新型高频逆变直流点焊机实施例变压器引线连接图

图 4 是本实用新型高频逆变直流点焊机实施例变压器原理图。

图 5 是本实用新型高频逆变直流点焊机实施例变压器外形图。

图 6 是本实用新型高频逆变直流点焊机实施例的电路原理图。

[具体实施方式]

如图 1 所示的本实用新型高频逆变直流点焊机的实施例的电路中, 包括三相整流电路、逆变电路、高频变压器、整流滤波电路和 DSP 控制器。三相整流电路包括电磁兼容电路 1、三相交流整流电路 2、软启动电路 3 和整流滤波电路 4, 逆变电路包括 IGBT 隔离驱动电路 5、IGBT 桥路开关电路 6 和 IGBT 辅助电源 9。三相 50HZ 的交流的电经过电磁兼容电路 1、三相交流电经整流电路 2、软启动电路 3 和整流滤波电路 4 转变成直流电, DSP 产生的 PWM 控制信号经隔离驱动电路, 控制 IGBT 的通断, 将整流滤波电路 4 输出的直流电转逆变成高频交流电, 经 2 至 4 个并联的高频变压器降压后由整流滤波电路产生可点焊的脉动直流焊接电流。

本实用新型高频逆变直流点焊机的实施例高频变压器的结构原理、以及外形如图 2 至图 5 所示。

磁芯的外型是 E 型磁芯, 材质是 H30 的 M_n-Z_n 铁氧体材料, 饱和磁通密度 B_M 为 390 mT; 剩磁 B_r 为 120 mT; 初始磁导率为 2500。

变压器的设计参数, 即初次变比为 (40-80): 1; 初级用直径 0.3—0.6 mm 的绝缘铜线绞合使用, 次级用厚度 0.3—0.6 mm 的电解铜铜带。绝缘材料是厚为 0.05—0.1 mm 聚脂薄膜、磁芯缝隙为 0.2-0.8 mm。输出功率在 10-40KW 之间, 使用时, 变压器组合单元数可以在 1-4 之间。

如图 2 所示: 20 是 E 型磁芯、42 是绝缘纸、21 是第一层次级铜带、32 是绝缘纸、22 是第二层次级铜带、33 是绝缘纸、23 第一层是初级多股铜线、34 是绝缘纸、24 是第三层次级铜带、35 是绝缘纸、25

是第四层次级铜带；36 是绝缘纸、26 是第五层次级铜带、37 是绝缘纸、27 是第二层次级铜带、38 是绝缘纸、28 是第二层初级多股铜线、39 是绝缘纸、28 是第三层次级铜带、40 是绝缘纸、29 是第八层次级铜带、41 是绝缘纸。

其中，第一、二层为次级，第三层初级，第四、五、六、七层为次级，第八层为初级；第九、十层为次级。

制作工艺如下：初级分段与次级交替绕制，相邻两层之间电流的流向相反；次级是一匝分层绕制。初级夹在次级中间线制，初次级导线分布均匀。初级分两段绕制，先绕两层次级中间用绝缘纸隔开，再绕一半初级（将剩余的一半初不要剪断放到那里待下次绕初级时再用），然后再绕四层次级一层初级和两层次级。初级两层夹在八层次级之间。本实施例高频变压器的材料和结构降低了漏感，减小了对 IGBT 应力的要求，不仅能够减小变压器的体积、降低铜路损耗，便于次级热量的导出，有利于高频变压器和点焊机输出较大的电流和较高的功率，提高焊接效率。同时，保证了变压器参数的一致性，能将多只变压器有效的并联，进一步增大点焊机的输出功率

变压器采用中心抽头的接线方式，具体的绕制接线方式见图 3、图 4:

1、5、9、13 相连为次级头 C；4、8、12、16 相连为次级尾 E；2、3、6、7、10、11、14、15 相联为次级中心头 D；18、19 相连为初级中心头，初级头为 A，尾为 B；

次级中，2 与 3 相连；6 与 7 相连；10 与 11 相连；14 与 15 相连。

而后将四组次级中心抽头接在一起为最终为全波整流的中心头 D。这种连接方式，次级相邻层的电流方向相反。

同名端始端为 1、5、9、13、17 (A、C)；同名端末端为 4、8、12、16、20。(B、E)；中心抽头 D 由 2、6、10、14、18 (与 E 和 B 是同名端) 和 3、7、11、15、19 (与 C 和 A 是同名端) 组成。

