

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: 19920071151179

UDC \_\_\_\_\_

# 厦 门 大 学

## 硕 士 学 位 论 文

### 曝光机电气及其控制系统的设计

### Research and Design on the Electric and Control System of the Exposure Machine

杨志锋

指导教师姓名: 陈永明 副教授

专 业 名 称: 航空宇航制造工程

论文提交日期: 2010 年 月

论文答辩日期: 2010 年 月

学位授予日期: 2010 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2010 年 5 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

## 摘要

大功率紫外线曝光机在印制电路板的光刻和固化生产工艺中发挥着重要的作用，其生产效率高、占用空间小、印刷品质鲜锐、产品精度高、作业环境良好，有助于业者降低生产成本与提高产品品质，为企业带来良好的经济效益，并且符合环保的要求。

紫外线曝光机由双晒架移动及真空系统、光源系统、冷却系统、曝光控制系统四大部分组成。传统的紫外线曝光机多采用集成电路控制，配电系统复杂，控制模块布局分散，任一电子器件的损坏致使其中某系统模块失效都将导致曝光机无法工作，而且不易于维修。目前国内多采用美国或台湾生产的曝光机设备，不仅价格高，而且技术支持困难，企业生产难以得到保证。

本文研究与设计的紫外线曝光机电气控制系统，采用可编程逻辑控制器（PLC）控制，提供了丰富的、更加人性化的操作界面，不仅满足了原来设备的自动化控制要求，还可随时增加企业的特殊功能要求，进一步提高了企业的生产效率和质量，同时节省了企业购买设备成本。

曝光机的核心部件金属卤化物灯在生产调试中遇到不亮或发光不稳定问题，在研究金卤灯的工作特性后，设计采用了恒功率升压式镇流电路，功率采用时间控制方式，三级可调；在采集大量实验数据后，提出通过 PLC 实时监测灯管的工作电压来控制冷却系统风扇的运行，从而实现灯管发光效率的稳定性进而延长其使用寿命。

企业生产实践表明，应用所设计的控制系统改造后的曝光机性能达到了预期的要求。

**关键词：**紫外线曝光机 PLC 金属卤化物灯 冷却

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## **Abstract**

The high power Ultraviolet Radiation (UV) Exposure Machine plays an important role in the Printed Circuit Board (PCB) producing process, especially for the optical printing and solidification. This machine has so many advantages like high-efficient production, saving space, good printing qualities, high precision, nice working environment and so on, that it can help the company improve the product quality and low the production cost, make more profits and meet the requirements of environment protection as well.

The UV exposure machine consists of four parts: up/down frame moving and vacuum system, light system, cooling system and exposure control system. As most of the traditional UV exposure machine use the integrated circuit as its control system, it has a complicated wire connection and distributed modules around the machine. If any of the electronic components breaks down, leading to the failure of the module and then the machine would not work, moreover it could not be repaired easily. The present exposure machine used in our country are mostly made in the United States or Taiwan, and not only does it cost too much, also will it be difficult to get technical support, which can not ensure the production successfully.

The UV exposure machine researched and designed in this paper use the programmable logic controller(PLC) as its electrical control system. It provides abundant and humanistic operation interface, which can not only meet the automatic control requirements, but also increase more function according to the company's need. In this way, it has improved the production quality and efficiency, saving the cost of purchasing the equipments as well.

The metal halide lamp is the core part of the exposure machine. During the producing and adjusting process, the problems of not being lighted or working unstably happened sometimes. After doing some research on how the metal halide lamp works, the constant watt autotransformer(CWA) ballasting circuit is adopted.

Meanwhile, the exposure power will be controlled by time and can work in three levels. According to the recorded data on the experiments, the method of using the PLC to monitor the voltage of the lamps at real time is adopted, which makes the lamps glow stably and extend its life.

The production practice proves that the modified exposure machine with designed control system analyzed in this paper achieved the expected function goal.

