公司代码:688143　　公司简称:长盈通

武汉长盈通光电技术股份有限公司

2024 年度报告摘要

第一节 重要提示

1、本年度报告摘要来自年度报告全文,为全面了解本公司的经营成果、财务状况及未来发展规划,投资者应当到www.sse.com.cn网站仔细阅读年度报告全文。

2、重大风险提示

报告期内,公司不存在对生产经营构成实质性影响的重大风险,公司已于本报告中详述公司在经营过程中可能面临的相关风险,详见本报告第三节“管理层讨论与分析”中“四、风险因素”的相关内容。

3、本公司董事会、监事会及董事、监事、高级管理人员保证年度报告内容的真实性、准确性、完整性,不存在虚假记载、误导性陈述或重大遗漏,并承担个别和连带的法律责任。

4、公司全体董事出席董事会会议。

5、中审众环会计师事务所(特殊普通合伙)为本公司出具了标准无保留意见的审计报告。

6、公司上市时未盈利且尚未实现盈利

□是 √否

7、董事会决议通过的本报告期利润分配预案或公积金转增股本预案

经中审众环会计师事务所(特殊普通合伙)审计,公司2024年度合并报表实现归属于上市公司股东的净利润为17,941,394.15元,母公司净利润为12,673,658.22元。截至2024年12月31日,合并报表累计未分配利润为172,895,226.03元,母公司累计未分配利润为152,701,115.23元。本次利润分配方案如下:

公司拟向全体股东每10股派发现金红利人民币0.5元(含税),不送红股,不以资本公积金转增股本。公司2024年度拟以实施权益分派股权登记日登记的总股本扣除公司回购专用证券账户中的回购股份为基数分配利润。截至2025年3月31日,公司总股本122,374,426股扣减公司股份回购专用证券账户持有公司股份3,034,327股,实际可参与利润分配的股数为119,340,099股,以此计算合计派发现金红利总额5,967,004.95元(含税),占2024年度归属于上市公司股东净利润的比例为33.26%。在实施权益分派股权登记日前公司总股本扣除公司回购专用证券账户中的回购股份发生变动的,公司拟维持每股分配金额不变的原则,相应调整分红总额,具体金额以实际派发情况为准。

上述利润分配方案已经公司第二届董事会第十六次会议审议通过,尚需提交股东大会审议通过后方可实施。

8、是否存在公司治理特殊安排等重要事项

□适用 √不适用

第二节 公司基本情况

1、公司简介

1.1公司股票简况

√适用 □不适用

公司股票简况				
股票种类	股票上市交易所及板块	股票简称	股票代码	变更前股票简称
A股	上海证券交易所科创板	长盈通	688143	不适用

1.2公司存托凭证简况

□适用 √不适用

1.3联系人和联系方式

	董事会秘书	证券事务代表
姓名	曹文明	
联系地址	武汉市东湖开发区高新五路80号	
电话	027-87981113	
传真	027-87608187	
电子信箱	caowenming@yoec.com.cn	

2、报告期公司主要业务简介

2.1主要业务、主要产品或服务情况

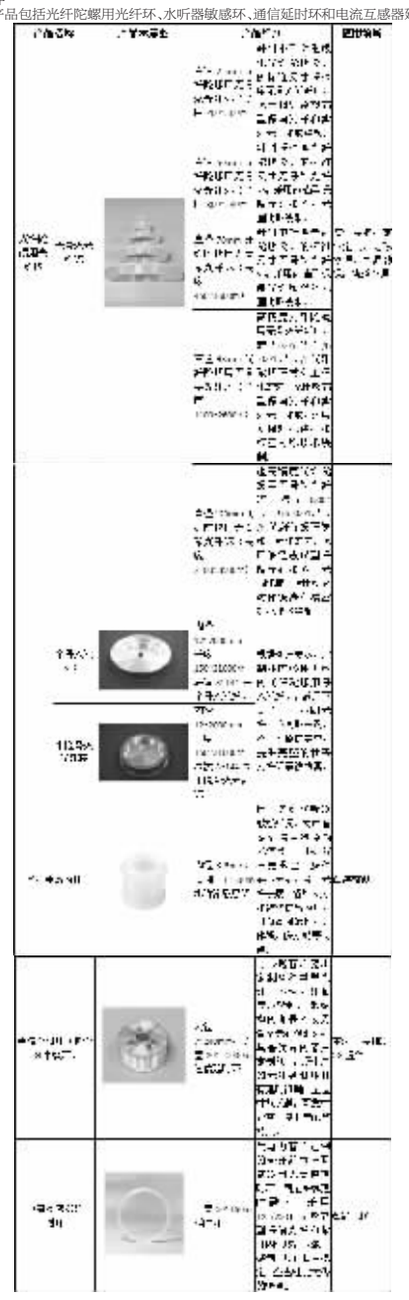
公司是专业从事光纤陀螺核心器件光纤环及其综合解决方案研发、生产、销售和服务的国家级专精特新“小巨人”企业,致力于开拓以军用惯性导航领域为主的光纤环及其主要材料特种光纤的高新技术产业化应用。

