

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学 号: 18220051301724

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

导线阵列产生的微电磁力操纵磁粒子研究

Manipulating Micro Particle by

Micro Electromagnetic Force by Wire Array

洪小雅

指导教师姓名: 席文明 副教授

专 业 名 称: 精密仪器及机械

论文提交日期: 2008 年 月

论文答辩时间: 2008 年 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2008 年 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，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的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

- 1、保密（ ），在 年解密后适用本授权书。
- 2、不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：

日期： 年 月 日

导师签名：

日期： 年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

当磁粒子包裹相应的外层物质时，可以与细胞产生选择性黏附，该特性可用于细胞分离、分选、药物运输等。在硅片上制作导线阵列，通过对相应导线阵列的通断电控制，可以操纵微磁粒子运动，也就控制了与其相联的细胞运动。细胞运动到指定位置，借助工具对细胞进行操作，研究细胞特性。

本论文研究工作的主要内容如下：

1. 全面地概述了国内外细胞操纵方法的发展状况与工作原理。
2. 从理论上对基于导线阵列产生的微电磁力操纵磁粒子方案进行可行性分析，并使用有限元分析软件 ANSYS 作导线阵列相关的电磁场分布情况模拟分析、在有培养液情况下的温度场分布情况模拟分析，以及用计算软件 Matlab 对磁粒子在局部磁场作用下所受到的电磁力、磁粒子运动时受到培养液粘滞力进行计算仿真。
3. 设计了导线阵列的结构尺寸和工艺流程，并制作了光刻掩膜版。完成了导线阵列的各种工艺的研究，其中关键的工艺是 PECVD 和磁控溅射。在 PECVD 氮化硅过程中采用了新工艺，使 PECVD 温度只需 100℃，防止了胶的碳化。
4. 完成了外围电路的设计，对器件进行了测试，验证了基于导线阵列产生的微电磁力操纵磁粒子方案的可行性。

关键词： 导线阵列；电磁场；温度场；磁粒子

厦门大学博硕士学位论文摘要库

ABSTRACT

The magnetic particle according to the outside layer material wrap up, can produce the selectivity with cell to stick to attach, this characteristic can be used for the cell separation, choose separately, the medicine conveyance etc. The electric order of different wires is changed to form a moving micro electromagnetic field, and then the particle movement can be manipulated, and also the cell movement can be manipulated. When the cell reaches the destination, use the tool to manipulate the cell and research the characteristic of the cell.

The main contents of this paper is as follows:

And discussing the MEMS technique of wire array, simulate the magnetic field and temperature field, and know the influence factors on electromagnetic force.

1. Amply summarizing the development and significance of manipulation cell at home and abroad.

2. Analyzing manipulating micro particle by micro electromagnetic force with wire arrays is available or not in theories, and simulate the electromagnetic field using the ANSYS soft, simulate the electromagnetic force attract the mirco particles under the part magnetic field using the MATLAB soft.

3. Designing the configuration of wire array, discussing the arts and crafts process and deciding the produce method. During the PECVE process, using a new method to reduce the reaction temperature. The low reaction temperature avoid to carbonize the photoresist.

4. Designing the peripheral circuit, testing the wire array chip, validating manipulating micro particle by micro electromagnetic force with wire array is available

Key words: wire array; electromagnetic field; temperature field; magnetic particle

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目录

第 1 章 绪论	1
1.1 细胞操纵的研究意义	1
1.2 细胞操纵方法	1
1.2.1 微磁力操纵.....	2
1.2.2 光操纵.....	4
1.2.3 机械操纵.....	7
1.2.4 电泳操纵.....	8
1.2.5 细胞操纵研究的发展方向.....	10
1.3 选题依据与论文内容	11
第 2 章 导线阵列设计与理论计算	12
2.1 引言	12
2.2 磁粒子	12
2.2.1 磁粒子的特性.....	12
2.2.2 磁粒子的表面修饰.....	13
2.3 导线阵列设计	14
2.4 电磁场仿真	15
2.4.1 电磁场理论计算.....	15
2.4.2 电磁操纵力理论计算.....	16
2.5 温度场分析理论	18
2.6 小结	20
第 3 章 导线阵列模拟分析	21
3.1 引言	21
3.2 分析基本假设	21
3.3 ANSYS 的电磁场分析流程	21
3.4 电磁场分析	22
3.4.1 前处理.....	22
3.4.2 求解.....	27

