

“高带宽、高容量、低延迟固态硬盘的关键技术攻关和产业化”成果登记公示信息

成果名称:	高带宽、高容量、低延迟固态硬盘的关键技术攻关和产业化
完成单位:	深圳市铨兴科技有限公司
完成人员:	黄少娃,黄旭彪,刘政宏,黄治维,邱创隆,李辉,黄霖,梁峻,龚微
研究起止日期:	2022-01-01 至 2022-12-31
主要应用行业:	信息传输、软件和信息技术服务业
高新技术领域:	电子信息
评价单位:	产学研(广州)科技项目评价有限公司
评价日期:	2025-01-03
成果简介:	<p>一、研究目的</p> <p>本研究旨在深入探讨和开发一款具有高带宽、高容量、低延迟固态硬盘以达到以下目的:</p> <ol style="list-style-type: none">1.提升数据存储和处理效率:通过采用 PCIe 4.0x4 接口和 3D eTLC 闪存技术,显著提高固态硬盘的读写速度和随机 IOPS 性能,以满足现代企业对高速数据处理和存储的需求。2.保障数据安全与完整性:集成企业级功能和安全特性,如硬件加密、命名空间、双端口等,确保数据在存储和处理过程中的安全性,降低数据泄露和损坏的风险。3.增强产品使用寿命:通过提高 TBW 和 DWPD 值,确保固态硬盘在高写入场景下的耐久性,降低企业因频繁更换存储设备而产生的维护成本。4.提升固态硬盘的核心性能指标:<ol style="list-style-type: none">(1)高带宽:通过采用最新的 PCIe 4.0x4 接口技术和优化内部架构设计,显著提高数据传输速率,确保能够高效处理海量

数据。

(2) 大容量: 探索 3D eTLC 闪存的应用技术, 提供从 1.92TB 到 122.88TB 不等的多种容量选择, 满足不同应用场景下的存储需求。

(3) 低延迟: 改进算法和硬件结构, 减少数据访问时延, 保证系统响应迅速, 特别是在需要实时处理大量数据的情况下。

二、主要研究内容

1. 新型存储介质研究: 探索新型存储介质, 如 3D NAND 闪存、MRAM、ReRAM 等, 提升存储密度和性能。

2. 存储控制器技术研究: 开发高性能、低延迟的存储控制器, 优化数据读写流程, 提高数据传输速度。

3. 存储管理算法研究: 研究高效的数据存储调度管理算法和垃圾回收算法, 优化数据分配和回收, 降低延迟, 提高存储效率。

三、主要创新点

1. 数据请求优化调度技术: 通过对数据请求进行类型判断, 将存储空间划分为 IO 密集型与数据密集型, 实现了对存储空间和通信带宽的高效调度。与现有混合存储调度方式相比, 本技术能够有效避免因数据接口和带宽分配不合理导致的请求队列积压和响应延迟问题, 特别是在处理大量数据请求时, 显著提高了存储系统的带宽利用率和响应速度。

2. 高性能企业级固态硬盘: 采用 PCIe Gen5 接口和 3D NAND 技术, 实现了高达 14,000MB/s 的连续读取速度和 3,000K IOPS 的随机读取性能, 相比传统 SATA eSSD 磁碟阵列, 性能提升了 28 倍。这一突破性的性能提升, 不仅满足了企业大规模存储需求,

而且在资源调度和功耗管理方面提供了前所未有的灵活性。

3.存储芯片状态监控技术：创新性地构建了存储芯片分析系统，通过上位机与 FPGA 寄存器的交互，实现了对存储芯片使用寿命、擦写次数及 Bad-Block 数量的实时监控。与现有技术相比，本技术提供了更为精确和高效的数据分析手段，使得用户能够及时获知存储芯片的运行状态，从而优化维护和更换策略。

4.固态硬盘功耗控制技术：创新的固态硬盘功耗控制方法，通过计算容量功耗影响指数和工作状态功耗影响指数，并结合标准模式和实时工作状态数据，实现了对固态硬盘功耗的精准预测和控制，能够更有效地延长固态硬盘的使用寿命，提高能效比。相比传统功耗管理方法，本技术能够更有效地延长固态硬盘的使用寿命，提高能效比，特别是在高负载和多变温度环境下的表现更为突出。

四、实现主要技术指标

1.技术指标：

(1) 接口和形态：PCIe4.0x4 接口，U.3 形态，支持单端口和双端口配置。

(2) 闪存类型：3DeTLC 闪存，提供更高的耐久性和可靠性。

(3) 容量：提供 1.92TB 到 122.88TB 的多种容量选择，满足不同应用需求。

2.技术性能：

(1) 顺序读写速度分别高达 7400MB/s 和 4200MB/s (1.92TB-7.68TB 容量)，或 7000MB/s (15.36TB-30.72TB 容量)，或 14,000MB/s (122.88TB 容量)。

(2) 4KB 随机读写 IOPS 分别高达 1750K IOPS 和 126K IOPS (1.92TB-7.68TB 容量) , 或 1600K IOPS 和 180K IOPS (15.36TB-30.72TB 容量) 3,000K IOPS (122.88TB 容量)。

3.可靠性:

(1) 支持企业级功能, 包括命名空间、双端口、Reservation 功能、元数据保护和断电保护。

(2) 硬件 AES-XTS256-bit 加密, 提供数据安全保护。

(3) 支持 SMBus “TCGOpal2.0 系列” 标准, 进一步增强安全性。

(4) 高 MTBF (平均故障间隔时间) 超过 2,500,000 小时, 保证产品可靠性。

(5) 低 UBER (不可恢复错误率) 小于 $1\text{sectorper}10^8\text{bits}$, 确保数据完整性。

4.耐久性: 高 TBW (总写入字节) 和 DWPD (每日写入次数) 值, 例如 1.92TB 容量版本拥有 3504TBW 和 1DWPD, 满足企业级应用需求。

5.功耗: 最大功耗仅为 14W-21W, 空闲功耗低至 6W-9W, 节能环保。

五、获得的知识产权、制定的标准情况

成果获得发明专利 17 项, 实用新型专利 10 项, 进入实质审查发明专利 3 项。参与 2 项国家标准撰写。

1.参与 2 项国家标准撰写情况:

(1) 《集成电路电磁抗扰度测量第 4 部分: 射频功率直接注入法》

	<p>(2) 《信息技术存储管理第 4 部分:块设备》</p> <p>2.获得发明证书情况</p> <p>获得发明专利：可动态调整供电保护的 DDR5 存储器模块及其工作方法，等等。</p>
--	---