

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710102974.0

[51] Int. Cl.

H01G 9/26 (2006.01)

H01G 9/15 (2006.01)

H01G 9/04 (2006.01)

H01G 2/08 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 10 月 31 日

[11] 公开号 CN 101064217A

[22] 申请日 2007.4.27

[21] 申请号 200710102974.0

[30] 优先权

[32] 2006.4.28 [33] US [31] 60/795970

[32] 2006.11.20 [33] US [31] 11/602451

[71] 申请人 AVX 公司

地址 美国南卡罗来纳州

[72] 发明人 L·马雷克 J·托马斯科

S·泽德尼切克

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 丁建春 谭祐祥

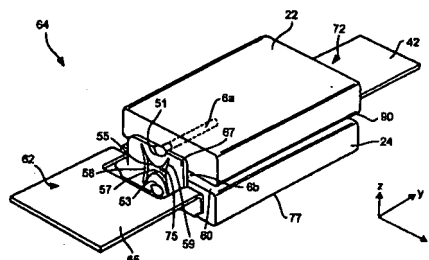
权利要求书 6 页 说明书 19 页 附图 5 页

[54] 发明名称

固体电解电容组件

[57] 摘要

本发明提供一种以方便而节约空间的包提供改进的性能特征的集成电容组件。更明确地来讲,电容组件包括第一固体电解电容元件和与第一固体电解电容元件相邻的第二固体电解电容元件。第一和第二固体电解电容元件中的每一个包括用电子管金属成分形成的阳极,这种电子管金属成分具有约 $70,000 \mu F \cdot V/g$ 或更大的荷质比,该阳极具有从约 0.1 至约 4 毫米的厚度。热导材料位于第一和第二固体电解电容元件之间并电气连接到第一和第二固体电解电容元件。热导材料在 $20^{\circ}C$ 的温度时具有约 $100W/m \cdot K$ 或更大的热导系数。壳体封装第一和第二固体电解电容元件。



1. 一种电容组件，包括：

第一固体电解电容元件；

位于所述第一固体电解电容元件附近的第二固体电解电容元件，其中，所述第一和第二固体电解电容元件均包括阳极，所述阳极用电子管金属成分形成，所述电子管金属成分具有约 $70,000 \mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ 或更大的荷质比，所述阳极具有从约 0.1 至约 4 毫米的厚度；

热导材料，所述热导材料位于所述第一和第二固体电解电容元件之间并电气连接到其上，其中，所述热导材料在 20°C 的温度时具有约 $100 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 或更大的热导系数；以及

壳体，所述壳体封装所述第一和第二固体电解电容元件。

2. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述电子管金属成分具有约 $80,000 \mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ 或更大的荷质比。

3. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述电子管金属成分具有约 $120,000 \mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ 或更大的荷质比。

4. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述电子管金属成分包括钽。

5. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述电子管金属成分包括氧化铌。

6. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述第一和第二固体电解电容元件包括覆盖所述阳极的介电膜和覆盖所述介电膜的固体电解质。

7. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述阳极具有从约 0.2 至约 3 毫米的厚度。

8. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述阳极具有从约 0.4 至约 1 毫米的厚度。

9. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述热导材料

在 20℃ 的温度时具有从约 200 至约 400 W/m-K 的热导系数。

10. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述热导材料用选自包括铜、镍、银、镍、锌、锡、钯、铅、铜、铝、钼、钛、铁、锆、镁以及它们的合金的金属形成。

11. 如权利要求 10 所述的电容组件，其特征在于：所述金属是铜或铜合金。

12. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述热导材料具有从约 0.01 至约 1 毫米的厚度。

13. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述热导材料具有从约 0.1 至约 0.2 毫米的厚度。

14. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述第一和第二固体电解电容元件以水平构造堆叠。

15. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述热导材料由导电粘合剂电气连接到所述第一和第二固体电解电容元件。

16. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：还包括：

阳极终端，所述第一和第二固体电解电容元件的第一和第二阳极引线分别电气连接到所述阳极终端；以及

阴极终端，所述第一和第二固体电解电容元件的阴极分别电气连接到所述阴极终端，其中，所述壳体留下所述阳极终端和阴极终端的暴露部分。

17. 如权利要求 16 所述的电容组件，其特征在于：所述热导材料由所述阴极终端形成。

18. 如权利要求 16 所述的电容组件，其特征在于：所述阳极终端包括具有上区域和下区域的部分，所述上区域电气连接到所述第一阳极引线，且所述下区域电气连接到所述第二阳极引线。