**Keywords:** UV Exposure Machine; PLC; Metal Halide Lamp; Cooling

厦门大学博硕士论文摘要库

# 目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	III
目 录.....	V
Table of Contents .....	IX
<b>第一章 绪论 .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 PCB 曝光机的发展与应用 .....</b>	<b>1</b>
1.1.1 印制电路板简介.....	1
1.1.2 曝光机在 PCB 生产中的工艺作用与发展 .....	1
<b>1.2 可编程逻辑器自动控制技术 .....</b>	<b>3</b>
1.2.1 可编程控制器的起源.....	3
1.2.2 可编程控制器的发展.....	4
1.2.3 可编程控制器的基本功能.....	4
1.2.4 可编程控制器的特点与应用.....	6
<b>1.3 课题概论 .....</b>	<b>8</b>
1.3.1 选题背景.....	8
1.3.2 课题的工作进程.....	9
1.3.3 论文的全文组织.....	9
<b>第二章 曝光机硬件系统组成 .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 曝光机总体结构说明 .....</b>	<b>11</b>
2.1.1 曝光机台面面板说明.....	11
2.1.2 曝光机机械电气特点.....	12
<b>2.2 晒架移动及真空系统 .....</b>	<b>13</b>
2.2.1 麦拉-玻璃晒架系统 .....	13
2.2.2 真空系统.....	14



2.3 光源系统 .....	14
2.4 冷却系统 .....	17
2.5 曝光控制系统 .....	17
2.6 本章小结 .....	18
<b>第三章 曝光机运动控制系统设计 .....</b>	<b>19</b>
3.1 曝光机控制系统要求 .....	19
3.1.1 曝光机工作流程 .....	19
3.1.2 对控制系统的要求 .....	19
3.2 PLC 控制系统硬件设计 .....	20
3.2.1 PLC 选型 .....	20
3.2.2 控制系统硬件配置 .....	21
3.2.3 曝光机电气系统设计 .....	21
3.3 PLC 控制系统软件设计 .....	23
3.3.1 PLC 控制流程图 .....	23
3.3.2 PLC 梯形图设计 .....	24
3.3.3 人机界面设计 .....	31
3.4 本章小结 .....	37
<b>第四章 曝光机灯源系统研究与设计 .....</b>	<b>39</b>
4.1 金属卤化物灯工作特性 .....	39
4.1.1 金属卤化物灯发光原理 .....	39
4.1.2 金属卤化物灯电气特性 .....	40
4.2 金属卤化物灯与镇流器的匹配选择 .....	41
4.2.1 电感镇流器 .....	42
4.2.2 电子镇流器 .....	44
4.2.3 金属卤化物灯的调光技术 .....	47
4.3 曝光机金属卤化物灯电路设计 .....	49
4.4 本章小结 .....	54
<b>第五章 灯源电压与冷却系统的优化设计 .....</b>	<b>55</b>
5.1 灯管电压与风扇启动关系 .....	55
5.2 灯管电压的整流电路设计 .....	58

5.3 模数转换扩展模块的原理与编程设计.....	61
5.4 本章小结 .....	64
<b>第六章 结论与展望 .....</b>	<b>65</b>
6.1 实际应用与结果 .....	65
6.2 结论 .....	65
6.3 展望 .....	66
<b>附 录.....</b>	<b>67</b>
<b>参 考 文 献 .....</b>	<b>77</b>
<b>致 谢.....</b>	<b>79</b>
<b>硕士期间发表论文和专利 .....</b>	<b>81</b>

厦门大学博硕士学位论文摘要库

# Table of Contents

<b>Chapter 1 introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 PCB Exposure Machine's Development and Application.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Printed Circuit Board Introduction .....	1
1.1.2 Exposure Machine's Application and Development at the PCB process ....	1
<b>1.2 Programmable logic Controller automatic control technology .....</b>	<b>3</b>
1.2.1 PLC Origin.....	3
1.2.2 PLC Development.....	4
1.2.3 PLC Basic Function .....	4
1.2.4 PLC Character and Application .....	6
<b>1.3 Conspectus of the Research .....</b>	<b>8</b>
1.3.1 Background of the Research .....	8
1.3.2 Course of the Research .....	9
1.3.3 structure of the Paper .....	9
<b>Chapter 2 Exposure Machine's Makeup of Hardware Systems .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Overall Structure Description of Exposure Machine.....</b>	<b>11</b>
2.1.1 Illustration of Exposure Machine Apparent Panel.....	11
2.1.2 Mechanical and Electrical Feature of the Exposure Machine .....	12
<b>2.2 Vacuum Frame System.....</b>	<b>13</b>
2.2.1 Mylar-Glass Frame System.....	13
2.2.2 Vacuum System .....	14
<b>2.3 Light System .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4 Cooling System .....</b>	<b>17</b>
<b>2.5 Exposure Machine's Control System.....</b>	<b>17</b>
<b>2.6 Summary .....</b>	<b>18</b>
<b>Chapter 3 the Design of Exposure Machine's Motion Control System</b>	
<b>.....</b>	<b>19</b>

