

## 在多形状环形工件领域的抛光技术研究及发展探索

郑文鹏, 熊 威

深圳市顺鼎宏电子有限公司 广东深圳

**【摘要】**为了实现多形状环形工件的高效、低损伤抛光,提高多形状环形工件的抛光性能,降低加工成本,对现有的机械式多形状环形工件采用综合性的化抛光技术,本文主要对使用的技术进行了总结和检验,同时根据多形状环形工件的典型晶体结构和微观结构简要描述了机械抛光技术对多形状环形工件材料去除的影响。最后,提出了多形状环形工件材料机械抛光技术的未来发展方向和与未来研究相关的思路。

**【关键词】**多形状环形工件; 抛光技术; 研究及发展

### Research and development exploration of polishing technology in the field of multi-shape ring work piece

Wenpeng Zheng, Wei Xiong

Shenzhen Shunding hong Electronics Co., LTD., Guangdong Shenzhen

**【Abstract】**In order to realize the efficient and low damage polishing of multi-shape ring workpiece, improve the polishing performance and reduce the processing cost, adopt the existing mechanical multi-shape ring workpiece, this paper mainly summarizes and tests the techniques used, and briefly describes the influence of mechanical polishing technology on the removal of multi-shape ring workpiece material according to the typical crystal structure and microstructure of multi-shape ring workpiece. Finally, the future development direction and future research related ideas of the mechanical polishing technology of multi-shape ring workpiece materials are proposed.

**【Keywords】** multi-shape ring workpiece; polishing technology; research and development

#### 前言

多形状环形工件材料因其良好的尺寸稳定性、大的弹性模量、大的比强度、良好的导热性和耐腐蚀性而在现代工业中得到广泛应用。在半导体领域,由于其宽带、高穿透场强和良好的导热性,已成为理想的加工材料。这意味着光学器件的表面必须非常光滑,并且表面粗糙度的要达到平衡。多形状环形工件表面切削的质量直接影响工件的性能,并决定工件的性能。多形状环形工件材料是典型的脆性和硬质材料。在规划过程中,在力的作用下容易产生微裂纹。存在许多次表面缺陷。该材料面临加工效率低、加工困难和加工成本高的问题。这限制了其大规模使用和运输。

#### 1 传统机械抛光研究进展

##### 1.1 游离磨料抛光

目前,多形状环形工件加工技术主要包括以下

工艺: 矫直、瓷砖粗磨、精密磨削、机械抛光和机械抛光(精磨)。其中,机械抛光是最后一道工序,其工艺方法的选择、工艺路径的布置和工艺参数的优化直接影响抛光效率和加工成本<sup>[1]</sup>。在半导体领域,机械抛光后,单晶的超光滑、无误差和无损表面是高质量外延层生长的决定性因素。在光学透镜领域,机械抛光技术影响材料在光学透镜方面的竞争优势和发展能力,是降低表面粗糙度、减少色散损失和保护光学表面的主要途径。在机械密封领域,机械抛光是一种降低表面粗糙度、改善作为液体动压元件的密封性能和防止泄漏的新方法。

根据砂轮的存在条件,传统的机械抛光可分为自由磨料抛光和固体磨料抛光。磨料机械抛光是抛光多形状环形工件材料的传统方法。自由磨料加工设备主要由三部分组成: 转盘、样品架和抛光液输送设备。抛光垫附着在转盘上并自行旋转。介质可

以向晶体施加过压以在晶体和抛光垫的产生精确的过压并产生相对运动。传统的自由磨削方法通常使用三个物体的摩擦来去除材料。这意味着, 当磨料位于测试对象表面和抛光垫表面之间时, 两个表面和磨料形成三个主体。在三个物体的摩擦中, 磨料不固定, 磨料在测试物体和抛光垫的表面上移动或滚动。含有磨料的磨料在测试部件和抛光垫的流动, 并且磨料均匀地分布在抛光垫上<sup>[2]</sup>。在压力下, 大的研磨材料嵌入到被抛光垫的暴露尖端划伤的样品表面中。

