

面向超薄设备的双路输出高效电源产品设计

吴华雄 梁声合 彭著涛 高艺传 刘二宝

(深圳市华云电源有限公司 广东深圳 518000)

摘要: 随着电子设备的不断进步和普及,人们对电源产品的要求也越来越高。超薄设备的兴起使得电源产品需要在空间限制和效率方面取得更大突破。本文提出了一种面向超薄设备的双路输出高效电源产品设计方案,该方案采用了先进的拓扑结构和高效的功率转换技术,以提高电源的效率和性能。通过对电源产品关键指标的研究和优化,设计出了适用于超薄设备的双路输出高效电源产品,满足了超薄设备对电源产品小尺寸、高效率 and 可靠性的需求。

关键词: 超薄设备; 双路输出; 高效电源; 拓扑结构; 功率转换技术

1 引言

超薄电子设备的兴起,如智能手机、平板电脑和可穿戴设备,对电源产品提出了更加严苛的要求。这些超薄设备在追求更轻薄、更便携的同时,对电源产品的尺寸、效率和可靠性提出了挑战。本文旨在针对超薄设备的需求,结合深圳市华云电源有限公司的研发创新经验,提出一种面向超薄设备的双路输出高效电源产品设计方案。

2 相关技术和行业现状

2.1 超薄设备的发展趋势

超薄设备追求更轻薄、更紧凑的外形设计,以提供更好的便携性和携带舒适性。消费者希望能够随时随地携带超薄设备,并享受高品质的多媒体和互联网体验。超薄设备不仅要满足基本的通信需求,还要具备更多的功能和应用。例如,智能手机需要具备高清摄像、智能助手、虚拟现实等功能,平板电脑需要支持复杂的应用和多媒体处理,可穿戴设备需要实现生物监测和智能交互等功能。此外,节能环保的要求也在超薄设备的发展中起到重要作用。由于超薄设备的电池容量有限,对电源的高效利用和低功耗设计要求日益严格。同时,环境保护意识的增强也推动超薄设备在制造过程中对能源和材料的节约使用。

2.2 电源产品在超薄设备中的关键作用

在超薄设备中,电源产品起着至关重要的作用。电源产品不仅为超薄设备提供稳定的电能供应,还需要满足一些关键要求。超薄设备对电源产品的尺寸有严格的要求,要求电源产品体积小、重量轻,以适应设备的紧凑设计。由于超薄设备的电池容量有限,电源产品需要提供高效的能量转换和管理,以延长设备的续航时间,并减少能量损耗。超薄设备通常在各种环境中使用,因此电源产品需要具备稳定的输出性能,能够在各种工作条件下保持稳定的电压和电流输出,确保设备的正常运行。电源产品需要具备过流保护、过热保护等安全机制,以保护设备和用户的安全。同时,由于超薄设备的散热空间有限,电源产品还需要具备高效的散热设计,以保持稳定的温度和提高整体可靠性。

3 设计方案

3.1 电源产品的需求分析

电源产品需要具备紧凑的尺寸,以适应超薄设备的紧凑设计。超薄设备通常具有有限的电池容量,因此对电源产品的能量利用效率要求很高。电源产品需要在各种工作条件下提供稳定的输出电压和电流,以保证设备的正常运行。超薄设备常常在不同的环境中使用,对电源产品的可靠性和耐用性要求很高。

3.2 设计思路和原则

基于对电源产品需求的分析,我们制定了以下设计思路和原则:

- **拓扑结构选择:** 选择适合超薄设备的电源拓扑结构,以实现高效率和紧凑尺寸的要求。常见的拓扑结构如降压、升压和反激等,我们将根据实际需求选择最适合的拓扑结构。

- **高效能量转换技术:** 采用先进的功率转换技术,如谐振转换、电感耦合等,以提高电源产品的转换效率。同时,采用低功耗元件和材料,减少能量损耗。

- **稳定性和可靠性设计:** 设计稳定的反馈控制回路和保护机制,以

确保电源产品在不同工作条件下的稳定性能。通过合理的散热设计和材料选择,提高电源产品的可靠性和耐用性。

- **双路输出设计:** 考虑到超薄设备对多种电压和电流的需求,我们将采用双路输出设计。其中一路输出将满足设备的主要功耗需求,另一路输出将提供辅助功能所需的电压和电流^[1]。

- **系统集成和优化:** 将电源产品的各个组件进行系统集成,以提高整体性能和效率。通过优化电路布局和元件选择,减少电源产品的尺寸和功耗。

基于以上设计思路和原则,我们提出了面向超薄设备的双路输出高效电源产品设计方案。

3.3 设计方案概述

我们的设计方案基于开关电源拓扑结构,采用降压转换器和升压转换器相结合的双路输出设计。降压转换器主要负责满足设备的主要功耗需求,而升压转换器则提供辅助功能所需的电压和电流。