光纤环采用的特种光纤、光纤环圈绕制工艺、绕环胶以及相关设备技术水平决定了光纤环的性能,进而对光纤陀螺的精度、稳定性以至光纤惯性导航系统的功能及性能有重要影响。光纤陀螺是军用光纤惯性导航系统的核心部件,广泛应用于战术武器、军机、舰艇、装甲车、载具平台、航天器、火箭等装备的定位定向系统、姿态控制系统、导航定位系统等。特种光纤是较多应用领域的关键原材料,保偏光纤是特种光纤的一个重要子类,由保偏光纤绕制而成的光纤环是光纤陀螺的核心部件。公司成立以来,经过多年深耕专业领域和持续技术积累,形成了相关产品的自主量产能力和迭代升级能力,具备关键生产设备的制造能力和主要原材料的制备能力,并以光纤环为核心,打通光纤环上下游产业链,建立了涵盖特种光器件、特种光纤、新型材料、高端装备和光电子计量服务在内的完整业务布局。

公司主要产品为光纤环器件、特种光纤、新型材料、高端装备、特种线缆及其他。

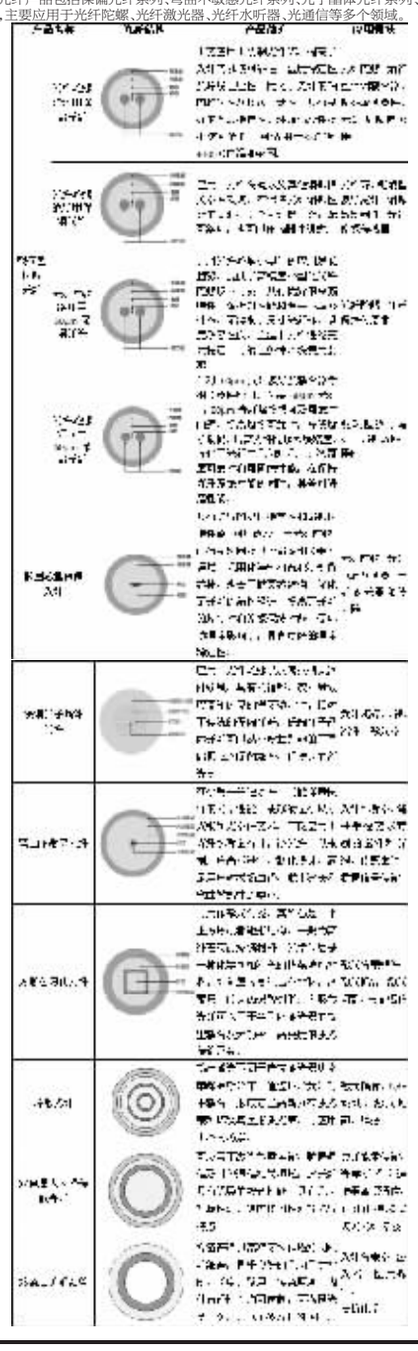
1、光纤环器件

公司光纤环产品包括光纤陀螺用光纤环、水听器敏感环、通信延时环和电流互感器延时环。



2、特种光纤

公司的特种光纤产品包括保偏光纤系列、弯曲不敏感光纤系列、光子晶体光纤系列、传能光纤系列及多种定制光纤等,主要应用于光纤陀螺、光纤激光器、光纤水听器、光通信等多个领域。



3、新型材料

公司的新型材料主要包括高分子材料与相变材料。

(1)高分子材料

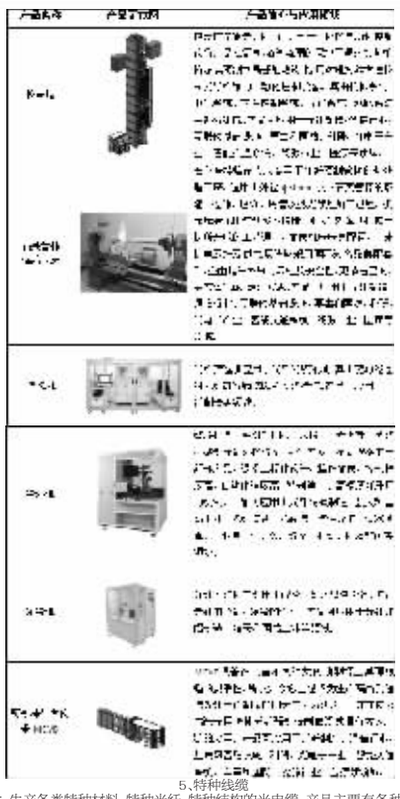
公司高分子材料包括特种光纤涂料、光纤陀螺用胶粘剂、涂覆材料、其他光纤器件用胶粘剂等,为实现高性能特种光纤和光纤环产品生产提供了坚实的基础。公司具备自主研制与批量生产能力,拥有专业的预聚物合成技术、丰富的配方调配技术、全面的性能测试平台,可以为特种光纤、通信用单多模光纤、光器件、光系统提供配套材料和定制化的服务。

(2)相变材料

公司相变材料包括有机相变材料、无机相变材料、相变散热器、储热储冷热管理系统以及民用日用品等,同时具备热控系统仿真设计能力,能够针对复杂工况下的热控要求进行模拟仿真,并且设计加工高功率轻质紧凑热管理系统。公司聚焦小体积化高集成度、高功率化各类发热器件的热控技术领域的前沿要求,提供散热、隔热等热管理系统整体解决方案。