19. 如权利要求 18 所述的电容组件，其特征在于：所述上区域、所述下区域或二者具有 U 形形状。

20. 如权利要求 18 所述的电容组件，其特征在于：所述第一阳

极引线基本上平行于所述第二阳极引线并与所述第二阳极引线基本上水平对齐。

21. 如权利要求 18 所述的电容组件，其特征在于：所述阳极终端的所述部分包括两个或更多弓形表面，开口限定在所述这些弓形表面之间。

22. 如权利要求 18 所述的电容组件，其特征在于：所述阳极终端的所述部分位于基本上垂直于所述电容元件的底部表面的位置。

23. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：还包括另外的固体电解电容元件，所述另外的固体电解电容元件位于所述第一固体电解电容元件附近。

24. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述组件具有约 12.0 安培或更大的峰值冲击电流。

25. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述组件具有从约 14.0 至约 30.0 安培的峰值冲击电流。

26. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述组件具有约 2.5 安培或更大的最大波纹电流。

27. 如权利要求 1 所述的电容组件，其特征在于：所述组件具有约 3.5 安培或更大的最大波纹电流。

28. 一种电容组件，包括：

第一固体电解电容元件；

第二固体电解电容元件，所述第二固体电解电容元件位于所述第一固体电解电容元件附近，其中，所述第一和第二固体电解电容元件中的每一个包括阳极，所述阳极用电子管金属成分形成，所述阳极具有从约 0.1 至约 4 毫米的厚度，所述第一固体电解电容元件具有第一阳极引线，且所述第二固体电解电容元件具有第二阳极引线，其中，所述第一阳极引线基本上平行于所述第二阳极引线并与所述第二阳极引线基本上水平对齐；

阳极终端，所述阳极终端包括具有上区域和下区域的部分，所

述上区域电气连接到所述第一阳极引线，且所述下区域电气连接到所述第二阳极引线；以及

阴极终端，所述阴极终端位于所述第一和第二固体电解电容元件之间并电气连接到所述第一和第二固体电解电容元件，其中，所述阴极终端包括热导材料；以及

壳体，所述壳体封装所述第一和第二固体电解电容元件，其中，所述壳体留下所述阳极终端和阴极终端的暴露部分。

29. 如权利要求 28 所述的电容组件，其特征在于：所述电子管金属成分具有约 $70,000 \mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ 或更大的荷质比。

30. 如权利要求 28 所述的电容组件，其特征在于：所述电子管金属成分具有约 $120,000 \mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ 或更大的荷质比。

31. 如权利要求 28 所述的电容组件，其特征在于：所述电子管金属成分包括钽或氧化铌。

32. 如权利要求 28 所述的电容组件，其特征在于：所述阳极具有从约 0.4 至约 1 毫米的厚度。

33. 如权利要求 28 所述的电容组件，其特征在于：所述热导材料在 20°C 的温度时具有约 $100 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 或更大的热导系数。

34. 如权利要求 28 所述的电容组件，其特征在于：所述热导材料是铜或铜合金。

35. 如权利要求 28 所述的电容组件，其特征在于：所述第一和第二固体电解电容元件以水平构造堆叠。

36. 如权利要求 28 所述的电容组件，其特征在于：所述上区域、所述下区域或二者具有 U 形形状。

37. 如权利要求 28 所述的电容组件，其特征在于：所述阳极终端的所述部分包括两个或更多弓形表面，开口限定在所述这些弓形表面之间。

38. 如权利要求 28 所述的电容组件，其特征在于：所述阳极终端的所述部分位于基本上垂直于所述电容元件的底部表面的位置。

39. 一种形成电容组件的方法，所述方法包括：

提供第一固体电解电容元件和第二固体电解电容元件，所述第一和第二固体电解电容元件分别包括从阳极延伸的第一和第二阳极引线，其中，所述阳极用电子管金属成分形成；

提供引线框，所述引线框具有第一表面和相对的第二表面，其中，所述引线框限定阴极终端和阳极终端，且所述引线框包括热导材料；

将所述第一固体电解电容元件电气连接到所述阴极终端的第一表面；

将所述第一阳极引线焊接到所述阳极终端；

将所述第二固体电解电容元件电气连接到所述阴极终端的第二表面；

将所述第二阳极引线焊接到所述阳极终端。

40. 如权利要求 39 所述的方法，其特征在于：所述电子管金属成分具有约 $70,000 \mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ 或更大的荷质比。

