



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203464899 U

(45) 授权公告日 2014. 03. 05

(21) 申请号 201320512186. X

(22) 申请日 2013. 08. 21

(73) 专利权人 桂林航天工业学院

地址 541004 广西壮族自治区桂林市七星区  
金鸡路 2 号

(72) 发明人 邹爱成 张云 王群英

(74) 专利代理机构 桂林市华杰专利商标事务所  
有限责任公司 45112

代理人 陆梦云

(51) Int. Cl.

G01B 7/02 (2006. 01)

B23K 7/10 (2006. 01)

权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 实用新型名称

一种数控火焰切割机的电容式高度传感器

(57) 摘要

本实用新型公开了一种数控火焰切割机的电容式高度传感器，由感应环和与感应环连接的信号检测电路组成，信号检测电路由顺序连接的正弦波发生电路、运算法电容检测电路、相敏检波电路组成，感应环通过电容与运算法电容检测电路连接，感应环固定在割炬上，随着割炬的上下运动带动其升降。采用该方案设计的电容式高度传感器，一是响应速度快，整个检测过程响应时间低于2ms；二是检测精度高，输出精度达±5mV；三是抗干扰性较强，能适应数控火焰切割机恶劣工作环境。



1. 一种数控火焰切割机的电容式高度传感器,其特征是:由感应环和与感应环连接的信号检测电路组成,信号检测电路由顺序连接的正弦波发生电路、运算法电容检测电路、相敏检波电路组成,感应环通过电容与运算法电容检测电路连接,感应环固定在割炬上,随着割炬的上下运动带动其升降。

## 一种数控火焰切割机的电容式高度传感器

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及数控火焰切割机，具体是一种数控火焰切割机的电容式高度传感器。

### 背景技术

[0002] 数控火焰切割机在自动切割板材的过程中，为提高加工的精度和质量，需使割炬与板材之间的高度在数控切割机工作过程中最大限度地保持恒定。

[0003] 目前，在数控切割机自动调高系统中有三种电容信号检测技术：

[0004] 1、调频法：结构简单，受外界因素影响较小，但振荡频率的稳定性不足，且频带较窄，导致量程过小，而且内部杂散电容对电路的影响较大，测量精度不高；

[0005] 2、脉冲调宽法：电路线路简单，不需要交流信号发生器和解调电路，灵敏度较高，但电容传感器需要的工作电容较大；

[0006] 3、电桥法：灵敏度高，传感器的工作电容甚至在  $1\text{pF}$  以下，传感器的体积小，不足的是：音频信号不太适合小容量的电容，非线性误差较大。

### 实用新型内容

[0007] 本实用新型的目的是为提高目前数控火焰切割机电容式自动调高器的精度，改善其动态响应特性较差的问题，而提供一种数控火焰切割机的电容式高度传感器。

[0008] 实现本实用新型目的的技术方案是：

[0009] 一种数控火焰切割机的电容式高度传感器，由感应环和与感应环连接的信号检测电路组成，信号检测电路由顺序连接的正弦波发生电路、运算法电容检测电路、相敏检波电路组成，感应环通过电容与运算法电容检测电路连接，感应环固定在割炬上，随着割炬的上下运动带动其升降。

[0010] 本实用新型的优点是：通过设计有关电路，传感器最后输出的直流电压信号与待检测的高度形成正比的关系，实现了传感器把感应环和待加工材料之间的高度转换成电压信号的目的。采用该方案设计的电容式高度传感器，一是响应速度快，整个检测过程响应时间低于  $2\text{ms}$ ；二是检测精度高，输出精度达  $\pm 5\text{mV}$ ；三是抗干扰性较强，能适应数控火焰切割机恶劣工作环境。