3.4.3 后处理.....	27
3.5 Matlab 电磁力模拟	27
3.6 温度场分析	31
3.6.1 前处理.....	31
3.6.2 求解.....	33
3.6.3 后处理.....	33
3.7 小结	34
第 4 章 双层微导线阵列的制作工艺.....	35
4.1 引言	35
4.2 制作工艺流程	35
4.3 详细工艺步骤	36
4.3.1 清洗.....	36
4.3.1.1 硅片的清洗.....	36
4.3.1.2 掩膜版的清洗.....	37
4.3.1.3 其它实验器件的清洗.....	37
4.3.2 PECVD.....	38
4.3.3 光刻.....	40
4.3.4 磁控溅射.....	42
4.3.5 剥离.....	44
4.4 工艺中的问题及解决方法	46
4.5 制作完成的导线阵列	47
4.6 小结	48
第 5 章 微导线阵列外围电路设计	48
5.1 引言	48
5.2 参数测量	48
5.2.1 膜厚测量.....	48
5.2.2 导线通断.....	49
5.3 导线阵列电阻	50
5.4 超声焊	51

5.5. 微导线阵列模型	52
5.6 PCI1204	52
5.6.1 开关量部分	53
5.6.2 工作原理	53
5.6.3 开关量输入输出使用与操作	53
5.6.4 函数调用说明	55
5.6.5 电流流向推理图表	55
5.6.6 PCI1024 开关量输出操作界面	60
5.6.7 微电磁力操纵磁粒子实验系统	61
5.7 电路原理图	63
5.8 单片机实验平台	64
5.8.1 单片机实验电路仿真	64
5.8.2 实验操作平台	65
5.9 实验结果及分析	65
第6章 总结与展望	70
参考文献	71
致谢	74

厦门大学博硕士学位论文摘要库

CONTENTS

Chapter 1 Instruction	1
1.1 Significance of cell manipulate research	1
1.2 The methods of manipulating cell	1
1.2.1 Micromagnetic manipulation.....	2
1.2.2 Optical manipulation.....	4
1.2.3 Mechanical manipulation.....	7
1.2.4 Electrophoresis manipulation	8
1.2.5 Direction of cell manipulate research	10
1.3 The select foundation and contents of this paper	11
Chapter 2 Design and relative academic basis of wire array	12
2.1 Instruction	12
2.2 The particles	12
2.2.1 The characteristic of particles.....	12
2.2.2 The surface finish of particles.....	13
2.3 The design and manipulation principle of wire array	14
2.4 Electromagnetic field simulation	15
2.4.1 The theory calculateion of electromagneitc field	15
2.4.2 The theory calculateion of electromagneitc force	16
2.5 The analysis theory of temperature field	18
2.6 Brief summary	20
Chapter 3 The simulation analyse of wire array	21
3.1 Instruction	21
3.2 The basis anlyse suppose	21
3.3 The electromagnetic field analyse process using the ANSYS soft	21
3.4 Electromagnetic field analyse	22
3.4.1 The previous process.....	22

3.4.2 Solution	27
3.4.3 The last process	27
3.5 The calculation of electromagnetic force using the MATLAB soft	27
3.6 The temperature field analyse	31
3.6.1 The previous process	31
3.6.2 Solution	33
3.6.3 The last process	33
3.7 Brief summary	34
Chapter 4 The process of double deck wire array	35
4.1 Instruction	35
4.2 The processes of wire array	35
4.3 The detailed steps	36
4.3.1 Clean	36
4.3.1.1 Silicon clean	36
4.3.1.2 Masks clean	37
4.3.1.3 Other experient instruments clean	37
4.3.2 PECVD	38
4.3.3 Photolithograph	40
4.3.4 Magnetron sputter	42
4.3.5 Lift off	44
4.4 The questions and solution of technic manipulation	46
4.5 Wire array	47
4.6 Brief summary	48
Chapter 5 The peripheral circuit of wire array chip	48
5.1 Instruction	48
5.2 Parameters	48
5.2.1 The thickness of wires	48
5.2.2 The lead electrified and broken	49

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 for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库