41. 如权利要求 39 所述的方法，其特征在于：所述电子管金属成分具有约 $120,000 \mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ 或更大的荷质比。

42. 如权利要求 39 所述的方法，其特征在于：所述电子管金属成分包括钽或氧化钽。

43. 如权利要求 39 所述的方法，其特征在于：所述阳极具有从约 0.1 至约 4 毫米的厚度。

44. 如权利要求 39 所述的方法，其特征在于：所述阳极具有从约 0.4 至约 1 毫米的厚度。

45. 如权利要求 39 所述的方法，其特征在于：所述热导材料包括铜或铜合金。

46. 如权利要求 39 所述的方法，其特征在于：所述第一和第二固体电解电容元件以水平构造堆叠。

47. 如权利要求 39 所述的方法，其特征在于：所述阳极终端包

括具有上区域和下区域的部分。

48. 如权利要求 47 所述的方法，其特征在于：还包括将所述阳极终端的部分弯曲，然后将所述上区域焊接到所述第一阳极引线并将所述下区域焊接到所述第二阳极引线

49. 如权利要求 48 所述的方法，其特征在于：所述上区域、所述下区域或二者具有 U 形形状。

50. 如权利要求 39 所述的方法，其特征在于：所述第一阳极引线基本上平行于所述第二阳极引线并与所述第二阳极引线基本上水平对齐。

51. 如权利要求 39 所述的方法，其特征在于：将所述第一和第二阳极引线激光焊接到所述阳极终端。

52. 如权利要求 39 所述的方法，其特征在于：还包括将所述电容元件封装入壳体。

53. 如权利要求 39 所述的方法，其特征在于：还包括沿着所述壳体的周缘弯曲所述引线框的部分，以形成第一和第二表面安装终端。

固体电解电容组件

相关申请的交叉引用

本申请要求于 2006 年 4 月 28 提交的美国临时专利申请序列号 No.60/795,970 的优先权, 该申请通过参考整体地结合在本申请中。

背景技术

各种各样的现代技术应用产生对用在这些应用中的有效的电子器件和集成电路的需求。电容器是用于过滤、去耦、旁路和这些现代应用的其它方面的基本器件, 这些现代应用可包括无线通信、高速处理、联网、电路转接和许多其它应用。集成电路的速度和组装密度的引人注目的增长要求去耦电容元件技术的进步。当大电容去耦电容器经受目前的许多应用的高频率时, 性能特征就变得日益重要。由于电容器对于这些大范围的应用是基本的, 所以电容器的精度和效率是必要的。因此, 电容器设计的许多明确方面一直以来是提高电容器的性能特征的焦点。固体电解电容器(如钽电容器)一直以来对电子电路小型化起着主要作用并使得这些电路能够应用于极端环境中。例如, 通常通过将钽粉压制成小丸、烧结小丸以形成多孔体然后对多孔体进行阳极化以在烧结体上形成连续电介质氧化膜来制造钽电容器。钽阳极的电容是烧结粉末的比表面积的直接函数。因此, 为了增加电容, 可通过更精细的钽微粒的使用来实现更大的比表面积。可令人遗憾的是, 在烧结期间, 往往在精细微粒之间形成“瓶颈”。在使用期间, 当电流经过阳极时, 这些瓶颈往往过热, 从而导致电容器的损坏。

因此, 目前需要有一种电容器, 在尺寸和性能方面, 这种电容器能够满足工业要求, 而且还能够在期间避免因不充分的功率

耗散而导致的过热。

发明内容

根据本发明的一个实施例，公开一种电容组件，该电容组件包括第一固体电解电容元件和位于第一固体电解电容元件附近的第二固体电解电容元件。第一和第二固体电解电容元件中的每一个都包括用电子管金属(valve metal)成分（如钽氧化物或铌氧化物）形成的阳极，这种电子管金属成分具有约 $70,000 \mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ 或更大的荷质比。热导材料（如金属）位于第一和第二固体电解电容元件之间，其中，热导材料在 20°C 的温度时具有约 $100 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 或更大的热导系数。壳体封装第一和第二固体电解电容元件。