引线方式和外观见图 5，次级线圈的引脚与次级线圈的薄铜带是一体结构，从各次级线圈层中引出后弯折到与变压器轴线垂直的平面上便于同水冷散热板和整流二极管相固定。

变压器引脚的固定方式：将次级的八个中心抽头的引脚 D 分别固定在水冷散热板上；将八个输出引脚 C 和 E 固定在整流二极管上。这样能够把变压器次级导线上产生的热量通过二极管和水冷散热铝板把热量带走，依此提高输出功率和暂载率。

本实用新型高频逆变直流点焊机实施例电路的原理如图 6 所示。三相整流电路由 L1-1、L1-2、L1-3、C1、C2、C3、D1、C4、C5、C6、R1 和 SRC1 组成；逆变电路由 M1、M2、M3、M4、R3、R4、R5、R6、D3、D4、D5、D6 和四只 M57962L 驱动模块组成；DSP 控制器是美国 TI 公司生产的 (TMS320F2812) 32 位 DSP 微处理器；高频整流滤波电路由 D7、D8、D9、D10、C9、C10、R11、R12 和 L2 组成。

三相电经电磁兼容电路利用输入电感 L1-1、L1-2、L1-3 和电容 C1、C2、C3 等器件来吸收抑制三相交流母线上的电压尖峰，降低 EMI 的电磁干扰。经三相整流的直流电通过串联在母线回路中的软启动的电阻 R1 和可控硅 SRC1 在软启动电路的控制下首先对滤波电容 C4、C5、

C6 充电至到母线电压后，再打开可软启动控硅 SRC1 使主回路通电，形成可进行逆变的直流母线电压，达到软启动的目的。这样可以减少对电网的干扰、减少对电容、IGBT 的冲击。利用变压器 B1、电容 C4、C5、C6 之间在开关的过程进行能量交换来提高整机的功率因数，降低损耗的目的。直流电源经桥路开关 M1、M4 和 M2、M3 分别在四只 M57962L 驱动芯片的驱动下通过导通和关断在 A 和 B 两点完成高频逆转变的过程。然后经高频变压器 B1 隔离、降压；整流管（D7、D8、D9、D10）整流；电感（L2）滤波最终输出大功率低压大电流。电流高达 6000A-12000A，输出功率高达 80KW。

主回路高频变压器 B1 是由两只 25--35KW 的高频变压器并联而成，具有较小的漏感和一致性电气参数，初、次级分别采用了并联方式。高频电压器材料选择的条件是初始导磁率在 2500，饱和磁通密度为 390 mT /100℃、剩磁为 120 mT、矫顽力为 10A/M、变压器初次级变比为 40-80: 1，磁芯间隙为 0.2-0.8 mm。电感偏差应小于 1%、漏感偏差应小于 5%。同时还利用了变压器次级铜带的八个引脚分别接到前后桥的水冷散热铝板上，通过次级铜带引脚把变压器所产生的热量传递给散热铝板通过循环水把变压器的热量带走，这样即解决发变压器的散热问题又减小了变压器的体积，提高了变压器的电气性能。变压器外形图见图 5

由于 IGBT、变压器、输出滤波电感等器件组成的逆变电路参数配合的恰当和较小的变压器漏感，降低了 IGBT 反压的要求，使每个变压器的输出电流都能达到最大。适当的输出滤波电感限制了最大输出电

流，减小了 IGBT 电流的应力，从而提高了主回路的可靠性和稳定性。同时由于主变压器有较小的漏感和器件的超快速特性使得 IGBT 在开通和关断时源极与漏极之间电压很小，基本上作到了零电压开通和关断，从而降低了对开关管的应力要求，减小了开关损耗。

整流滤波电路，是通过肖特基二极管 D7、D8、D9、D10 和电感 L2 进行全波高频整流滤波的，由于管压降和回路电阻小，使的整流效率高。C9、R11；C10、R12 是用来减小变压器在开关瞬间所产生的高压尖峰以此来减小开关管和高频整流管的电压应力的要求，提高整机的可靠性和稳定性。