### 附图说明

[0011] 图 1 为本实用新型电容式高度传感器的电路连接示意图；

[0012] 图 2 为正弦波发生电路图；

[0013] 图 3 为运算法电容检测电路图；

[0014] 图 4 为相敏检波电路图；

[0015] 图 5 为本实用新型电容式高度传感器与控制系统的连接示意图。

## 具体实施方式

[0016] 如图 1 所示,一种数控火焰切割机的电容式高度传感器,由感应环、正弦波发生电路、运算法电容检测电路和相敏检波电路四部分构成。感应环和待加工材料之间含有电容  $C_x$  ( $C_x$  与感应环和待加工材料之间的高度  $d$  成反比);正弦波发生电路输出正弦波信号  $V_1(t)$ ;  $C_x$ 、 $V_1(t)$  经运算法电容检测电路处理后输出  $V_2(t)$ ,  $V_2(t)$  的直流分量与  $C_x$  成反比;相敏检波处理  $V_2(t)$  后输出  $V_3$ , 其大小与  $V_2(t)$  的幅值成正比。通过上述检测和处理,传感器输出的直流电压信号  $V_3$  与感应环和待加工材料之间的高度  $d$  成正比,实现其高度检测功能。

[0017] 实施例:

[0018] (一) 参数设定

[0019] 1、设定钢制感应环的尺寸

[0020] 感应环结构为一圆环,内圆半径  $r = 20\text{mm}$ , 外圆半径  $R = r+d=40\text{mm}$ , 据此可以计算感应环的有效面积。

$$[0021] S = \pi (R^2 - r^2) = 3.14 \times [(40 \times 10^{-3})^2 - (20 \times 10^{-3})^2] = 37.68 \times 10^{-4} \text{m}^2,$$

[0022] 绝缘系数  $\epsilon = 8.85 \times 10^{-12} \text{F/M}$ 。

[0023] 2、设定正弦波发生电路

[0024] 图 2 中, 选定:  $R_1=R_3=5.1\text{K}$ ,  $R_2=50\text{K}$ ,  $R_4=1\text{K}$ ,  $R_5=10\text{K}$ ,  $R_7=200\text{K}$ ,  $R_8=0.5\text{K}$ ,  $R_9=25\text{K}$ ,  $C_1=1\mu\text{F}$ ,  $C_2=10\mu\text{F}$ ,  $C_3=1\mu\text{F}$ ,  $C_4=103$ 。电路输出信号的频率  $f=1/[(R_4+R_7)*C_4]$ , 调整  $R_7$  的大小使  $f=100\text{K}$ , 调整  $R_2$  使输出幅值  $V_m$  等于 3V。因此本电路中输出激励信号:

$$[0025] V_1(t) = V_m \sin \omega_c t \quad \text{其中 } V_m = 3\text{V}, \omega_c = 2\pi * 10^5$$

[0026] 3、设定运算法电容检测电路

[0027] 图 3 中, 输出信号  $V_2(t)$  的表达式为:

$$[0028] V_2(t) = -\frac{C_{ref}}{C_x} V_1(t) = -\frac{C_{ref}}{C_x} V_m \sin \omega_c t$$

[0029] 设定相关电容和电阻值,  $C_{ref}$  取  $10\text{pF}$ , 并将  $V_1(t)$  的直交流幅值、 $\epsilon$  和  $S$  代入上式可得,  $V_2(t)$  的幅值  $V_{2m}$  的表达式为:

$$[0030] V_{2m} = 0.6 dx$$

[0031] 传感器的量程  $dx$  为  $1 \sim 25\text{mm}$ ,  $V_{2m}$  的范围为  $0.6 \sim 15\text{V}$ 。

[0032] 4、相敏检波电路

[0033] 图 4 中, 设定相敏检波电路的电阻和电容, 使传感器的输出电压信号:

$$[0034] V_3 = \frac{3}{\pi} V_{2m} = 0.573 dx$$

[0035]  $V_3$  的单位为 V,  $dx$  的单位为 mm。

[0036] (二) 试验数据分析

[0037] 试验测得  $dx-V_3$  的实际数据如表 1 所示。

[0038] 表 1  $dx-V_3$  数据表

[0039]

$dx (\text{mm})$	$V_3 (\text{V})$	$dx (\text{mm})$	$V_3 (\text{V})$	$dx (\text{mm})$	$V_3 (\text{V})$
1.0	0.573	7.5	4.298	15.5	8.882