根据本发明的另一个实施例，公开一种电容组件，该电容组件包括第一固体电解电容元件和位于第一固体电解电容元件附近的第二固体电解电容元件。第一和第二固体电解电容元件中的每一个都包括用电子管金属成分形成的阳极。这种阳极具有从约 0.1 至约 4 毫米的厚度。第一固体电解电容元件具有第一阳极引线且第二固体电解电容元件具有第二阳极引线，其中，第一阳极引线基本上平行于第二阳极引线并与第二阳极引线基本上水平对齐。该组件还包括阳极终端，该阳极终端包括具有上区域和下区域的部分，该上区域电气连接到第一阳极引线，该下区域电气连接到第二阳极引线。阴极终端位于第一和第二固体电解电容元件之间并电气连接到第一和第二固体电解电容元件，其中，阴极终端包括热导材料。壳体封装第一和第二固体电解电容元件，其中，壳体留下阳极终端和阴极终端的暴露部分。

根据本发明的再一个实施例，公开一种形成电容组件的方法。该方法包括提供第一固体电解电容元件和第二固体电解电容元件，第一和第二固体电解电容元件分别包括从阳极延伸的第一和第二阳极引线，其中，该阳极用电子管金属成分形成。还设有引线框，该

引线框具有第一表面和相对的第二表面，其中，引线框限定阴极终端和阳极终端，而且该引线框包括热导材料。。第一固体电解电容元件电气连接到阴极终端的第一表面，且第一阳极引线焊接到阳极终端。第二固体电解电容元件电气连接到阴极终端的第二表面，且第二阳极引线焊接到阳极终端。

本发明的其它特征和方面在下面详细列出。

附图说明

针对本领域中熟练的技术人员的本发明的完整的和可实施的公开，包括其最佳实施方式，在本说明书的余下部分中参考附图进行更详细的说明，在这些附图中：

图 1 是本发明的电容组件的一个实施例的透视图；

图 2 是用在本发明中的引线框的一个实施例的剖面俯视图；

图 3 是用在本发明中的引线框的一部分的一个实施例的透视图；

图 4 是将第一固体电解电容器安装到示于图 3 中的引线框上的一个实施例的透视图；

图 5 是将示于图 4 中的第一固体电解电容器焊接到引线框的激光器的一个实施例的透视图；

图 6 是将第二固体电解电容器安装到示于图 3 中的引线框上的一个实施例的透视图；

图 7 是将示于图 6 中的第二固体电解电容器焊接到引线框的激光器的一个实施例的透视图；

图 8 是示于图 1 中的电容组件的透视图，图中示出的电容组件具有封装壳体。

在本说明书和附图中重复使用参考符号旨在表示本发明的相同的或相似的特征或元件。

具体实施方式

本领域中熟练的技术人员会理解，本论述仅是对示范性实施例的描述，且并不旨在对本发明的更广泛的方面进行限制，更广泛的方面体现在示范性释义之中。

从总体上而言，本发明涉及集成电容组件，这种集成电容组件以方便而节约空间的包提供改进的性能特征。电容组件包括彼此相邻（如堆叠）的至少两个固体电解电容元件。每个电容元件包括用电子管金属成分形成的阳极。电子管金属成分可具有高荷质比，如约 70,000 微法拉第*伏特每克（“ $\mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ ”）或更大，在某些实施例中，约 80,000 $\mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ 或更大，在某些实施例中，约 100,000 $\mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ 或更大，在某些实施例中，约 120,000 $\mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ 或更大。电子管金属成分包括电子管金属（即能够氧化的金属）或以电子管金属为基础的化合物，如钽、铌、铝、钪、钛、它们的合金、它们的氧化物和它们的氮化物等等。例如，可用电子管金属氧化物形成阳极，这种电子管金属氧化物具有金属与氧之比为 1: 小于 25 的原子比，在某些实施例中，1: 小于 2.0，在某些实施例中，1: 小于 1.5，在某些实施例中，1: 1。这种电子管金属氧化物的示例可包括铌氧化物（如 NbO）和钽氧化物等，并且在 Fife 的美国专利 No.6,322,912 中对其有详细的描述，为了所有目的，该专利通过参考整体地结合在本发明之中。

