

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: 200429044

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

全光纤磁光开关的关键技术

Key Technologies of All-fiber Magneto-optic Switch

陈智敏

指导教师姓名: 翁梓华 副教授

专业名称: 测试计量技术及仪器

论文提交日期: 2007 年 5 月

论文答辩时间: 2007 年 5 月

学位授予日期:

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2007年 5 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

本论文受到福建省重大专项前期研究项目（2005HZ1020）和厦门市科技计划项目（3502Z20055011）的资助。

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使用本规定。

本学位论文属于

保密（ ），在 年解密后使用本授权书。

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

近年来,社会信息的爆炸性增长促使了通信网络向更高速、更大容量方向发展。全光网络(AON)可以经济有效地增加光纤通信系统容量,已成为各国专家研究热点。它的核心技术主要包括光分插复用技术(OADM)、光交叉连接技术(OXC)和密集波分复用技术(DWDM)等。光开关则是构成OADM和OXC的核心器件,它是全光网络的关键器件。

本文根据磁光材料的法拉第磁光效应设计全光纤磁光开关。该磁光开关主要由钇铁石榴石(YIG)磁光晶纤、光纤型偏振分/合束器、高速磁场和纳秒脉冲发生电路组成。本文的主要研究内容如下:

1. 磁光开关光路。该部分内容介绍了法拉第磁光效应理论和光纤准直器的原理,列举出几种不同的磁光开关光路,并对本文设计的全光纤磁光开关光路进行分析和证明其可行性。

2. 磁光晶纤的后期处理。该部分首先介绍了磁光材料的发展历史和YIG磁光晶纤的控制方法——激光加热基座法,并根据实验室所拥有的YIG磁光晶纤的性能进行磁光晶纤后期处理的方案设计,它包括YIG磁光晶纤的长度选取、晶纤的热处理、晶纤的切割工艺和晶纤端面的研磨等。

3. 磁光开关高速磁场。该部分首先介绍了磁性材料的磁化过程理论,列举出磁光调制器高速磁场的设计方案并结合磁光开关的要求设计出满足全光纤磁光开关的高速磁场。本文利用有限元分析软件ANSYS对全光纤磁光开关的高速磁场设计方案进行分析,得出电流强度和磁场强度的关系曲线并证明高速磁场设计方案的可行性。

4. 磁光开关纳秒脉冲发生电路。纳秒脉冲发生电路的原理主要是基于雪崩晶体管的雪崩效应。该部分首先介绍了雪崩晶体管的雪崩效应理论,并根据该理论设计出符合磁光开关高速磁场的纳秒脉冲发生电路。实验得出该电路可以产生脉冲幅值为5V~50V、脉冲宽度为15ns~100ns的脉冲电流。其性能参数能满足磁光开关高速磁场的需求。

本文主要特色:

1. 本论文提出全光纤磁光开关光路设计方案。该光路方案由光纤型偏振分/合束器和 YIG 磁光晶纤组成。这种新型的光路方案为磁光开关的发展及其相关的研究引进了一种新的研究思路。全光纤光路方案推广了 YIG 磁光晶纤的应用范围,对 YIG 磁光晶纤的研究起到积极的推动作用。全光纤光路方案的提出不仅具有理论上的学术价值,同时还具有在全光网络中的实际应用价值。

2. 本文借鉴并综合了磁光调制器高速磁场的设计方案,提出了改进的全光纤磁光开关高速磁场的设计方案。该方案独特的双磁场和“U”型电极设计有利于提高磁光开关的开关速度。

关键词: 磁光开关; 法拉第效应; YIG 晶纤

Abstract

In recent year, with the explosive increasement of information in modern society, the communication systems are required to have the properties of higher speed and higher capability. All Optical Network (AON) which attracts the attention of the experts all over the world can augment the capacity of optical fiber communication economically and effectively. The core technologies of AON are Optical Add/drop Multiplexer (OADM), Optical Cross Connect (OXC) and Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) etc. Optical Switch, the core element of OADM and OXC, is the key element of AON.

The all-fiber magneto-optic switch researched in the Thesis is based on Faraday Effect of magneto-optical material. It is composed of yttrium iron garnet (YIG) single crystal fiber, fiber polarization beam splitter/combiner, high-speed magnetic field and nanosecond impulser etc. The research on key technologies of all-fiber magneto-optic switch mainly includes as follows:

1. Beam path of all-fiber magneto-optic switch. The theory of Faraday Effect and principle of fiber collimator will be introduced in the part. Three kinds of beam path of magneto-optic switch will be listed. Finally the beam path of all-fiber magneto-optic switch and its feasibility will be analyzed.