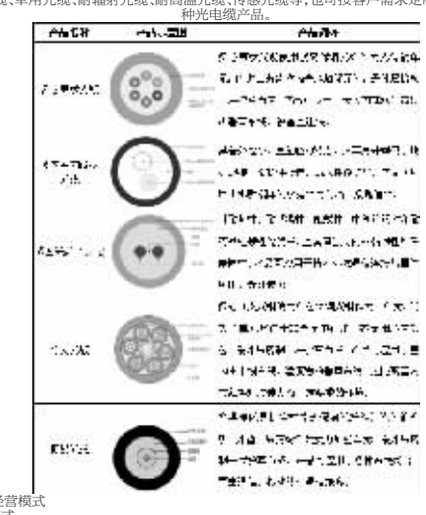
4、高端装备

公司的高端装备主要包括光纤环及特种光纤生产制造设备、环圈绕制定制设备及非标定制设备等。



5、特种线缆

公司主要研发、生产各类特种材料、特种光纤、特种结构的光电缆,产品主要有各种室内外光缆、电力电缆、铁路光缆、军用光缆、耐辐射光缆、耐高温光缆、传感光缆等,也可按客户需求定制开发各类型号特种光电缆产品。



2.2主要经营模式

1、销售模式

公司主营业务以销售光纤环和保偏光纤为主。公司的订单主要来自惯性导航行业的军工科研院所,客户向公司发出订单并签订销售合同。基于安全性、可靠性、保障性的要求及保密考虑,军工资质是公司客户选择军品供应商的重要考虑因素之一。本行业内的产品通常由企业研发、设计、生产并通过客户验证后保障生产供应。公司的光纤环及保偏光纤已进入军工定型产品的供应体系。以某采用光纤惯性导航技术的装备产品为整机,公司作为三级配套商或三级配套商的供应商向客户销售光纤环或保偏光纤,客户(二级/三级配套商)利用光纤环生产光纤陀螺,或者利用保偏光纤绕制光纤环后生产光纤陀螺,进而销售给一级配套商应用到惯性导航系统中,再把惯性导航系统销售给总体单位,总体单位将其安装到军用装备整机产品中,最终销售给军方。上市后,公司同步拓展民用市场,以客户需求为导向,快速响应客户需求,积极拓展更广泛的应用场景,以助力公司实现业务的多元化发展。

2、采购模式

公司依据GJB 9001C—2017相关要求制定《与供方有关过程控制程序》《供应商管理程序》,建立完善采购管理体系,定期更新维护《合格供方名录》,每年对供应商进行量化考核,并与关键材料和服务供应商建立了良好的合作关系,实现与供应商的合作共赢。采购部门负责执行管理采购流程,需求部门、财务部门、法务部门共同参与审核监督,采购活动有序进行。对于月度采购需求和未纳入月度采购计划的临时采购需求,公司采用“采购需求申请→采购需求审批→甄选供应商→签订采购合同→验收入库”的采购流程。在根据供应商的供货品质、交货方式、价格、付款方式、服务品质等方面确定供应商并签订采购合同后,采购人员根据采购合同中约定的相关条款执行后续采购操作。对于核心原材料的采购,公司通常与两家以上供应商进行业务合作。对于品类固定、需求量大、采购频次较多的采购需求,公司选定供应商签署采购框架协议。对于需要由国外进口的原材料,公司已经与国内具备研发能力的供应商建立了良好的合作关系,共同研制开发其替代品,以保障物料供应的安全性。

3、生产模式

公司采取订单式生产模式、备货式生产模式相结合的方式组织生产活动。依据GJB 9001C—2017及武器装备研发生产相关要求,公司以保障及时交付和质量控制为目标,制定并严格执行《生产和服务提供控制程序》《产品和服务放行控制程序》和《产品试制和试验过程控制程序》等各类程序文件,有序开展各类生产活动。

对于技术要求具有个性化特点、标准化程度较低的产品,如光纤环、定制化的特种光纤等产品,公司采用订单式生产方式。对于该类定制化程度较高的产品,公司按照技术评审、首件验证、客户评价、工艺定型、计划排产、批量生产、测试交付的程序进行。

对于技术参数相对固定、客户需求量较大、标准化程度较高的产品,如已进入军工定型产品的供应体系的保偏光纤,公司采用备货式生产方式。为及时满足客户需求,提高客户订单交付效率,公司基于客户、市场调研信息和在手订单情况,综合现有产能、库存及产品结构等因素对整体需求进行预估,按周编制审核生产计划并实施,并根据动态更新情况及时进行调整。

4、研发模式

公司秉持“创新驱动发展,技术引领未来”的核心理念,构建了以自主研发为主导、市场需求为导向、产学研深度融合的研发体系。这一体系不仅确保了公司在光纤传感、激光应用、智能制造等核心技术领域的持续突破,还促进了科技成果的高效转化与产业化应用。

公司研发模式紧密围绕行业发展趋势与客户需求,通过前瞻性的技术布局与灵活的市场响应机制,确保研发项目既具有领域前瞻性,又具备广阔的市场前景。研发项目涵盖基础技术与储备技术研发、技术工程化应用、下游产品配套及工艺优化等多个维度,形成了从理论创新到产品实现的完整研发链条。

为保持科研敏锐度和市场竞争力,公司积极参与并承担了多项国家、省、市级的重大科研项目,同时紧跟行业前沿科技动态,与华中科技大学、南开大学、武汉理工大学、北京交通大学、中国地质大学(武汉)、南方科技大学等国内优秀高校建立了深度合作关系,通过共建研发实验室、研究生联合培养实践基地等方式,共同推进高端技术人才培养与前沿技术探索。此外,公司还积极参与行业组织举办的各类展会、研讨会及标准制定工作,不断拓宽国际视野,提升品牌影响力。

在研发项目管理上,公司实行科学严谨的流程控制,由研发中心统一规划并发布研发项目指南,指导项目立项与推进。项目经理作为项目实施的直接责任人,负责协调跨部门资源,确保项目按时按质完成。同时,公司依托与各高校的产学研合作基础,积极牵引并推进外部合作科研项目,形成内外联动、优势互补的创新格局。