多种传统上的制造程序可通常用于形成这种阳极。在一个实施例中，首先选择具有某种颗粒尺寸的钽或铌氧化物粉末。可根据所希望的合成电容元件的电压来改变颗粒尺寸。例如，具有相对较大的颗粒尺寸（如约 10 微米）的粉末通常用于制造高压电容元件，而具有相对较小的颗粒尺寸（如约 0.5 微米）的粉末通常用于制造低压电容元件。然后选择性地将这些颗粒与粘结剂和、或润滑剂混合，以在压制颗粒以形成阳极时确保这些颗粒的相互足够地粘合在一起。适当的粘结剂可包括樟脑、硬脂和其它肥皂状脂肪酸、聚乙二醇（联合碳化物公司（Union Carbide））、甘酞树脂（通用电气公司

(General Electric))、聚乙烯醇、萘、植物蜡和微晶石蜡(净化石蜡)。可将粘结剂溶解并分散在溶剂中。示范性溶剂可包括水、丙酮、甲基异丁基醇、三氯碘甲烷、氟化碳氢化合物(氟利昂)(杜邦公司(DuPont))、醇类和氟化碳氢化合物(四氯化碳)。在使用时,粘结剂和、或润滑剂占整个重量的百分比可从约0.1%至约8%的范围内变化。不过,应理解本发明中并不要求粘结剂和润滑剂。一旦将粉末形成,就利用任何传统上的粉末压模将粉末紧压。例如,压模可以是使用模具和一个或多个冲模的单站紧压压具。或者,可使用砧型紧压压具,这种紧压压具仅使用模具和单个下冲模。可以获得单站紧压压具几种基本的类型,如凸轮、肘杆式/肘板式和偏心/曲柄压具,这些压具具有变动容量,如单动作、双动作、弹簧模、活动台板、对冲压头、螺钉、冲击、热压、压印或精压。可将粉末紧压在阳极引线(如钽线)周围。还应理解,在阳极的压制和、或烧结之后,阳极引线还可以附着(如焊接)到阳极。

在压缩之后,可通过将小丸在真空中以某种温度(如从约150℃至约500℃)加热几分钟来将粘结剂/润滑剂除去。或者,可通过用水溶液接触小丸来将粘结剂/润滑剂除去,如在为Bishop等人的美国专利No.6,197,252中所描述的那样,为了所有目的,该专利通过参考整体地结合在本发明之中。之后,将小丸烧结以形成多孔整体块。例如,在一个实施例中,可将小丸在从约1200℃至约2000℃的温度下烧结,且在某些实施例中,可将小丸在约1500℃至约1800℃的温度下在真空中烧结。在烧结时,由于颗粒之间粘合的增长,所以小丸会收缩。除了上面所描述的技术之外,还可以根据本发明使用用于形成阳极的其它任何技术,如在Galvagni的美国专利No.4,085,435、Sturmer等人的美国专利No.4,945,452、Galvagni的美国专利No.5,198,968、Salisbury的美国专利No.5,357,399、Galvagni等人的美国专利No.5,394,295、Kulkarni的美国专利No.5,495,386和Fife的美国专利No.6,322,912中所描述的技术,为了所有目的,这些

专利通过参考整体地结合在本发明之中。

不管形成颗粒的方式如何,根据本发明对阳极的厚度进行选择,以提高电容组件的电气性能。例如,每个单个电容元件的阳极的厚度(在图1中以-z方向)一般在从约0.1至约4毫米的范围内变化,在某些实施例中,在从约0.2至约3毫米的范围内变化,且在某些实施例中,从约0.4至约1毫米的范围内变化。这种相对较小的阳极厚度(即“低轮廓”)有助于由大荷质比粉末所产生的热的散逸并且还提供较短的传输路径,以减少ESR和电感。而且,虽然电容元件的组合后的阳极厚度可能会相当于传统上的单电容器的阳极厚度,但用于每个单个电容元件的小的阳极厚度允许电介质和固体电解的浸渍的提高,从而导致电气性能的提高。

还可以对阳极的形状进行选择,以提高合成电容元件的电气性能。例如,阳极可具有弯曲、正弦、矩形、U型、V型等形状。阳极还可以具有凹面形状,因为阳极具有一个或多个沟槽、凹槽、凹陷或凹口,以增加表面与体积比来减少ESR并延长电容的频率响应。例如,这种“凹面”形状的阳极在Webber等人的美国专利No.6,191,936、Maeda等人的美国专利No.5,949,639和Bourgault等人的美国专利No.3,345,545以及Hahn等人的美国专利申请No.2005/0270725中进行了描述,为了所有目的,这些专利和专利申请通过参考整体地结合在本发明之中。