1. 2	0. 688	8. 0	4. 584	16. 0	9. 168
1. 4	0. 802	8. 5	4. 871	16. 5	9. 455
1. 6	0. 917	9. 0	5. 157	17. 0	9. 741
1. 8	1. 031	9. 5	5. 444	17. 5	10. 028
2. 0	1. 146	10. 0	5. 730	18. 0	10. 314
2. 5	1. 433	10. 5	6. 017	18. 5	10. 601
3. 0	1. 719	11. 0	6. 303	19. 0	10. 887
3. 5	2. 006	11. 5	6. 590	19. 5	11. 174
4. 0	2. 292	12. 0	6. 876	20. 0	11. 460
4. 5	2. 579	12. 5	7. 163	20. 5	11. 747
5. 0	2. 865	13. 0	7. 449	21. 0	12. 033
5. 5	3. 152	13. 5	7. 736	22. 0	12. 606
6. 0	3. 438	14. 0	8. 022	23. 0	13. 179
6. 5	3. 725	14. 5	8. 309	24. 0	13. 752
7. 0	4. 011	15. 0	8. 595	25. 0	14. 325

[0040] 从表 1 可以看出, 在  $dx$  从  $1\text{mm} \sim 25\text{mm}$  的范围内,  $V_3$  可以稳定的输出。

[0041] 如图 5 所示, 传感器部分主要是指感应环、切割钢板、信号检测电路和高度设定电位器, 感应环固定在割炬上, 割炬的上下运动就带动感应环升降, 感应环和钢板之间的距离反映到传感器上就是  $C_x$ , 通过信号检测电路输出电压信号  $V_2$  ( $V_2$  和割炬和钢板之间的距离  $dx$  成函数关系), 高度设定电位器输出电压信号  $V_1$ 。控制系统部分主要由信号处理电路、单片机控制电路、H 桥直流电机驱动电路、系统电源模块、光电隔离模块构成, 信号处理电路处理设定的高度电压信号  $V_1$  和  $V_2$ , 输出处理结果电压信号  $V_{1o}$  和  $V_{2o}$ , MCU 控制电路接收  $V_{1o}$  和  $V_{2o}$  作相应的处理之后通过光电隔离模块控制 H 桥之路电机驱动电路, 驱动直流电机正反转, 从而控制割炬升降。形成一个闭环的自适应控制系统。