### 1.2 固结磨料抛光

随着自由研磨抛光的缺点和晶体切削要求的不断提高, 在 20 世纪 90 年代率先引入固体研磨抛光技术。在固体机械研磨材料的研磨抛光技术中, 该材料不仅具有更好的轮廓, 而且具有更多的研磨材料参与抛光, 提高材料去除率。固结砂轮的的压力减小, 切削层厚度减小, 表面精度提高。固结研磨的光泽方案可以查看划痕。工艺涉及研磨剂在抛光垫上的固结。研磨剂不添加到抛光液中, 并且仅包含具有水溶液或基础成分的去离子水<sup>[3]</sup>。外部压力可以直接施加到磨料上。第一主体(晶体)用夹具夹紧, 砂轮和第二主体(抛光垫)牢固连接, 以限制砂轮的移动。在研磨过程中, 砂轮和第一主体(晶

体)之间存在相对滑动。

## 2 面向多种材质材料的抛光研究

### 2.1 抛光机理研究

抛光是一种高效、非接触和自动加工技术, 在降低金属零件表面粗糙度方面取得了令人鼓舞的成果。下图一显示的是旋转式工业机器人轮式抛光技术。可以用来研究工业机器人轮式抛光技术研究。来自爱尔兰的 Obeidi 等人使用该技术来对 316L 不锈钢抛光, 材料的平均表面粗糙度为  $10.4\mu\text{M}$  至  $2.7\mu\text{M}$ , 其中最大的尺寸为  $M$ 。来自法国的 Rosa 等人研究了钛表面金属沉积的抛光。实验中使用了加工。该机器还集成了同一支架上的抛光工艺。最终的研究结果表明, 抛光工艺将材料表面粗糙度降低了 78%, 初始值为  $27.6\mu\text{m}$ , 从  $m$  降至  $6.01\mu\text{m}$ 。

首次将抛光应用于工具钢 x40cr13 的表面, 并通过实验获得了平坦光滑的抛光表面。他们使用磨料抛光、抛光和磨料流来加工来完成结构钢和电解镍钢模具。采用钹-钹-铝石榴石器(波长:  $1064\text{nm}$ )进行抛光, 并通过研磨和金刚石研磨进行预处理。最后, 实验表明, 在抛光中使用较少的功率可以获得更好的抛光效果。简言之, 在金属抛光期间, 金属材料表面的突出部分主要通过热作用溶解在熔融液体中。

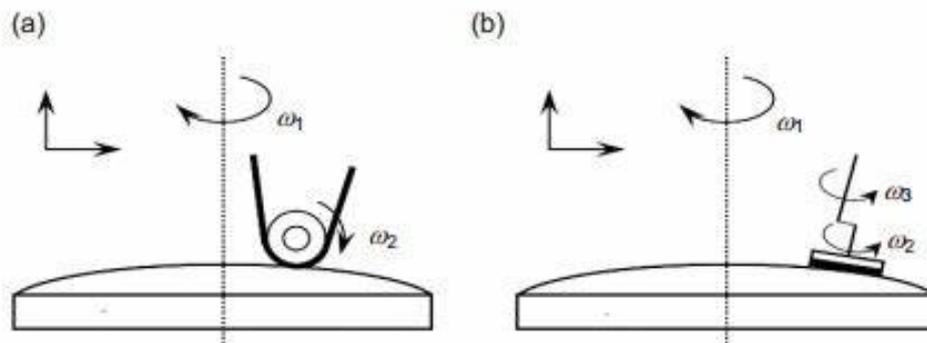


图 1 工业机器人轮式抛光技术研究

### 2.2 工艺参数对抛光效果的影响

金属抛光包括材料表面的初始参数、的相关参数和外部条件的相关参数, 但不限于此, 需要设置许多工艺参数。当能量密度小于  $15\text{j}\cdot\text{mm}^2$  或大于  $25\text{j}\cdot\text{mm}^2$  时, 研磨效果较弱。本实验中使用的器是连续光纤器。一个用抛光金属表面的简化模型。该模

型主要适用于金属抛光工艺参数的临时预测, 其中金属具有由微波特性和材料组成的已知几何表面。金属材料如铁、铝、钛和 304 不锈钢的光泽度是预期的。不同材质抛光程序不尽相同。下图二式电子元件与材料的抛光过程。结果表明: 第一、材料微表面的原始粗糙度形状对金属表面的光泽率有显著

影响。第二、大多数金属的脉冲抛光需要脉冲持续时间主要为纳秒或更短的器。然后用脉冲宽度对准分子器对钢材料进行抛光<sup>[4]</sup>。抛光后样品的表面粗糙度为  $0.14\mu\text{m}\sim 99.5\text{nm}$ , 表面粗糙度得到了显著改善。测试表面具有不同的初始粗糙度水平。第三、金属的表面粗糙度较低。增加脉冲宽度可以有效降低材料表面的粗糙度, 但脉冲宽度是影响材料光泽度的重要因素。