具体而言,我们的设计方案包括以下几个关键模块:

- **输入端电源管理:** 负责对输入电源进行滤波和稳压处理,以提供稳定的输入电压^[2]。

- **降压转换器模块:** 采用高效降压拓扑结构,将输入电压降低到设备所需的主要工作电压。通过高效的功率转换和控制技术,提高转换效率,并通过反馈控制保持输出电压的稳定性^[3]。

- **升压转换器模块:** 采用高效升压拓扑结构,将输入电压升高到满足辅助功能的电压要求。同样,通过优化转换器的设计和控制,实现高效能量转换和稳定的输出^[4]。

- **控制与保护模块:** 负责监测和控制电源产品的工作状态。包括反馈控制回路、过流保护、过热保护和短路保护等功能,确保电源产品的安全性和稳定性。

- **散热设计:** 通过合理的散热设计和材料选择,确保电源产品在工作过程中能够有效散热,保持稳定的温度和可靠性。

通过以上模块的设计和集成,我们的面向超薄设备的双路输出高效电源产品能够满足超薄设备的尺寸、效率、稳定性和可靠性等关键要求。

4 拓扑结构设计

4.1 拓扑结构选择

在设计面向超薄设备的双路输出高效电源产品之前,我们需要选择适合的拓扑结构。拓扑结构是电源产品设计中的核心,直接影响到其性能、效率和稳定性。根据对超薄设备需求的分析,我们需要选择一种既能满足高效能量转换要求,又能兼顾尺寸紧凑和稳定性的拓扑结构。经过综合考虑,我们选择了降压-升压反激拓扑作为基础结构。该拓扑具有高效能量转换、适合双路输出设计、尺寸紧凑、稳定性强等多种特点^[5]。

4.2 降压-升压反激拓扑设计

在降压-升压反激拓扑结构的设计中,我们需要考虑一些关键模块和参数。

输入电源管理模块主要负责对输入电源进行稳压和滤波处理。通过采用合适的稳压电路和滤波电容,可以保证输入电压的稳定性和纹波控制,为后续的转换器提供稳定的工作电压。

降压转换器负责将输入电压降低到设备的主要工作电压。在设计降压转换器时,我们需要选择合适的电感、开关管和输出滤波电容,以实现高效的能量转换和稳定的输出电压。同时,采用先进的控制算法和反馈回路,保持输出电压的稳定性和快速的动态响应。

升压转换器负责将输入电压升高到满足辅助功能的电压需求。在设计升压转换器时,我们需要选择合适的电感、开关管和输出滤波电容,以实现高效能量转换和稳定的输出电压。同样,采用先进的控制算法和反馈回路,保持输出电压的稳定性和快速的动态响应。

控制与保护模块是整个电源产品的核心部分。它负责监测输入和输出电压、电流,并根据设定值进行反馈控制。通过采用合适的控制算法,如脉宽调制(PWM)和频率调制(FM),可以实现对输出电压和电流的精确控制。同时,该模块还应具备过流保护、过热保护和短路保护等功能,以确保电源产品的安全和稳定运行。

超薄设备通常具有较小的散热空间,因此在设计中需要注重散热问题。通过合理的散热设计和选择低功耗元件,可以有效降低温度,保持电源产品的稳定性和可靠性。

5 功率转换技术研究

5.1 传统功率转换技术

降压转换技术是最常见的功率转换技术之一,可以将高电压转换为低电压,满足设备的主要功耗需求。常见的降压转换器包括直接降压转换器(Buck Converter)和降压-升压转换器(Buck-Boost Converter)。这些转换器具有高转换效率和稳定的输出特性,适用于超薄设备的主要电源供应。

升压转换技术则将低电压升高到辅助功能所需的电压水平。常见的升压转换器包括直接升压转换器(Boost Converter)和升压-降压转换器(Boost-Buck Converter)。这些转换器能够提供辅助功能所需的电压和电流,满足超薄设备对多种输出需求的同时。

此外,反激转换技术和正激转换技术也被用于某些特殊应用场景。反激转换器通常用于高电压转换为低电压的情况,具有较高的转换效率和隔离性能,适用于一些对隔离性要求较高的应用。正激转换器则适用于高功率应用,可以实现更高的转换效率和更小的尺寸。

5.2 新兴功率转换技术

除了上述传统的功率转换技术,新兴的功率转换技术也在不断发展和研究中,以满足更高效、更小尺寸和更高集成度的要求。

一种新兴的技术是谐振转换技术,如谐振降压转换器和谐振升压转换器。谐振转换器利用谐振原理,在开关管的开关过程中实现零电压或零电流切换,减少开关损耗,提高转换效率。谐振转换器具有高效率、低纹波和低电磁干扰等优点,适用于超薄设备对高效能量转换和低噪声的要求。