可将阳极进行阳极化处理,以在多孔阳极上面和内部形成电介质膜。阳极化处理是一种电化学过程,通过这种过程将阳极金属氧化,以形成具有相对较高的介电常数的材料。例如,可将钽阳极进行阳极化处理以形成五氧化二钽(Ta_2O_5),这种五氧化二钽具有约27的介电常数“k”。这种阳极可浸入在升高温度(如约85℃)下的弱酸溶液(如磷酸)中,这种溶液在提供时具有受控电压和电流量,以形成具有某种厚度的五氧化二钽涂层。粉末的提供最初保持在恒定的电流,直到达到所要求的形成电压。之后,将粉末保持在

恒定的电压，以确保在钽小丸的表面上形成所希望的介电质量。阳极化处理电压通常在约 5 至约 200 伏特之间变化，且在某些实施例中从约 20 至约 100 伏特。除了在阳极的表面上形成之外，介电氧化膜的一部分还通常在孔的表面上形成。应理解，还可以用其它类型的材料并使用不同的技术来形成介电膜。

介电膜一旦形成，可选择涂覆保护性涂层，如用相对绝缘的（天然的或合成的）树脂材料制成的保护性涂层。这些材料可具有约大于 0.05 ohm-cm 的电阻率，在某些实施例中大于约 5 ohm-cm，在某些实施例中大于约 1,000 ohm-cm，在某些实施例中大于 1×10^5 ohm-cm，在某些实施例中大于 1×10^{10} ohm-cm。可用在本发明中的一些树脂材料包括但并不仅限于聚氨酯、聚苯乙烯、不饱和或饱和脂肪酸酯（如甘油酯）等等。例如，适当的脂肪酸酯包括但并不仅限于月桂酸酯、肉豆蔻酸酯、棕榈酸酯、硬脂酸酯、桐酸酯、油酸酯、亚油酸酯、亚麻酸酯、紫胶酮酸酯、虫胶酸酯等等。现已发现这些脂肪酸酯在用在相对复杂的组合物中以形成“干性油”时特别有用，这种干性油允许合成膜快速聚合成稳定的层。干性油可包括甘油一酸酯、甘油二酸酯和、或甘油三酸酯，这些干性油分别具有甘油酯主要成分，甘油酯主要成分分别具有一个、两个和三个酯化的脂肪酰残基。例如，可使用的适当的干性油包括但并不仅限于橄榄油、亚麻子油、蓖麻油、桐油、大豆油和虫胶。Fife 等人的美国专利 No.6,674,635 详细地描述了这些和其它保护性涂层材料，为了所有目的，该专利通过参考整体地结合在本发明之中。

之后，根据传统技术对经过阳极化处理的部分进行形成阴极的步骤。例如，可形成位于介电膜上的固体电解阴极。可通过硝酸锰（ $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ ）的热解分解来形成阴极，以形成二氧化锰（ MnO_2 ）阴极。例如，Sturmer 等人的美国专利 No.4,945,452 对这种技术进行了描述，为了所有目的，该专利通过参考整体地结合在本发明之中。或者，导电聚合物涂层可用于形成固体电解电容元件的阴极。这种

导电聚合物涂层可包括一种或多种导电聚合物，如聚吡咯、聚噻吩、聚苯胺、聚乙炔、聚苯醚以及它们的衍生物，聚噻吩如聚 3,4-乙烯二氧二噻吩 (PEDT)。而且，若有需要，还可以用多个导电聚合物层来形成导电聚合物涂层。例如，在一个实施例中，导电聚合物涂层包括用 PEDT 形成的一个层和用聚吡咯形成的另一个层。可采用不同的方法来将导电聚合物涂层涂覆到阳极部分上。例如，传统上的技术如电聚合、丝网印刷、浸涂、电泳涂层和喷涂可用于形成导电聚合物涂层。例如，在一个实施例中，用于形成导电聚合物（如 3,4-乙烯二氧噻吩）的单体可在最初与聚合催化剂混合，以形成分散液。例如，一种适当的聚合催化剂是 BAYTRON C，这种聚合催化剂是甲苯硫酸三铁和正丁醇，由拜耳公司（Bayer Corporation）出售。BAYTRON C 是用于 BAYTRON M 的可从商业上得到的催化剂，BAYTRON M 是聚 3,4-乙烯二氧噻吩，聚 3,4-乙烯二氧噻吩是同样由拜耳公司出售的 PEDT 单体。在大多数实施例中，一旦涂覆，导电聚合物就会固化。固化可在得到聚合物的每次涂覆之后出现，或者可在整个聚合物的涂覆之后出现。虽然在前面描述了各种各样的方法，但应理解用于涂覆阴极层的其它任何方法也可用在本发明之中。