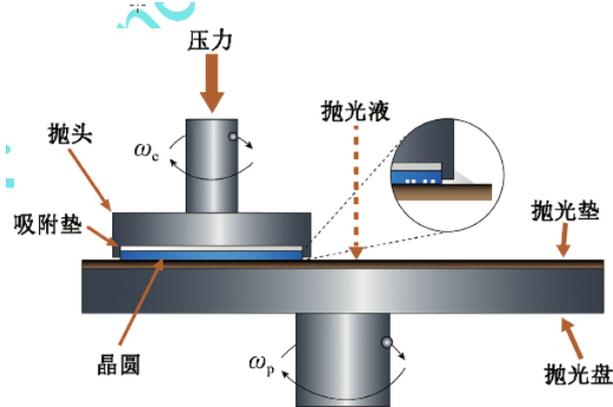


图2 电子元件与材料的抛光

### 3 多形状环形工件材料的机械抛光技术仍存在以下问题

基于辅助技术和协同机械抛光的多形状环形工件分解机理。相信该技术将推动机械抛光技术朝着低成本、高质量和高效率的方向发展。然而, 由于多形状环形工件材料的低加工性、高脆性和高硬度, 多形状环形工件的机械抛光技术仍然存在以下问题。

#### 3.1 机理问题有待进一步探究

传统机械抛光工艺去除多形状环形工件物质的机理没有统一的结论。对于不同的材料, 有必要使用正确的和抛光工艺的正确参数。不同的器具有不同的波长、脉冲宽度和不同的参数。工艺和参数的出色选择, 尽可能避免抛光过程中的热应力<sup>[5]</sup>。在光学透镜领域, 由于其重量轻、强度高和热变形系数低, 已成为内透镜光学元件的首选材料。在机械密封领域多形状环形工件材料具有高尺寸稳定性、耐腐蚀性和耐磨性, 已开发用于密封航空航天部件、船舶和特种车辆。多形状环形工件材料的表面光洁度对零件的可靠性和使用寿命非常重要。

#### 3.2 影响条件研究不全面

新型机械抛光强化技术已进入实验和探索阶

段, 但不同的机械抛光增强技术对多形状环形工件材料的影响不同, 且结果不可预测。它可以完全和局部抛光。抛光具有广泛的应用。它不仅可以有效地抛光金属材料, 还可以抛光超硬和易碎材料, 如陶瓷、玻璃、蓝宝石和金刚石。抛光工作环境相对简单。可在室温下操作, 实现大规模工业自动化处理。

#### 3.3 整体性研究不足

目前, 已经对提高机械抛光性能的典型辅助技术进行了研究, 但整体性不足, 对提高力学抛光性能的辅助技术的研究缺乏广度和深度。为了获得高质量的决策, 未来可能会进一步讨论。

## 4 获得高质量的多形状环形工件领应对策略

### 4.1 参数的适当调整

今天, 广泛使用的机械抛光技术仍然是多形状环形工件抛光加工的基本方法。存在一些问题, 例如处理效率低和缺乏协调的处理机制建议。综述了多形状环形工件材料的晶体结构、微观结构与磨损性能的关系。对传统机械抛光技术中的自由砂轮和实心砂轮以及机械抛光中的辅助和协作工作进行了描述和总结材料的传统机械抛光它是机械和活动的结合。然而, 目前尚不清楚或机械效应占主导地位, 未来可以进一步探讨以下几个问题<sup>[6]</sup>。在这里继续学习是值得的。在金属材料的情况下, 表面的机械性能也将得到改善。其中, 建立数值模拟模型可以更有效、方便地优化工艺参数。

### 4.2 不同刻蚀技术相结合

在科技竞争日益激烈的背景下, 国外多形状环形工件生产技术的局限性和扭曲性阻碍了中国卫星通信、集成电路和航空航天工程密封等先进技术领域的发展。由于多形状环形工件优异的综合性能, 其应用和发展越来越广泛和深入, 加工精度要求越来越高, 需要不同刻蚀技术相结合。

图三是抛光模具的示意图<sup>[7]</sup>。不同刻蚀技术相结合研究了等离子体、催化剂、紫外光和电场对 CMP 工艺的影响, 并通过定量和定性研究方法提出了 CMP 工艺加工机理。它还可以扩大合作技术对机械抛光技术的影响。研究了传统机械抛光技术中的自由磨料和固体过程以及机械抛光中的辅助和协同过程。同时, 从工艺条件、加工效果、加工效率和去除机理四个方面总结了不同类型的机械抛光技术。