另一种新兴技术是多级转换技术,如多级降压转换器和多级升压转换器。多级转换器通过级联多个转换器单元,将输入电压逐级降低或升高,实现更高的转换效率和更小的尺寸。多级转换器具有高效率、高精度和快速响应的特点,适用于对高性能和小尺寸要求较高的超薄设备。

另外,拓扑结构创新也是新兴功率转换技术的关键领域之一。例如,多电平拓扑结构可以提供更精细的输出电压调节范围,同时降低电压纹波;混合拓扑结构则结合了不同的转换技术,实现更高效和更灵活的能量转换;电容耦合转换技术则通过电容耦合实现能量的转移和转换,具有快速响应和较低的开关损耗。

6 实验与结果分析

6.1 实验设置

我们设计了一套实验平台,包括面向超薄设备的双路输出高效电源产品的原型电路板、测试设备和测试方法。实验平台的主要组成部分包括功率开关器件、磁性元件、控制电路、输入/输出滤波电路以及相关的传感器和测量设备。

在实验过程中,我们针对不同的工作条件和负载要求,进行了一系

列的测试。测试包括输入电压范围和稳定性测试、输出电压和电流波形测试、效率测试、纹波测试以及过载和短路保护测试等。

6.2 实验结果分析

第一,针对输入电压范围和稳定性测试,我们验证了设计的电源产品在不同输入电压下的工作情况。实验结果表明,在设计的输入电压范围内,电源产品能够稳定输出所需的电压,并具有较好的稳定性和动态响应性。

第二,我们进行了输出电压和电流波形测试。实验结果显示,电源产品能够提供稳定、平滑的输出电压和电流波形,满足超薄设备对电源质量的要求。纹波幅度较小,输出波形较为精确,符合设计要求。

第三,用效率测试来评估电源产品性能。通过实验测量和分析,我们得出了电源产品在不同负载情况下的效率曲线。结果显示,在额定负载范围内,电源产品具有较高的转换效率,能够有效地将输入电能转化为输出电能,减少能量损耗。

第四,我们还进行了纹波测试,评估了电源产品输出纹波的性能。实验结果表明,设计的电源产品在输出纹波方面表现良好,纹波幅度较小,满足超薄设备对电源输出纹波的要求。

最后,我们进行了过载和短路保护测试。实验结果显示,电源产品具有良好的过载和短路保护功能,在负载过载或短路情况下能够及时切断输出,保护设备和电源模块的安全。

基于实验结果的分析 and 讨论,我们可以得出以下结论:

- 设计的面向超薄设备的双路输出高效电源产品在实验中表现出良好的性能和可靠性。它能够稳定输出所需的电压和电流,并具有较高的转换效率和优良的纹波性能。

- 电源产品在不同负载和工作条件下都能够保持稳定的性能,具有较好的稳定性和动态响应性。它能够适应超薄设备的需求,满足其对电源质量和稳定性的高要求。

- 电源产品还具备过载和短路保护功能,能够及时切断输出以保护设备和电源模块的安全。这增加了超薄设备在实际应用中的可靠性和稳定性。

7 结语

通过本论文的深入研究和设计,我们成功提出了面向超薄设备的双路输出高效电源产品的设计方案,并通过实验验证了其性能和可靠性。这些研究成果为超薄设备提供了一种高效、稳定和可靠的电源解决方案,促进了超薄设备领域的发展和未来。未来的研究将进一步优化尺寸和集成度,探索新兴技术和材料,并加强电源产品的可靠性和稳定性测试。我们相信,电源技术的不断创新将为超薄设备带来更广阔的前景和应用领域。

参考文献:

- [1]具双输入电源通路控制的18V、2A同步降压-升压型DC/DC转换器允许多个输入和延长的运行时间[J].电子设计工程,2015,23(06):160.
- [2]王勃,孙立财.机载电子设备欠压供电电路设计[J].光电技术应用,2020,35(05):54-59.
- [3]杨辰.基于同步降压转换器的电源稳定性设计[J].通信电源技术,2018,35(06):125-126.DOI:10.19399/j.cnki.tpt.2018.06.053.
- [4]邹玉东.电压模式升压转换器的实用反馈环路研究[J].科技风,2020,No.420(16):83-84.DOI:10.19392/j.cnki.1671-7341.202016070.
- [5]吴建,李灿.开关电源反激拓扑输出交叉调整率研究[J].电动工具,2023,No.226(02):9-13.DOI:10.16629/j.cnki.1674-2796.2023.02.003.

作者简介:吴华雄(1969年09月)男,汉族,广东吴川市,本科,工程师,研究方向:工业应用电源技术