公司的研发模式是一个集自主创新、市场需求导向、产学研深度融合于一体的综合性体系。它不仅为公司持续输出高质量的技术成果与产品奠定了坚实基础,也为公司在激烈的市场竞争中保持领先地位提供了强大动力。

5、影响经营模式的关键因素、变化情况及未来变化趋势

公司目前销售模式、采购模式、生产模式与研发模式系根据公司的实际经营情况、行业发展情况以及下游客户需求而确定,符合行业特性。公司的经营模式在长期业务发展中不断探索与完善,符合自身及行业发展。影响公司经营模式的关键因素包括公司发展战略、公司市场竞争策略、行业供求状况、行业技术发展水平、客户需求等。在目前影响经营模式选择的因素在报告期内未发生重大变化,目前也不存在导致未来可预见的重大变化的因素,公司经营模式预计不会发生重大变化。同时,公司将持续关注和研究行业发展动态,对现有经营模式进行持续优化完善。

2.3所处行业情况

(1). 行业的发展阶段、基本特点、主要技术门槛

公司主要从事光纤陀螺核心器件光纤环及特种光纤相关产品的研发、生产和销售。根据中国上市公司协会发布的《中国上市公司协会上市公司行业统计分类指引》(2023),公司所处行业属于制造业门类下的“C39 计算机、通信和其他电子设备制造业”。根据《国民经济行业分类》(GB/T 4754—2017),公司所属行业为制造业门类下的“C39 计算机、通信和其他电子设备制造业”,具体细分行业为“C397 电子器件制造”中类下的“C3976 光电子制造”及“3983 敏感元件及传感器制造”小类。

公司主要产品包括特种光纤(保偏光纤、激光光纤、微结构光纤等)、光纤环、光模块、新型材料等。基于战略发展的考虑,报告期内公司积极拓展布局,依托原有产业基础和微产业链优势,向光纤环下游及其他技术领域拓展,形成可持续发展格局。

1)特种光纤行业情况

光纤是可以实现光波导功能的纤维,一个简单的纤芯和包层结构,实现了光信息传输。光纤作为一种基础原材料有很多优势,小、轻、价格低、化学成分稳定、抗电磁干扰、可编织等,可在很多特殊环境下使用。特种光纤属于光纤的一类,可以具体细分成特殊结构、特殊涂层和特殊材料的光纤。

特种光纤是惯性导航领域的核心部件光纤陀螺核心光学器件光纤环的关键原材料,直接影响载体精度;特种光纤是光纤激光器中的关键原材料,同时也是激光传输最便捷的传输介质;特种光纤也可应用于光纤通信器件如光放大器、波长变换等光纤器件的制作;特种光纤还用于医疗光纤器件如内窥镜等,还有一些传感光纤器件可用于航空航天、石油化工等领域,如压力、温度等的传感探测器及光纤陀螺、水听器等。

特种光纤产业的上游包括了光纤预制棒制备所需材管、套管、涂料,以及惰性气体(如:氮气、氩气)、二氧化碳、光敏胶、光纤封装胶、固定胶、热固性硅树脂液体、紫外光固化丙烯酸酯液体、聚氨基甲酸乙酯等。特种光纤产业中游为特种光纤的制造,其生产之后,部分产品会直接销售至航空、航海、电力、制造等下游行业;另一方面,部分特种光纤厂商也会通过与光纤传感等器件和软件系统集成,向解决方案商迈进,以解决方案的形式销售至下游行业。特种光纤下游应用环境主要包括通信领域、军工领域、电力领域、医疗领域、能源和轨道交通应用领域等。

我国研发特种光纤的时间较晚,虽然目前在少数领域已经接近国际先进水平,但整体距离全球先进水平还有一定差距。特种光纤属于“卡脖子”类关键技术。特种光纤技术发展方向符合国家重点解决“卡脖子”关键技术领域的战略方针,对突破国外专利壁垒和技术封锁,助力国产替代具有重要意义。

目前全球特种光纤市场主要生产商有Corning(康宁)、Fujikura(藤仓)、Furukawa(古河)、LEONI等企业,排名前四的企业占全球市场超过30%的份额。北美和欧洲是主要市场,占全球约55%的市场份额。目前,以中国为代表的东亚是区域经济增速较快的地区。另外,从应用市场而言,航空航天、风能、燃料电池和其他新的工业应用都将为特种光纤提供更多的市场。中国、印度在内的新兴经济体还将迎来特种光纤市场的快速发展。

2)光纤环行业情况

光纤环(Fiber Optic Coil)是将特种光纤材料按照相关的体积要求、光学要求、振动要求,采用专用光纤环绕制设备(绕环机),通过特殊的绕法、固化工艺和胶粘剂将光纤缠绕成环状结构的一种光学器件。光纤环中的光纤长度从几十米到几十公里,环圈内径从几毫米到几千毫米不等。绝大部分光纤环为圆形结构,存在少量的椭圆等异形结构。

光纤环被广泛应用于航天航空制导、海洋监测、智能电网、5G通信、石油钻探、地震监测、轨道交通等国防军工及民用领域,是诸多重要的光纤传感应用系统中的光学敏感核心器件和重要延时器件。

光纤环技术是光纤陀螺的核心技术,工艺较为复杂,技术要求高。光纤陀螺中的光纤环是光纤陀螺的角速度敏感元件,其绕制水平的优劣直接影响光纤陀螺的最终精度。目前光纤领域为惯导系统应用的主流技术方案,光纤陀螺也成为各种高技术武器装备制导和姿态控制的主要惯性部件。光纤环的制备从光纤的检验、配胶、绕环到测试包装入库共需要经过十几道工序,步骤复杂且工艺精度要求较高。