一旦形成固体电解层，那么就用碳涂层（如石墨）和银涂层分别将该部分涂覆。银涂层可作为用于电容元件的可焊接导体和、或电荷收集器，碳涂层限制银涂层与固体电解质的接触。然后，可提供引线电极，如现有技术中公知的那样。每个单个电容元件的总厚度在从约 0.1 至约 4 毫米的范围内变化，在某些实施例中，在从约 0.2 至约 3 毫米的范围内变化，且在某些实施例中，从约 0.4 至约 1 毫米的范围内变化。

任何数量的固体电解电容元件可用在本发明中，如从 2 至 8 个电容元件（如 2、3 或 4），且在一个特别实施例中，用 2 个电容元件。不管所使用的电容元件的数量如何，将热导材料布置在至少两个电容元件之间，以进一步散逸由大荷质比阳极所产生的热。这就

允许电容组件应对更大的电流，更大的电流通常会导致过热。从总体上而言，在 20℃ 的温度下进行测量时，热导材料具有约 100 瓦每米-开 (W/m-K) 或更大的热导系数，在某些实施例中，约从 150 至约 500 W/m-K，且在某些实施例中，约从 200 至约 400 W/m-K。可使用任何热导材料，如导电金属（如铜、镍、银、锌、锡、钯、铅、铜、铝、钼、钛、铁、锆、镁以及它们的合金）。特别适合的导电材料包括，如铜、铜合金（如铜锆合金、铜镁合金、铜锌合金或铜铁合金）、镍和镍合金（如镍铁合金）。通常对热导材料的厚度进行选择，以优化热散逸和容积效率。例如，热导材料的厚度从约 0.01 至约 1 毫米的范围内变化，在某些实施例中，在从约 0.05 至约 0.5 毫米的范围内变化，且在某些实施例中，从约 0.1 至约 0.2 毫米的范围内变化。一种示范性热导材料是可从 Batten & Allen 公司（英国）得到的铜铁合金金属板。

可对固体电解电容元件的属性进行控制，以优化合成电容组件的性能。例如，固体电解电容元件可展示出低的等效串联电阻 (ESR)，等效串联电阻是指电容元件具有与电容串联的电阻的范围，这种等效串联电阻延迟充电和放电并导致电子电路中的损失。例如，在用 2 伏特的偏压和 100 kHz 频率下的 1 伏特信号测量时，电解电容元件可具有约小于 1 欧姆的 ESR，在某些实施例中，小于约 300 毫欧姆，在某些实施例中，小于约 200 毫欧姆，且在某些实施例中，小于约 100 毫欧姆。同样，在用 2 伏特的偏压和 100 kHz 频率下的 1 伏特信号测量时，等效串联电感 (“ESL”) 值也可以小于约 10 纳亨 (“nH”)，且在某些实施例中，小于约 1.5 nH。在以 120 Hz 的频率测量时，固体电解电容元件的电容也可以在从约 1 至约 5,000 微法拉第的范围内变化，在某些实施例中，从约 250 至约 2,500 微法拉第的范围内变化，在某些实施例中，从约 400 至约 1,000 微法拉第的范围内变化。

除了固体电解电容元件本身之外，电容组件还包括阳极终端，电容元件的阳极引线电气连接到该阳极终端。阳极引线一般基本上

相互平行并朝向相同的侧面。因此，以紧密邻接关系放置这些阳极引线，这样就提高效率，且这些引线可通过这种关系连接到阳极终端。还可将这些阳极引线基本上水平对齐（即以 x 方向）放置，这样就提高电容组件的尺寸稳定性。例如，这可以通过将一条阳极引线连接到阳极终端的上区域并将另一条阳极引线连接到阳极终端的下区域来实现。电容组件还包括阴极终端，固体电解电容元件的阴极电气连接到该阴极终端。例如，在一个实施例中，阴极终端位于电容元件之间，以使阴极终端同时作为热导材料。电容组件还包括封装单个元件的壳体，但仍将这些终端的各自的部分暴露，以形成用于电路应用的安装表面。