DSP 控制器采用 TMS320F2812 芯片，通过 DSP 的四路 PWM 信号经四只 M57962 L 放大后，驱动桥路 IGBT，然后经变压器的变压、整流、滤波，输出焊接电流的。整机有两个电流内环和两个外环，其中一个电流外环和一个电压外环。其作用是：第四电流环路 I1 是利用直流电流霍尔传感器对直流母线的电流进行采样，然后经 DSP 内部的数字 PID 的处理，对主回路母线电流进行电流控制，防止母线电流过大而造成的整流桥和 IGBT 器件的损坏，是一个电流内环；第三电流环路利用电流互感器 B2 对高频变压器的初级工作电流及瞬间值进行采样监控，然后经 DSP 内部的数字 PID 的处理，对主回路的工作情况进行监控，用来防止 IGBT 的电流过大、变压器偏磁和过快的电流变化速率而造成的器件的损坏，是一个快速响应的电流内环；第一电流环路是利用电流互感器或是分流器 R0 对整流滤波电路的输出电流进行采样监控，然后经 DSP 内部的数字 PI 的处理，对焊接电流进行恒流控制，是一个 PI

高精度电流控制的电流外环；第二电压环路 U1 是利用电压霍尔传感器对整流滤波电路的输出电压进行采样监控，然后经 DSP 内部的数字 PI 的处理对焊接电压进行恒压控制，是一个 PI 高精度电压控制的电压外环。总体上说是通过这四个反馈环路来完成对 DSP 内部脉宽信号进行控制的，从而达到整机的恒流、恒压和恒功率控制的目的，也是对输出电流、电压和功率信号的瞬间控制，使整机工作稳定可靠。

M57962 L 是一个快速隔离驱动电路，具有过保护、软启动和告警功能，在 IGBT 关断时还有负压输出，提高了 IGBT 的抗干扰能力。

在前后桥散热板和变压器上设有温度传感器，通过 DSP 可监测 IGBT 和肖特基二极管及变压器的温度，并对其进行监测和过热保护电路。

在气路、水路中设有压力传感器，通过 DSP 可监测水路的水压，气路的气压，并对其进行显示和安全保护。

在直流母线中设有直流电压、控制电源电压的监测电路，可通过 DSP 进行监测和告警。

本实用新型电路结构紧凑，布局合理，很好的解决了 IGBT、肖特基二极管和高频变压器的散热问题。使得输出功率达到了最大，工作时载暂率高达 30%。

DSP 采样信号的控制是建立在比例积分微分的数学模型基础上，通过软件对 IGBT 驱动信号进行控制的。通过 PID 信号的控制来达到对主回路的恒流、恒压和恒功率的控制。DSP 通过焊控制程序来完成单点焊和三脉冲焊接的焊接过程。