3)特种光纤的激光领域应用情况

早期的激光器主要集中在固体激光器、染料激光器和半导体激光器领域,随着光纤制造的工艺提升,以及光纤极大的散热比表面,使得光纤激光器的功率逐渐提高。各种有源及无源特种光纤在激光方向的应用,极大拓宽了光纤激光器的种类,如基于光子晶体光纤的高功率光纤激光器、窄线宽可调谐的光纤激光器、多波长光纤激光器、基于非线性效应的光纤激光器、超短脉冲的光纤激光器以及超连续谱的光纤激光器等。这些特种光纤激光器各自具有独特的应用领域,如相干光通信系统和密集波分复用系统、波分复用、光纤传感、光谱分析、医学、遥感、雷达、精密光谱学、高速光通信、光谱测量、医学扫描、激光雷达以及军事、工业和科研等领域。

从行业情况来看,特种光纤市场正在迅速打开,其技术要求高、工艺难度大,与终端用户需求结合紧密。尽管西方企业投入重金研制并实行技术封锁,但特种光纤在光通信、医疗器械、轨道交通、电力、能源、石油化工、航空航天、军工等领域的广泛应用,使得其市场规模不断扩大。在我国,受新基建战略推动以及5G、云计算、物联网、人工智能技术、高端激光制造技术的快速发展,特种光纤市场保持了强劲的增长势头。

4)热控技术行业发展及应用情况

武器相变无源热控行业目前正处于成熟与高速发展的交汇点,凭借高效散热和定制化需求的显著特点,在武器装备领域得到了广泛应用。然而,随着武器装备性能要求的提升和作战环境的复杂化,行业正面临更高的技术挑战。为了应对这些挑战,突破方向主要聚焦于高性能材料的研制、新型散热器结构的设计与加工方法,以及数字化技术的应用。企业和科研机构致力于开发具有更高性能的相变材料,优化散热器的设计与加工,同时引入数字化技术提升研发效率。通过这些创新突破,武器相变无源热控行业将能够满足日益增长的市场需求,为武器装备的性能提升和作战效能发挥重要作用。

电池热失控防护行业的发展与电池技术的进步紧密相连,随着锂离子电池在多个领域的广泛应用,其安全性问题日益受到关注,推动了该行业的快速发展。目前行业正处于持续优化与创新阶段,传统的气凝胶隔热材料在抑制热失控扩散方面存在局限性,无法完全满足市场需求。针对这一瓶颈,公司着力研发大容量化学储热材料,有效突破传统隔热材料的限制,为电池热失控防护提供更为可靠和高效的创新解决方案。

相变材料的发展和应用近年来在建筑、包装、纺织和电子等领域展现了巨大的潜力。在纺织领域,相变材料被广泛应用于智能调温纺织品的开发,能够根据环境温度的变化吸收或释放热量,从而有效调节体温,提升穿着舒适性;在制冷器件领域,基于相变技术的降温机和降温脐圈等产品也因其高效的温度调节功能而受到消费者的青睐。但相变材料在推广应用过程中面临制造成本较高、消费者对相变材料及其应用的认知度较低等问题。针对这些问题,公司通过技术创新和规模化生产降低材料成本开发出更经济的替代材料,同时加强品牌建设与市场推广以提升品牌及产品认知度。

(2). 公司所处的行业地位分析及其变化情况

1)挖掘原有产业潜力,持续夯实行业地位

公司始终专注于光纤环及特种光纤综合解决方案的研发、生产、销售和服务,以光纤环等特种光器件为核心和起点,积极进行上下游拓展,建立了涵盖光纤环器件(含光模块)、特种光纤(含特种光缆)、胶粘剂和涂覆材料、光器件设备及其他附件备件产品和服务在内的完整业务布局,形成了公司的核心竞争力。

围绕上述业务布局,公司历时十余年持续打造和完善针对相关产品工艺流程研制和应用的十大技术平台,包括:“全工艺”的特种光纤制棒中心、“全配套”的玻璃加工处理技术中心、“全系列”的光纤拉丝技术中心、“全方位”的光纤测试技术中心、“全匹配”的高分子材料技术平台、“全功能”的光机电设备技术平台、“全环境”的可靠性测试平台、“全场景”特缆开发技术平台、“全集成”的模块封装平台、“全尺度”的激光微纳加工平台。通过开发、建设和利用上述技术平台,公司不仅从多方面进行系统性设计以提高产品技术指标,实现了公司产品设计和应用的快速响应,还提升了生产整体良率。目前国内光器件行业整体呈现分散竞争的态势,由于行业涉及应用领域多,技术门槛较高且专业性强,大多数厂商业务集中于各环节其中之一,且成规模、具有自主创新能力的厂商并不多见。公司在相关领域深耕多年,已成为相关军工配套体系的重要供应商,打通了“环—纤—胶—模块—设备”一体化微型产业链,各领域同步发展,在日趋激烈的市场竞争中占据优势地位。

公司的光纤环及保偏光纤产品作为配套部件在多种定型型号的武器装备中列装,在海陆空天等场景中得到了广泛应用。公司与航天科工集团、航天科技集团、兵器工业集团、航空工业集团、中电科集团和中船集团等军工集团下属惯性导航科研生产单位建立了长期、良好的业务合作关系,主要客户为光纤陀螺行业技术实力领先的知名企事业单位。