<b>3.1 Requirements of Exposure Machine Control System .....</b>	<b>19</b>
3.1.1 Workflow of Exposure Machine.....	19
3.1.2 Requirements of Control System .....	19
<b>3.2 Hardware Design of PLC Control System .....</b>	<b>20</b>
3.2.1 PLC Type Selection .....	20
3.2.2 Hardware Configuration of Control System .....	21
3.2.3 Electrical System Design of Exposure Machine.....	21
<b>3.3 Software Design of PLC Control System .....</b>	<b>23</b>
3.3.1 work process of PLC Control .....	23
3.3.2 Design of PLC Ladder Diagram .....	24
3.3.3 Design of Human-Machine Interface.....	31
<b>3.4 Summary .....</b>	<b>37</b>
<b>Chapter 4 Research and Design of Exposure Machine' Light System..</b>	<b>39</b>
<b>4.1 Metal Halide Lamp's Performance Characteristic .....</b>	<b>39</b>
4.1.1 Metal Halide Lamp's Irradiance Principle.....	39
4.1.2 Metal Halide Lamp's Electrical Feature .....	40
<b>4.2 Matching Selection between the Metal Halide Lamp and Ballast .....</b>	<b>41</b>
4.2.1 Inductive ballast .....	42
4.2.2 electronic ballast .....	44
4.2.3 Metal Halide Lamp's Power Changing Technic.....	47
<b>4.3 Circuit Design of Exposure Machine's Metal Halide Lamp.....</b>	<b>49</b>
<b>4.4 Summary .....</b>	<b>54</b>
<b>Chapter 5 Optimal Design between Lamp's Voltage and Cooling</b>	
<b>System .....</b>	<b>55</b>
<b>5.1 Relationship between Lamp's Voltage and Cooling Fan's startup .....</b>	<b>55</b>
<b>5.2 Rectifier Circuit design of Lamp's Voltage .....</b>	<b>58</b>
<b>5.3 Analogue to Digital conversion Module's Principle and Programming. . .</b>	<b>61</b>
<b>5.4 Summary .....</b>	<b>64</b>
<b>Chapter 6 Conclusions and Prospect .....</b>	<b>65</b>

<b>6.1 Practice and Results .....</b>	<b>65</b>
<b>6.2 Conclusions .....</b>	<b>65</b>
<b>6.3 Prospect .....</b>	<b>64</b>
<b>Appendix.....</b>	<b>66</b>
<b>References .....</b>	<b>77</b>
<b>Acknowledgement.....</b>	<b>79</b>
<b>Publications and patents .....</b>	<b>81</b>

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 第一章 绪论

### 1.1 PCB 曝光机的发展与应用

#### 1.1.1 印制电路板简介

PCB是印制电路板(即Printed Circuit Board)的简称,是组装电子零件用的基板。其主要功能是使各种电子零组件形成预定电路的连接,起中继传输的作用,是电子产品的关键电子互联件,有“电子产品之母”之称。印制电路板作为电子零件装载的基板和关键互联件,任何电子设备或产品均需配备,小到电子手表、计算器,大到计算机,通讯电子设备,军用武器系统,只要有集成电路等电子元器件,为了它们之间的电气连接,都要使用印制电路板。在较大型的电子产品研究过程中,最基本的成功因素是该产品的印制板的设计、文件编制和生产制造水平。印制板的设计和生产制造质量直接影响到最终产品的质量和成本,甚至导致商业竞争的成败。