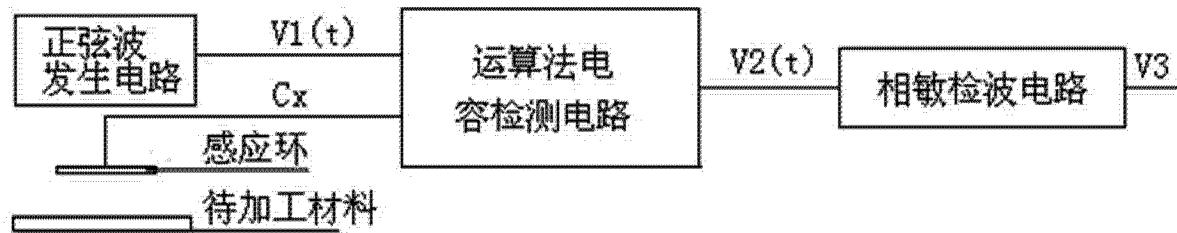


图 1

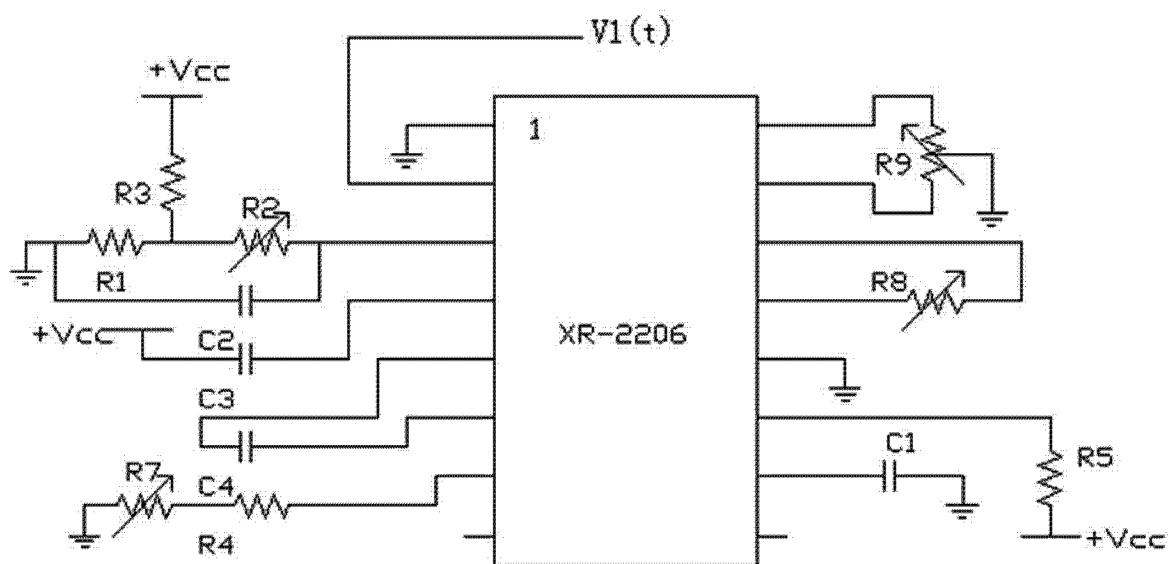


图 2

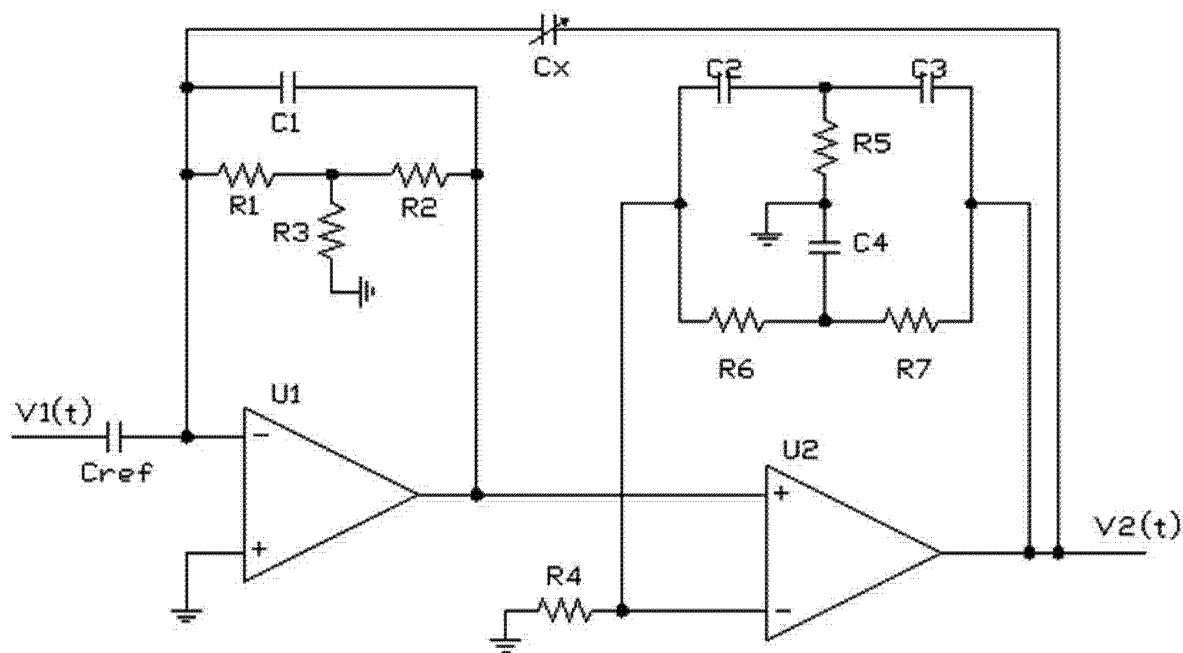