基于现有“环—纤—胶—模块—设备”一体化微型产业链的技术优势,公司业务向惯性传感全产业链下游延伸,构建了完整的光模块产品线,解决了系统级客户光路装配过程中的技术瓶颈和生产痛点。公司按照军工的质量体系进行严格的过程控制和质量管理,将进一步夯实在惯性传感领域的行业地位。

2)着眼科技产业前沿技术,积极构建发展第二、第三曲线

在当前的科技产业生态中,公司一直致力于战略升级,积极寻找发展第二曲线,不断推陈出新。随着技术的不断发展和市场的不断拓展,公司凭借其深厚的研发实力和技术积累,在一些前沿技术领域中展现出强大的创新力和竞争力。

公司不断丰富和完善特种光纤产品类型,特别是在大芯径、高功率激光光纤方面的开发,为激光、工业内窥镜、新能源存储和医疗等多个行业提供了高质量的解决方案。这一战略举措不仅拓宽了公司的产品线,实现了特种光纤产品领域的多元化,还进一步巩固了公司在光纤技术领域的重要地位。

面对6G通信、人工智能和AI大算力领域的快速发展,公司加大了在这些领域的研发力度,致力于打破国外技术垄断。通过研发低损耗、低色散、大带宽的微结构光纤及其应用技术,公司为光电行业新质生产力的构建提供了坚实的上游材料端基础,展现了其在前沿技术领域的强大竞争力和创新能力。

面向产业数字化和智能化发展趋势,公司布局开展智能制造设备研发,开发出全新一代自动化绕环技术平台,实现光纤环绕制过程全自动化、质量检测智能化,促使公司的光纤环技术全面升级,突破了光纤环行业发展瓶颈,使公司在同行竞争中保证绝对优势,为公司实现产业智能化奠定坚实的基础。

公司研制的空芯反谐振光纤不仅在通信领域有着显著优势,在超快激光传输方向也是目前的优选。超快激光指的是单脉冲时间在皮秒、飞秒和阿秒量级的极高峰值功率的脉冲激光。目前超快激光已开始应用于脆性材料的冷加工,但是其输出是基于空间光路,与连续光纤激光器相比,极大限制了可加工范围。超快激光脉冲因为极高的峰值能量,容易与物质相互作用形成脉宽的非线性展宽,降低超快激光的作用效果,空芯反谐振光纤因为中空的结构,能够极大抑制展宽现象。目前公司所生产空芯反谐振光纤,已经能够实现40W的大功率飞秒激光传输,该实验结果可以拓展超快激光的大幅面工业加工,大功率超快激光的医疗手术等等。

公司在热控系统领域具有深厚的技术积累,尤其在弹载热控系统方面表现卓越,赢得了客户的广泛认可,从而在行业内树立了领先地位。近年来,公司积极扩展业务,不仅扩大了应用单位范围,还成功切入储能热失控防护这一新赛道,紧跟新能源行业的发展趋势。随着新能源市场的蓬勃发展,储能系统的安全需求日益增长,公司凭借在热控领域的专业经验和先进技术,为市场提供了高效、可靠的热失控防护解决方案。公司将不断拓展新的应用领域,在储能热失控防护等新赛道中寻找更多发展机遇。

(3). 报告期内新技术、新产业、新业态、新模式的发展情况和未来发展趋势

1)特种光纤产业发展情况和未来趋势

① 我国特种光纤市场未来还有较大提升潜力

相对于行业领先企业,我国特种光纤产业起步较晚,目前在个别细分领域接近国际先进水平,但整体距离全球先进水平还有一定差距。特种光纤行业的发展,还会影响到下游光纤放大器、激光器、光纤传感器等多个环节,进而影响通信、工业互联网等多个领域的发展。因此,率先实现技术突破的本土特种光纤厂商,能够在我国特种光纤行业获得更多话语权。随着新基建的推进,特种光纤市场的需求将保持快速增长态势。

② 国产特种光纤产品在部分领域已经形成突破

特种光纤技术具有技术要求高、工艺难度大、与终端用户需求结合紧密的特点。由于特种光纤对重点产业的关键性作用,国内特种光纤行业面临外部技术封锁和禁运,这造成了当前几大类国产特种光纤产品的发展水平不够均衡的局面。

比如掺稀土元素类特种光纤,国产光纤仅有掺镱、铒、铥等几种元素的光纤产品,但国外厂商除了上述产品之外,还发布了掺钕、钬等稀土元素,以及两种及以上稀土元素共掺的光纤产品。在国内市场上,EDF(掺铒光纤)的大部分市场份额仍被外国厂商占据,国产中低功率YDF(掺镱光纤)已开始量产,正在高功率产品方面奋起直追。

在光纤陀螺用保偏光纤方面,因国际禁运和国内产品性能提升,市场已被国内厂商占据,通信器件用保偏光纤已实现小部分国产化,但大部分市场由国外厂商占据,波导及耦合光纤目前已能全面实现国产化,且产品技术指标与国际先进水平差距不大。

③ 万物互联时代,光纤传感推动特种光纤市场持续增长

光纤传感已经成为物联网的重要感知技术之一。20世纪70年代,在光纤通信技术的带动下,光纤传感技术有了一定发展,光纤传感技术是一种以光波作为载体、以光纤作为媒介感知并传输外界变化的现代传感技术,与传统的以电信号作为参考量的传感器相比,光纤传感器具备耐腐蚀、耐高温,灵敏度高等优势。光纤传感技术由于具有无可比拟的优势,在现代测量技术中越来越多地受到人们重视,被广泛应用在电力工程、海洋防御、周界安防等领域。