2. Post-processing of magneto-optical single crystal fiber. It is composed of the development history of magneto-optical material, the introduction of laser heated pedestal growth (LHPG) which is used to grow YIG single crystal fiber and the scheme of post-processing of YIG single crystal fiber we have. The scheme of post-processing includes the length selection, heat processing, cutting craft and end-face lapping of YIG single crystal fiber.

3. High-speed magnetic field of all-fiber magneto-optic switch. It includes the introduction of magnetization theory of magnetic material, the presentation of some schemes of high-speed magnetic field of magneto-optic modulator. And finally the

high-speed magnetic field which is designed for the all-fiber magneto-optic switch will be analyzed in the part. The finite element analysis software ANSYS is used to analyse the scheme of high-speed magnetic field. The curve of I and B, the feasibility of the scheme will be achieved in this chapter.

4. Nanosecond impulser of all-fiber magneto-optic switch. The nanosecond is based on the avalanche effect of avalanche triode. The theory of avalanche effect of avalanche triode will be first discussed in the part. And the circuit of nanosecond impulser for all-fiber magneto-optic switch will be designed and analyzed in the end of the part. Shown by the experiment data, the amplitude of the impulse about 5~50V, the rising time of the impulse about 15~100ns, are available on the output end from the nanosecond impulser, which can be used as driving current pulse of Faraday rotator.

The main features of the thesis are as follow:

1. The all-fiber beam path of all-fiber magneto-optic switch which is composed of YIG single crystal fiber and fiber polarization beam splitter/combiner is first presented in the thesis. The scheme introduces a new idea for magneto-optic switch and its related research. It also extends the applied range of YIG single crystal fiber and promotes its research motivation. The scheme of all-fiber beam path is valueable not only for theoretical research but also for the application in all optical network.

2. The design of high-speed magnetic field refers to the idea of magneto-optic modularor. Its unique dual magnetic field and “U” shape electrode is propitious to increase the response time.

Key Words: Magneto-optic Switch; Faraday Effect; YIG Single Crystal Fiber.

目 录

摘 要.....	i
目 录.....	v
第一章 绪论	1
1.1 全光网络及其关键技术	1
1.1.1 全光网络.....	1
1.1.2 全光网络关键技术.....	2
1.2 光开关	7
1.2.1 光开关在全光网络中的应用.....	7
1.2.2 光开关的种类和发展现状.....	7
1.3 磁光开关	13
1.3.1 磁光开关理论依据.....	13
1.3.2 磁光开关的研究进展.....	14
1.4 本文的主要研究内容	15
1.4.1 磁光开关的总体设计.....	15
1.4.2 主要研究内容.....	16
1.5 本章小结	18
第二章 法拉第磁光效应与磁光开关光路设计	19
2.1 法拉第磁光效应	19
2.1.1 法拉第效应和磁圆振二向色性.....	19
2.2 光纤准直器	28
2.3 已有光路分析	32
2.3.1 方案一.....	33
2.3.2 方案二.....	34
2.3.3 方案三.....	35
2.4 本论文选用的光路	36
2.5 本章小结	38

第三章 磁光晶纤设计	39
3.1 晶纤介绍	39
3.1.1 磁光材料.....	39
3.1.2 磁光晶纤的拉制.....	40
3.2 磁光晶纤尺寸设计	43
3.3 晶纤后期处理	44
3.4 本章小结	45
第四章 高速磁场设计	47
4.1 磁滞理论	47
4.1.1 磁畴和磁化.....	47
4.1.2 磁光材料的磁化过程.....	50
4.2 高速磁场设计参考方案	51
4.2.1 方案一.....	51
4.2.2 方案二.....	54
4.3 高速磁场设计方案	56
4.4 设计方案的有限元分析	57
4.4.1 电流强度对磁场强度的影响.....	59
4.4.2 晶纤半径对磁场强度的影响.....	62
4.4.3 双电极方案分析.....	65
4.5 本章小结	65
第五章 纳秒脉冲电路设计	67
5.1 晶体管雪崩效应理论	67
5.1.1 雪崩管的一般特性.....	67
5.1.2 雪崩管的二次击穿.....	68
5.1.3 雪崩管的动态过程.....	69
5.2 纳秒脉冲电路设计	72
5.3 实验结果分析	73
5.4 本章小结	76

第六章 结论与展望	77
6.1 论文研究工作总结	77
6.2 今后工作展望	78
参考文献	81
攻读硕士学位期间发表的论文、申请的专利和参与的项目	85
发表的论文	85
申请的专利	86
参与的项目	86
致 谢.....	87
附录 I 高速磁场 ANSYS 分析代码	89
附录 II 实验设备	93

厦门大学博硕士学位论文摘要库

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