图 3

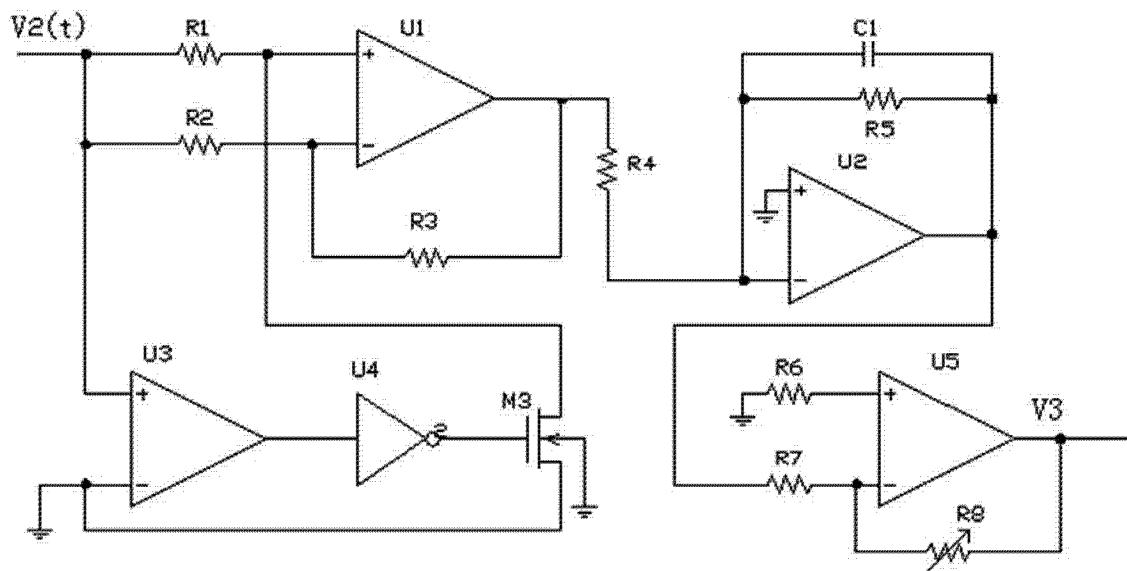


图 4

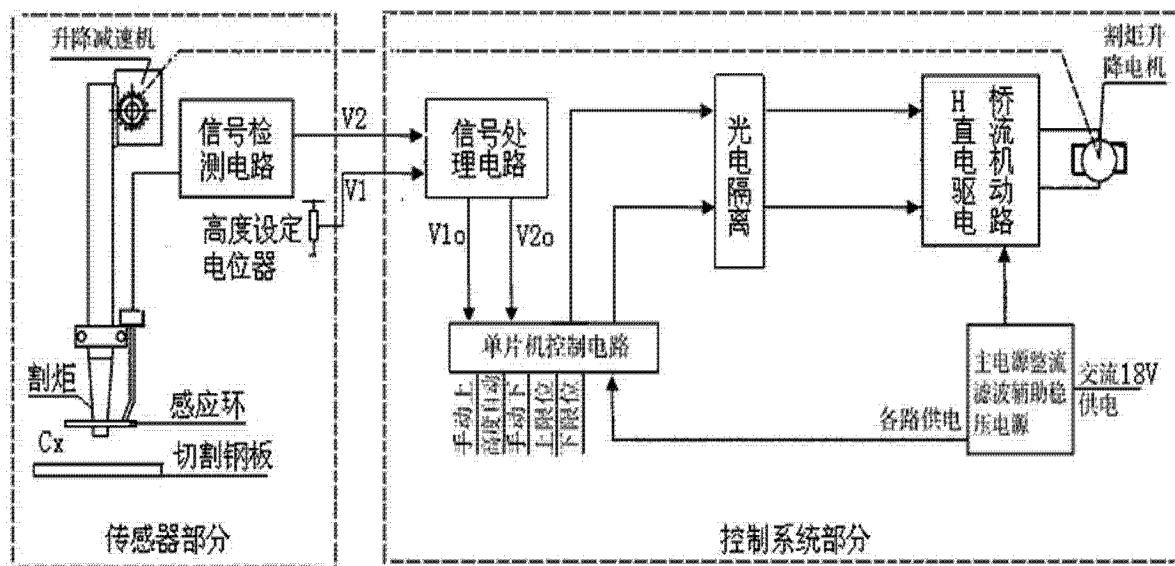


图 5