④ 在特种光纤关键工艺和原材料研发取得突破的本土企业,能够获得更多市场话语权

特种光纤生产所需关键生产设备和原材料,比如预制棒制备所需材管、套管、涂料,以及光纤封装胶、固定胶等还有很大部分需要进口。国内企业在突破关键设备和原材料方面,不但需要投入大量的研发力量,还需要绕开国外大企业专利布局。在国内特种光纤强劲市场需求的推动下,本土特种光纤企业如果能够突破国外技术壁垒,就能在特种光纤行业的竞争中脱颖而出。

⑤ 光纤激光器替代加速,打开特种光纤广阔市场空间

激光器一般可按照增益介质、输出功率、工作方式、输出波长、脉冲宽度等来区分。按照增益介质(工作物质)分类,激光器的增益介质包括气体激光器、染料激光器和固体激光器,特定增益介质决定了激光波长、输出功率和应用领域。气体中具有代表性的是二氧化碳气体激光器,固体中具有代表性的包括半导体激光器和YAG激光器等。光纤激光器工作的增益介质为掺稀土元素特种光纤。自从光纤激光器问世后,就成为激光领域最为活跃的研究方向之一。

随着新型泵浦技术的采用和大功率半导体激光器制造技术的进一步发展成熟,光纤激光器得到了飞速发展。与传统的固体激光器相比,光纤激光器具备结构简单、阈值低、散热性能好、转换效率高、光束质量好等优点。

从经济角度上看,相比二氧化碳激光器,光纤激光器转化效率更高,使用成本较低,根据OFweek激光网的测算可得,光纤激光器使用成本为23.4元/小时,二氧化碳激光器的使用成本为39.1元/小时。相比YAG激光器,光纤激光器功率高、效率高且免调节、免维护,或将逐渐替代YAG激光器。光纤激光器渗透率提升空间广阔。光纤激光器应用范围非常广泛,包括激光光纤通讯、激光空间远距通讯、工业造船、汽车制造、激光雕刻、激光打标、激光切割、印刷制辊、金属非金属钻孔/切割/焊接、国防安全、医疗器械设备、大型基础建设,作为其他激光器的泵浦源等。

从我国光纤激光器市场来看,国产光纤激光器逐步实现由依赖进口向自主研发、替代进口到出口的转变。随着国内光纤激光器企业综合实力的增强,国产光纤激光器功率和性能逐步提高,我国光纤激光器的市场需求保持着增长态势,光纤激光器的增益介质为特种光纤,随着光纤激光器的替代加速,将为特种光纤市场增长打开广阔空间。

2)光纤陀螺及光纤环发展情况和未来趋势

① 光纤陀螺系统朝着小型化、高精度、低成本化的方向发展

光纤陀螺和其他类型陀螺相比具有启动时间短、结构简单、重量轻、环境适应能力强、耐真空、抗辐照、无活动部件等诸多优点,近年来发展非常迅速,已成为各种高技术武器装备制导和导航的惯性部件。随着国防工业的快速发展,光纤陀螺系统朝着小型化、高精度、高稳定性的方向发展,光纤陀螺的市场需求量持续提升。视应用场景和性能需求,不同精度的光纤陀螺对应不同的应用范围,涵盖从战略级武器装备到商业级民用产品的各领域:中高精度的光纤陀螺主要应用于航空航天等高端武器装备领域;低成本、低精度光纤陀螺主要应用于石油勘查、工业机器人等精度要求不高的民用领域,可应用领域还包括中高端无人机的飞行控制、高铁振动传感及铁路轨道检测、航空、陆上移动测绘、无人驾驶汽车等。光电集成、专用光纤等先进微电子与光电子技术的发展,加速了光纤陀螺的小型化和低成本化。

② 光纤陀螺核心器件光纤环器件外协趋势明显

随着光纤陀螺行业应用领域不断扩大,光纤陀螺行业呈现快速发展的态势,光纤环作为光纤陀螺的核心器件,国内主要军工集团下属惯性导航科研生产单位的光纤环的产能难以满足市场的需求。出于光纤环器件供应商专业化和产品性价比考虑、双供应商保障、自身产能受限和战略重心后移等因素,下游军工客户倾向于直接采购光纤环等零部件而将自身业务发展重心集中于下游光纤陀螺及惯导系统总装制造和调试等环节,甚至直接外购光模块,导致光模块等第三方专业光纤环器件市场呈扩大趋势。

③ 光纤陀螺核心器件光纤环的发展需要多学科、跨领域融合研发

光纤环是光纤陀螺的传感核心,缠绕质量可直接决定光纤陀螺的精度,光纤环必须跟随光纤陀螺技术不断加快升级更新,以应对不断涌现的光纤陀螺应用新场景和新需求。光纤环的应用范围扩展的背后是研发难度持续提升,而其研发往往需要材料科学、设备制造科学、光电技术、传感技术、自动化技术、计算机技术、关键工艺能力等多学科、跨领域融合。军用领域的高精度、高可靠性、强环境适应性,民用领域的多样化、低成本、小型化,以及共同的集成化发展趋势,都对光纤环提出了更高的要求。从前端的设计研发到后端的场景应用,各个环节间的粘性不断增强是光纤环行业的竞争关键焦点。应用场景的日益拓展和市场竞争的日趋激烈也会带来更多的产品差异化需求,促使光纤环的研发朝着技术指标更贴近特定应用场景、更适应特定环境条件的方向发展,在融合研发的背景下体现更多元化的技术路线。