本实用新型人机界面采用了 LCD 真彩触摸屏，由 LCD 显示和输入界面组成，中/英文菜单，操作灵活方便、美观大方。

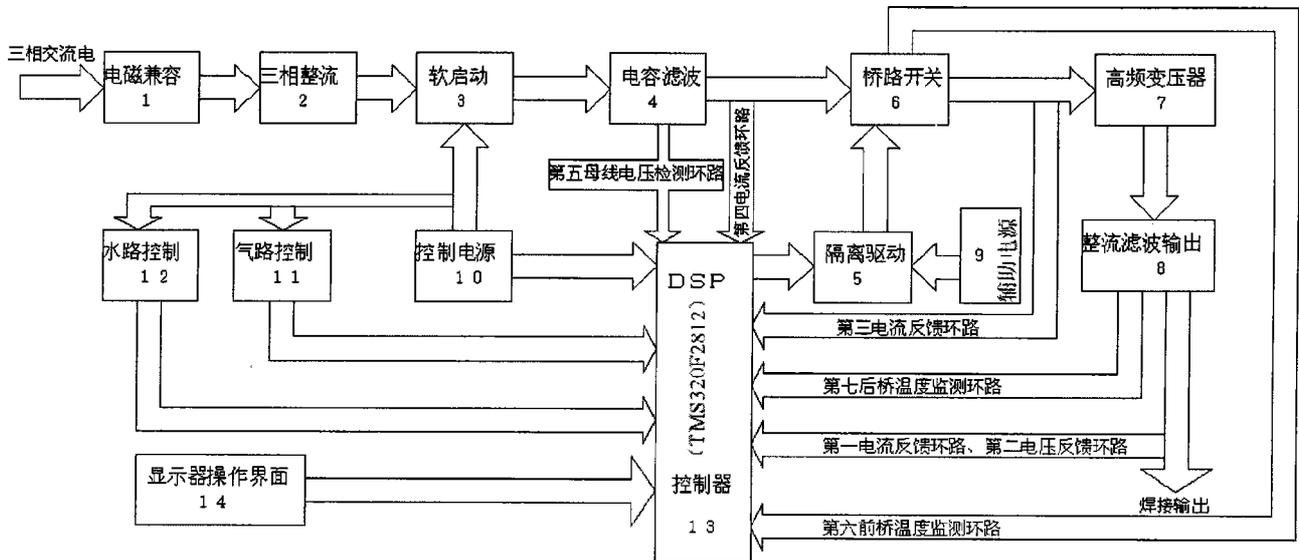


图1

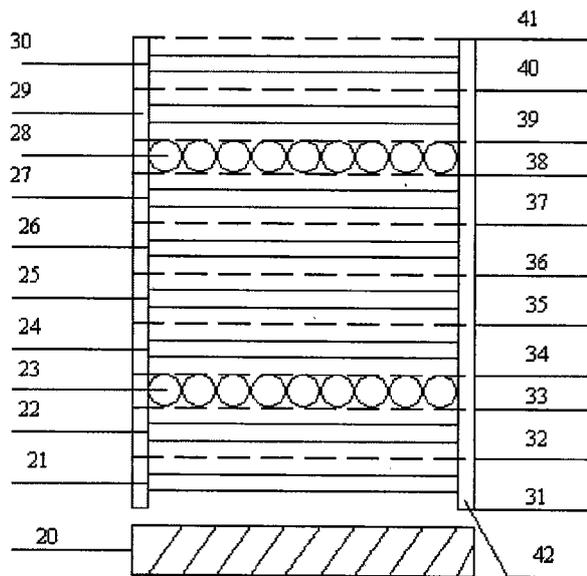