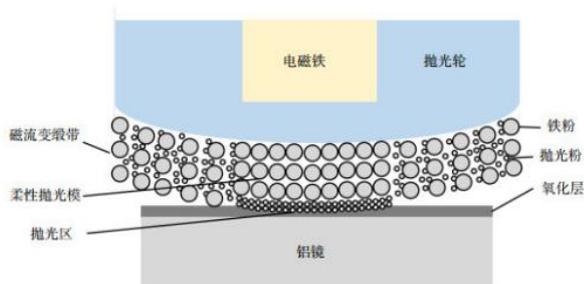


图3 抛光模具

### 4.3 大范围推广刻蚀技术

传统机械抛光和附加机械抛光技术通过作用和机械抛光实现光滑表面效果, 不可避免地在表面产生亚表面损伤层。近年来, 对多形状环形工件材料表面损伤的研究很少。薄而轻的晶体和半导体区域的超光滑表面不仅减小了体积, 而且还减小了内阻, 提高了芯片的散热性能。当使用单晶衬底外延工艺时,  $R_a$  的表面粗糙度必须小于  $0.3\text{nm}$ , 并且表面必须无缺陷和损伤。光学元件的表面质量是影响光学系统图像分辨率的重要因素<sup>[8]</sup>。抛光的目的是提高表面质量, 减少表面和次表面粗糙度受损层的深度和色散越低, 图像分辨率越高。光学镜头应满足光学系统成像技术的要求基板损伤层的准确检测和评估对于优化硬质材料的机械抛光工艺和控制工艺成本具有重要意义。因此, 今后可以讨论晶体表面的损伤。

## 5 结论

在多形状环形工件领域的抛光技术中抛光过程中产生热应力, 而且具有设备价格高、加工成本高和加工过程中对精确控制技术要求的缺点。这些缺点在一定程度上限制了抛光技术的发展。这些缺陷可以通过以下方面加以纠正: 为了减少热应力对抛光效果的负面影响, 应在抛光过程中控制温度变化, 提前预热或液体抛光, 以防止过大的热应力。此外, 在未来的发展中需要建立一个数值模拟模型, 以合理预测和控制温度和工艺参数的变化, 使得抛光技术更完善。

## 参考文献

- [1] 表面织构对动压滑动轴承摩擦学性能的影响[J]. 毛亚洲, 杨建玺, 徐文静, 金乐佳. 中国表面工程. 2020(06)
- [2] 结构化机械密封的润滑与泄漏特性协调优化研究进展[J]. 王秀英, 李思远, 戴庆文, 黄巍, 王晓雷. 表面技术. 2019(08)
- [3] 速度和载荷对凹坑织构乏油润滑摩擦学性能的影响[J]. 牛一旭, 逢显娟, 李亚军, 上官宝, 张永振. 中国表面工程. 2019(06)
- [4] 基于微磨削方法的微织构刀具制备与切削性能研究[J]. 梁志强, 李蒙招, 陈碧冲, 周天丰, 李世迪, 颜培, 张素燕, 王西彬. 表面技术. 2020(02)
- [5] 不同织构形状及分布下滑动摩擦副的多目标驱动优化及敏感性分析[J]. 王玉君, 李强, 张硕, 许伟伟, 刘兆增, 王振波. 工程热物理学报. 2020(02)
- [6] 不同密封副材料的表面织构设计及其润滑和密封特性[J]. 戴庆文, 李思远, 王秀英, 黄巍, 王晓雷. 中国表面工程. 2019(03)
- [7] 缸套-活塞环织构耦合机理及减摩性能研究[J]. 缪晨炜, 郭智威, 袁成清, 许昌, 盛晨兴. 表面技术. 2020(03)
- [8] 变密度微织构球头铣刀切削性能多目标优化[J]. 佟欣, 杨树财, 何春生, 郑敏利. 机械工程学报. 2019(21)

收稿日期: 2022年9月10日

出刊日期: 2022年10月25日

引用本文: 郑文鹏, 熊威, 在多形状环形工件领域的抛光技术研究及发展探索[J]. 工程学研究, 2022, 1(4): 168-171

DOI: 10.12208/j.jer.20220143

检索信息: RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS