

# 高电压微型超级电容器的制造方法及研究进展

严红江<sup>1</sup> 邬瑞峰<sup>2</sup>

内蒙古仲泰能源有限公司 内蒙古鄂尔多斯 017000

**摘要:** 超级电容器作为一种储能装置,具有功率高、充电时间短以及使用时间长的特点。在最近几年中微电子以及微机械的高压应用过程中,越来越需要不同的高输出电压的储能装置,所以,高电压微型超级电容器应运而生,不但可以满足电压输出的要求,还可以满足能量供给的需求,从而促使电子产品逐渐朝着集成化以及小型化的方向发展。基于此,本文对高电压微型超级电容器的制作方法以及研究进展进行了分析。

**关键词:** 高电压微型超级电容器; 制作方法; 研究进展

## Manufacturing methods and research progress of high voltage miniature supercapacitors

Hongjiang Yan<sup>1</sup>, Ruifeng Wu<sup>2</sup>

Inner Mongolia Zhongtai Energy Co., LTD., Ordos 017000, Inner Mongolia, China

**Abstract:** As an energy storage device, supercapacitors have the characteristics of high power, short charging time, and long service time. Microelectronics in recent years, are in the process of the high-pressure application of micro machines and increasingly need different energy storage devices of high output voltage. So the high voltage miniature super capacitor arises at a historic moment, not only can meet the requirements of the output voltage but can also meet the needs of energy supply, prompting electronic products gradually toward the direction of integration and miniaturization. Based on this, the fabrication methods and research progress of high voltage micro-supercapacitors are analyzed in this paper.

**Keywords:** high voltage micro supercapacitor; Production method; Research progress

在最近几年中,各种电子设备逐渐朝着小型化的方向发展,因此微型柔性功率设施需要一种高效的储能装置,尤其是在电化学储能方面<sup>[1]</sup>。微型超级电容器作为一种能量的存储器以及挖掘器,不但具有高性能以及可靠性的特点,还具有绿色环保以及高输出率的优势,希望可以将其应用在集成电子芯片的补给电源中,从而替代厚重的电池。因此,应对高电压微型超级电容器的制作方法进行深入探究,从而实现各种电子设备的充足能

量供应,为其自身的发展提供有利条件。

### 1 高电压微型超级电容器的制作方法

#### 1.1 碳基材料

碳基材料,比如说碳纳米管或者是石墨烯等材料,通过化学方法或者是物理方法才可以对其内部不足进行弥补,从而提升其表面的密度,进一步提升碳基材料在高电压下的可靠性<sup>[2]</sup>。可以采用在5到30nm微晶尺寸下的金属表面进行探原的分解,从而制备高性能并且具有较强抗压力的碳基材料,并将其作为高电压微型超级电容器的电极。与此同时,还可以采用离子数加强的方式来制备垂直生长的石墨烯纳米管,从而控制探员的压力,以此来调整石墨烯纳米管的结晶度,通过这样方式制造的石墨烯纳米管,可以在高电压下也能够具备高性能,在高电位的电化学插层中,比较适用于这种材料。除此之外,为了提升微型超级电容器的抗压力,可以将纳米粒子作为掩膜,并通过不同的制作方法进行组合,从而

#### 作者简介:

1. 严红江,男,汉族,1981.10.14,籍贯:陕西凤翔,内蒙古仲泰能源有限公司,专科,研究方向:电气工程,邮箱:764304319@qq.com;

2. 邬瑞峰,男,汉族,1975.4.14,籍贯:内蒙古鄂尔多斯市准格尔旗,内蒙古仲泰能源有限公司,本科,研究方向:电气工程,邮箱:2605878422@qq.com。

形成一种具有超稳定性的石墨烯海绵,将其作为电极材料,这样的电极材料不仅具有抗高压输出的特点,还能具备较高的耐高温性,从而在确保碳基材料结构稳定的前提下,避免其在高压下受到电流腐蚀,提升充放电可逆性。

### 1.2 复合电极材料

过采用湿纺丝技术可以将复合纤维材料在粘性水下进行溶解,从而将其注入到以纯水中进行固化,最终得到更多的多孔电极材料。与此同时利用共轴湿纺丝技术来制备复合电极材料,可以促使复合材料在干燥的过程中形成微结构,并且还会在其表面发生褶皱,从而促使其具备高抗压性以及稳定性,提升电压的承受能力到1.6伏<sup>[9]</sup>。除此之外,在特定温度下的溶液体系里,可以利用高温来生成多孔结构的电极材料,通过高温还原处理来制备复合碳纤维,从而制备出复合电极材料,这样制作的复合电极材料能够形成借孔结构纤维,并通过电层的裹附作用之后,促使其具备稳定的工作电压,并且工作电压大约在1.8伏左右。

### 1.3 激光加工

激光加工可以利用其经济性以及规模制造的特点,实现对三维多孔结构石墨烯薄膜的快速制造,其中,使用的技术主要包括红外激光法以及波长法。首先,利用红外激光法可以将氧化石墨烯转化为具有导电特性的氧化石墨烯。其次,利用波长法可以将天然的碳源转化为石墨烯,与此同时,运用不同的激光器对高电压,微型超级电容器进行加工也会有不同的效果,采用飞秒激光器等激光器还原出的石墨烯电极,可以具备更好的电化学性能,而采用激光诱导聚合物薄膜制造出的石墨烯电极的电化学性能就不够高,虽然其电化学性能不高,但是由于操作简单并且成本比较低,所以将其与其他的的技术进行结合,也可以有效的提升电化学性能,所以这种方法来制造高电压微型超级电容器,在现阶段中已经成为了主要的方法。在进行激光加工的时候,部分温度可能会上升到2500度以上,并在此过程中,聚合物分子被高温所破坏,从而形成石墨结构<sup>[4]</sup>。与此同时,利用激光诱导石墨烯还原需要经过两个过程,第一个是利用光化学来清除薄膜表面的氧气,从而实现热还原,第二个是将薄膜表面的含氧官能团进行去除,从而实现还原。

### 1.4 3D打印

3D打印也可以说是增材制造,它是一种利用分层数字文件代码编译的指导下产生的一种三维的实体制造方式,而分层数字文件中的每一层都可以当作是实体的分

层切片,和材料的制作方法的不同点在于,3D打印可以打印出较为复杂的三维结构模型,并且也不会浪费过多的材料,主要分为连续进丝打印以及间断墨滴打印,利用3D打印制备的高电压微型超级电容器具有很多的功能性材料,比如说碳基材料以及聚合物等,并且还具备一定的粘性以及可控弹性。利用3D打印来进行高电压微型超级电容器的主要流程包括油墨配置、分层制造以及后处理<sup>[5]</sup>。

### 1.5 掩膜涂层

掩膜涂层是一种能够通过具有图案的掩膜模板来快速制作薄膜电极材料的方法,由于电极的厚度以及表面的粗糙程度不是制备高电压微型超级电容器的主要指标,所以这种方法也经常应用在功能性油墨处于柔性基材上的沉积,在现阶段,应用比较广泛的方式为非接触式喷涂以及真空过滤。对于非接触式喷涂来说,能够将功能性油墨以及石墨烯喷射在机制的表面上,通过这样的方法可以进行电极材料的大面积制造,并且也可以实现不同图案的指定制造。其次,真空过滤主要是利用模板在滤膜上沉积的各种材料,将其作为图形化的极流体,从而制作任意图案的高电压超级电容器。

### 1.6 丝网印刷

利用丝网印刷可以更加快速的、大规模的来制造高电压微型超级电容器,丝网印刷的分辨率和印刷的质量由模板、技术以及油墨的印刷等方面来决定。因为印刷油墨在通常情况下都具备较高的粘度,所以打印出来的薄膜具有一定的粗糙度,进而促使高电压微型电容器的电极材料具备一定厚度。与此同时,在石墨烯和炭黑等材料复合基础上制造出的导电墨水,可以快速的打印出高电压柔性的微型超级电容器,甚至可以在几秒钟之内就可以完成,并且在串联配置进行调控的时候,可以在小面积内打到8伏以上10伏以下的输出电压。

## 2 高电压微型超级电容器的研究进展

### 2.1 提出新型的高电压结构

在现阶段的高压微型超级电容器的结构中,高电压的结构通常在多种微型超级电容器和电极材料进行串联从而实现的,这种串联要求连接部分必须具备一定的长度,从而避免由于长度不足导致的相邻微型超级电容器电解质区域分子导通而破坏连接部分,进而产生配置和电压输出不能进行同时兼顾。所以需要对接部分的长度以及配置进行优化,完善集体流以及电极材料等部分,从而有效提升高电压,微型超级电容器的空间利用率,实现对新型高电压结构的创新,提升其在电子以及电路

等方面应用的优势。

### 2.2 设计高性能的电极材料

现阶段，对电极材料的制造以及提升其性能的方法比较单一，通常会使用电化学沉积法以及氧气等离子处理等方法进行，但是，如果只通过这些单一的方法对电极材料的性能进行优化的话，很难全方位的实现对电极材料的厚度以及结构进行调控，然而这些方面又对高电压微型超级电容器的性能产生影响，所以还是需要采用一些其他的办法来提升电极材料的性能。通过采用不同的电极材料制作方法进行融合，从而形成更加有效的制备工艺，进一步对电极材料的结构、厚度以及稳定性进行有效控制，制备出更加高效的高电压微型超级电容器。

### 2.3 研发全新的激光加工设备

在高电压微型超级电容器的现阶段制造中，使用的打印制造设备通常存在成本高的问题，因此不能够切实的满足高电压微型超级电容器制造的标准。基于此，可以通过研制全新的激光加工设备来减少高电压微型超级电容器制造的成本，与此同时，提高其制造精度。可以研发能够具备自动对焦以及可调控波长的高精度激光系统来制造高电压微型超级电容器的电极材料，从而完成高电压微型超级电容器的制造，进一步提升加工的速度、优化加工的流程，实现对高电压微型超级电容器的高性能制造。

### 2.4 研制高精度掩膜

现如今，各种印刷技术在印刷的过程中都存在质量差以及精度低的问题，为有效解决这一问题，还需开发更高精度的掩膜，从而实现在对高电压微型超级电容器进行制造过程中的精度控制，提升电极材料制造的精确度以及性能，完善掩膜的制作过程，进一步完善高电压微型超级电容器的整体性能。

### 2.5 制备新型的超级电容器

制备新型的超级电容器可以是非对称型的超级电容

器，也可以是混合型结构的超级电容器。首先非对称型的超级电容器，由于使用的正负电极材料有所不同，所以可以有效提升过电位，然而制备混合型结构的超级电容器，其采用的碳基材料能够承受更低的负电位，而选择的电容型材料也可以承受更高的正电位。基于此，制备新型的超级电容器可以稳步的提升系统的抗压性，从而提高工作的效率。

### 3 结束语

以上，在对高电压微型超级电容器进行分析之后，我们应该提高对其创新的重视程度，通过在不同的方面对其制作方法进行优化，例如，材料制作阶段、加工阶段、打印阶段以及印刷阶段等。并且在今后的发展过程中也要对高电压结构、电极材料、加工设备以及掩膜进行研制，从而制备出新型的超级电容器，不断提升超级电容器的性能，从而拓展其应用领域，促使高电压微型超级电容器在不同的领域中得到广泛应用。

#### 参考文献：

- [1]汤勇，白石根，吴耀鹏，等.高电压微型超级电容器的制造方法及研究进展[J].机械工程学报，2021，57（22）：305-324.
- [2]巫梦丹，周胜林，叶安娜，等.基于中性水凝胶/取向碳纳米管阵列高电压柔性固态超级电容器[J].物理学报，2019，68（10）：274-283.
- [3]于学文，乔志军，顾应展，等.模板介孔炭在高电压超级电容器的应用研究[J].电源技术，2020，44（1）：95-98.
- [4]蔡力锋，许静，黄剑瑜，等.粉末状炭气凝胶的结构调控及其在高电压水系超级电容器中的应用[J].新型炭材料，2017，32（6）：550-556.
- [5]邵颖，胡泽宇，姚艳，等.甘氨酸衍生的双介孔掺氮有序介孔炭用于超级电容器和氧气还原[J].新型炭材料，2022，37（1）：259-276.