图2

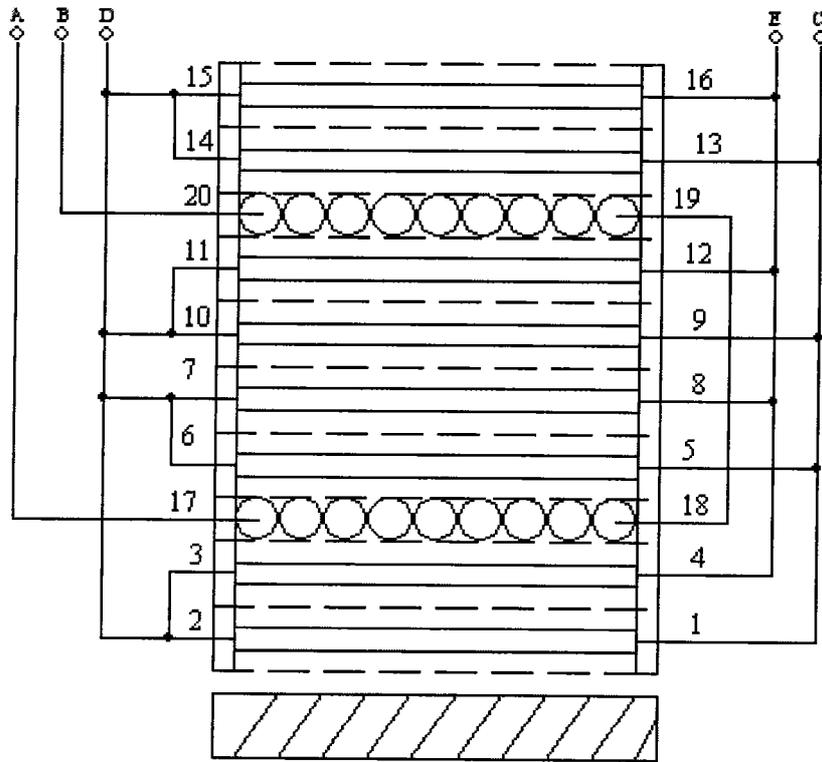


图3

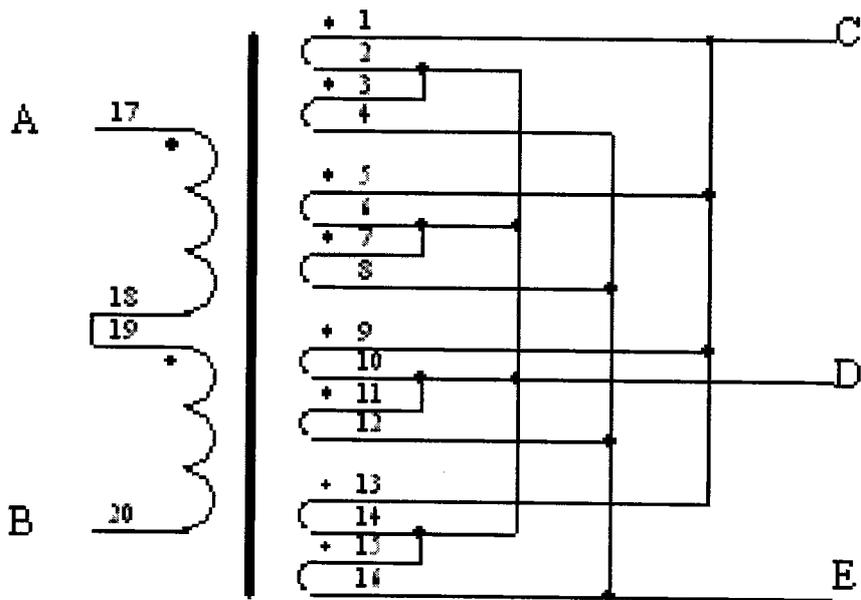


图4

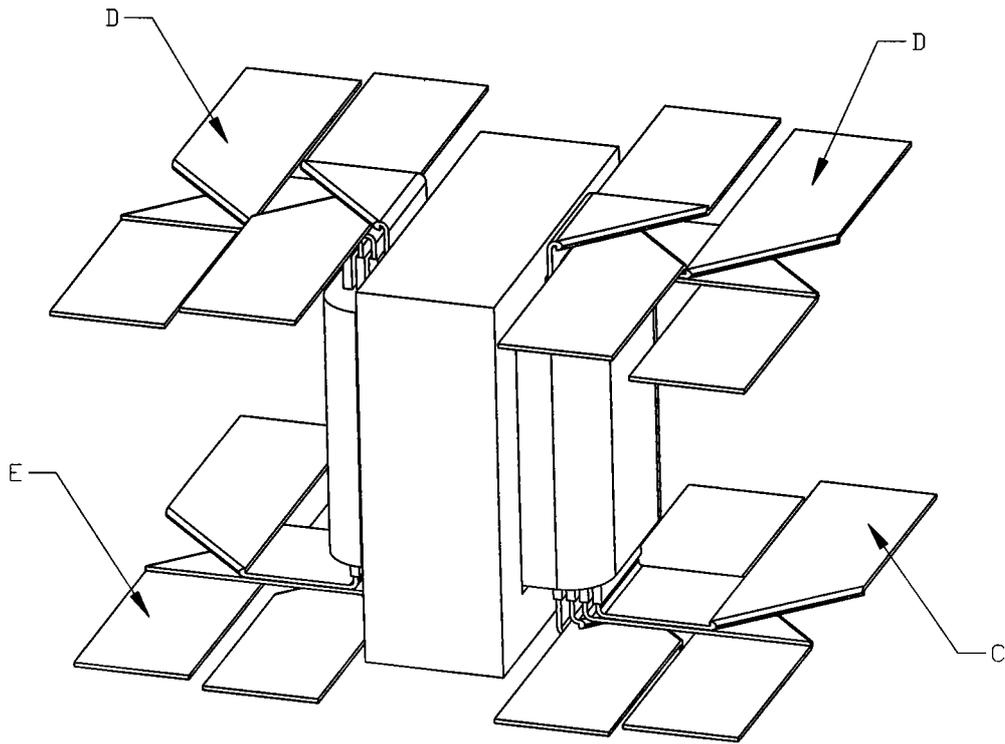


图5