④ 光纤陀螺核心器件光纤环的进一步推广需推进标准化进程

为了建立强大的国防力量,必须提高航空航天等领域惯性器件的水平。目前光纤陀螺核心器件光纤环在国内仍处于定制模式,不能大规模标准化生产。对于特定领域的应用,建立科学的光纤环标准将有助于提升光纤环生产的质量控制水平与自动化水平,提高光纤环产品的一致性、可靠性、可检测性与可追溯性,有利于降低成本,加速下游光纤陀螺产品升级换代及在更多领域应用的工程化、规模化、产业化发展。

⑤ 光纤环应用领域不断扩大,市场不断增长

光纤环是光纤陀螺的核心传感部件,广泛应用于惯性导航领域。随着我国北斗等一批新的民众应用逐步开放,民用导航、定位等市场需求进一步增加,光纤环作为军工导航的重要基础元器件,军用标准与民用标准将进一步融合,能带来更好的产品性能,应用潜力巨大。

光纤陀螺具有精度高、无运动部件、可靠性高等特点,同时在同精度水平的传感器中价格相对较低,其应用前景十分广阔。目前,在军用领域,由于光纤陀螺性能优势明显,已被广泛应用。在民用领域主要应用为:车辆与飞机控制——车辆的自动导航、定位定向,还可以通过对农用飞机姿态控制进行播种、喷洒农药等替代人工。

光纤陀螺还可用于大地测量、矿物勘采、石油勘察、石油钻井导向、隧道施工等的定位和路径勘测,以及利用光纤陀螺转动角和线位移实现大坝测斜等用途;光纤陀螺还在地下工程维护中起到重要作用,由于管线常埋于地下,在管线有损坏时,难以确定具体位置,而光纤陀螺在寻找损坏的电力线、管道和通信光电缆位置的定位也具有重要作用。

⑥ 水听器领域成为光纤环应用的新兴热点

水听器敏感环用于干涉型光纤水听器,是将水声振动信号转换为光信号的水听敏感器件,具有小体积、高强度、高可靠性、低损耗、耐湿、耐盐、耐高压的性能特点。光纤水听器是一种建立在光纤、光电子技术基础上的水下声信号传感器,它通过高灵敏度的光学相干检测,将水声振动转换成光信号,通过光纤传至信号处理系统提取声信号信息。

光纤水听器具有灵敏度高、抗电磁干扰强、适宜远距离大范围监测等特点,既可用于现代海军反潜作战及水下兵器试验检测,又可用于海洋石油天然气勘探,也可用于海洋地震波检测以及海洋环境检测,在军用和民用领域均能极大促进海洋事业的发展。光纤水听器需要在海水盐雾腐蚀、水下高压等恶劣的环境下稳定工作,这就对器件的可靠性提出了更严格的要求。光纤水听器中的关键部件是光纤绕制的水听器敏感环,这种环的尺寸一般比较小,直径最低仅10mm,需要具备良好的宏观损耗指标、几何一致性和机械稳定性,在一定程度上决定着整个系统的性能和使用寿命。

由光纤水听器构成的海防传感网络系统,是目前正在开发的新型防卫系统,该系统已开始用于海上边防和重要地区的海防警戒;水声探潜方面,随着潜艇噪声降低,传统的电声响探测器灵敏度接近极限值,光纤水听器也将大有用武之地。未来,光纤水听网可组成由岸基光纤列阵水声综合探测系统、陆地地面卫星接收站以及空天探测卫星编织成的一张天、地、海的综合探测网,形成涵盖整个被探测区域的新型传感网络。目前,我国部分沿海地区的“十四五”规划中已经提出了推进海洋立体观测网建设目标,光纤水听器可能在海底观测网中得到大规模应用。

⑦ 5G通信成为光纤环应用的又一热点

光纤环可用于5G基站中的光电振荡器(OEO),光电振荡器是5G通信基站等射频/微波信号产生、处理和发射的重要元器件。随着5G商用化进程的加速,5G建设如火如荼。根据国家工业和信息化部统计,截至2024年末,全国光缆线路总长度达7.288万公里,累计建成5G基站425.1万个,具备千兆服务能力的10GPON端口达2,820万个,建成千兆城市207个,实现县县通千兆、乡乡通5G,90%以上行政村实现5G网络覆盖。伴随着5G基站的数量增加,光纤环的市场将进一步扩大。

3)微结构光纤发展情况和未来趋势

① 空芯微结构光纤在低时延数据传输有巨大潜力

空芯微结构光纤可在没有实际芯材料的情况下进行光的传导,光的传播速度可比传统的实芯光纤快近46%,从而降低了传输延迟。此外,光信号与光纤结构之间的相互作用减少,可以传输更高的功率。因此空芯微结构光纤可比传统光纤以更快、更高效地进行传输数据。业界普遍认为这种光纤是未来光纤发展的重要方向。

据OFS公司官网2024年2月底消息,诺基亚贝尔实验室的光网络专家在巴黎的一个实验室已经进行了空芯微结构光纤传输试验测试,展示了800Gb/s和1.2Tb/s的数据传输速率。实验室测试的初步结果显示,与传统光纤相比,空芯微结构光纤的延迟显著降低了30%以上,非线性效应也大大降低,具有突破实芯光纤非线性Shannon容量极限的潜力。

空芯光纤技术最典型的应用是在办公场所或数据中心之间提供连接,在这些情况下,低延迟对业务服务至关重要。未来的发展方向是