2009年2月18日,国务院批准电子信息产业作为十大产业振兴规划之一,年底又被提及为七大新兴战略产业之一,电子信息产业的快速发展将极大地刺激PCB的生产。但是,PCB行业的快速发展,在给带来经济发展的同时,也给环境保护带来了严重影响。印制线路板的生产加工工序多,材料类型多,能耗水耗多,产生污染物多,以及一些有毒有害甚至剧毒物质的使用,都给PCB行业冠以“重污染行业”的帽子。

采用先进的工艺技术与设备,可从源头削减污染,提高资源利用效率,减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放,以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。紫外线曝光机就是高精密PCB生产过程中一个必不可少的设备。

#### 1.1.2 曝光机在 PCB 生产中的工艺作用与发展

顾名思义,印制电路是PCB中的核心过程,图1.1为PCB生产工艺流程<sup>[1]</sup>,在印制内层线路、成像外层线路和涂防焊油墨的步骤中,均可用紫外线(ultraviolet radiation,简称UV)进行光刻。紫外线曝光机应运而生,它适用于双面固化PCB绿油(阻焊漆)和对感光湿膜层面进行双面图像转移,即曝光;曝光过程是先把

底片对位，贴在经过压附后的镀铜板上，再放入曝光机的晒架中抽真空，使底片和镀铜板上的膜面紧密地贴合在一起，然后使晒架进入曝光室，用紫外线对底片进行曝光，把底片的图形转移到镀铜板上。特别是在生产高精密度的线路板过程中，UV曝光机发挥着不可替代的作用。

曝光机是集电子光学、电气、机械、真空、计算机技术等于一体的复杂的半导体加工设备。曝光机是20世纪60年代初在扫描电子显微镜基础上发展起来的，70年代以后广泛应用于半导体集成电路制造业。

UV曝光机的工作原理是通过UV灯发出的紫外线对有机聚合物（通常称为电子抗蚀剂或光刻胶）进行曝光，受电子束辐照后的光刻胶，其物理化学性质发生变化，在一定的溶剂中形成良溶或非良溶区域，从而在抗蚀剂上形成精细图形，也就是我们用软件设计的线路布局。

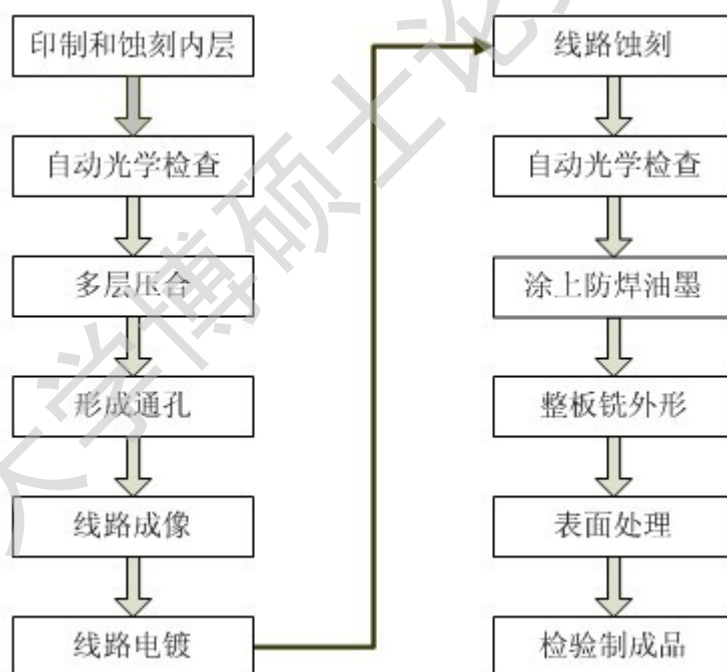


图1.1 PCB生产工艺流程

上世纪90年代，曝光机的控制系统多用单片机微处理器作为大脑和普通的晶体数码管进行操作显示。随着工业生产环境的变化和PCB生产企业更加人性化的发展，如今生产的曝光机设备多用可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller,简称PLC)控制动作运行，用显示功能更加完善的人机界面与技术人员



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库