参看图 1，图中示出了本发明的电容组件 64 的一个特别实施例，现对该特别实施例进行详细描述。电容组件 64 包括第一固体电解电容元件 22，第一固体电解电容元件 22 与第二固体电解电容元件 24 电气连通。在此实施例中，这些固体电解电容元件具有通常呈直角棱柱形的形状并且堆叠，以使具有最大面积的表面相互邻接以优化组件 64 的容积效率。更确切地来讲，将由固体电解电容元件 22 的宽度（ $-x$ 方向）和长度（ $-y$ 方向）所限定的固体电解电容元件 22 表面 90 置于邻接于对应的固体电解电容元件 24 的表面 80。固体电解电容元件 22 和 24 可在垂直构造中堆叠，其中，表面 90 设在基本上垂直于 $-x$ 方向和、或 $-y$ 方向的平面中，且位于水平构造中，而表面 90 设在基本上垂直于 $-z$ 方向平面中。例如，在所描述的实施例中，电容元件 22 和 24 水平堆叠在垂直于 $-z$ 方向的平面中。应理解，电容元件 22 和 24 不必以相同的方向延伸。例如，电容元件 22 的表面 90 可设在基本上垂直于 $-x$ 方向的平面中，而电容元件 24 的表面 80 可设在基本上垂直于 $-y$ 方向的平面中。不过，理想的是电容元件 22 和 24 以基本上相同的方向延伸。

固体电解电容元件 22 和 24 并联连接到共用电气终端，以形成电容组件 64。例如，电容组件 64 包括阴极终端 72，阴极终端 72 电

气连接到固体电解电容元件 22 和 24 的阴极。在此特别实施例中，阴极终端 72 位于固体电解电容元件 22 和 24 之间并在最初设在基本上平行于电容组件 64 的底部表面 77 的平面中。不过，正如在下面所详细描述的那样，阴极终端 72 包括暴露部分 42，可在随后将该暴露部分 42 弯曲以形成安装端子。因此，虽然位于电容元件 22 和 24 之间的阴极终端 72 的部分通常会保持与底部表面 77 平行，但根据暴露部分 42 所弯曲的方式，可以以相对于表面 77 的多种角度中的任何一种（如垂直）将暴露部分 42 放置在最终的电容组件 64 中。

当用热导材料形成时，阴极终端 72 还可作为前面所描述的用于散逸使用期间所产生的热的热导材料。例如，可用导热的铜或铜合金形成阴极终端 72。若有需要，可如现有技术中所公知的那样用镍、银、金和锡等电镀阴极终端 72 的表面，以确保最终的部分可安装到电路板。在一个特别实施例中，阴极终端 72 的两个表面分别用镍和银电镀，而安装表面用锡焊料层电镀。不过，应理解，阴极终端不必作为热导材料，而且这些器件可以是分立的。例如，热导材料可直接或通过另外的导电元件（如金属）电气连接到阴极终端（如激光焊接、导电粘合剂等）。

电容组件 64 还包括阳极终端 62，阳极终端 62 由第一部分 65 和第二部分 67 形成。如图 1 所示，第一部分 65 与第二部分 67 成整体。不过，应理解，这些部分 65 和 67 还可以是直接或通过另外的导电元件（如金属）连接在一起的分立件。在所示出的实施例中，第一部分 65 最初设在基本上平行于电容组件 64 的底部表面 77 的平面中。不过，正如在下面所详细描述的那样，可在实质上将第一部分 65 弯曲，以形成安装端子。因此，根据第一部分 65 所弯曲的方式，可以以相对于表面 77 的多种角度中的任何一种（如垂直）将第一部分 65 放置在最终的电容组件 64 中。

阳极终端 62 的第二部分 67 设在通常垂直于电容组件 64 的底部表面 77 的平面中。第二部分 67 具有上区域 51 和下区域 53，上区域

51 电气连接到阳极引线 6a, 下区域 53 电气连接到阳极引线 6b。如图所示, 第二部分 67 将阳极引线 6a 和 6b 保持在基本上水平对齐(即以-x 方向), 以进一步提高电容组件 64 的尺寸稳定性。区域 51 和 53 还可以具有“U 形”形状, 以提高引线 6a 和 6b 的表面接触和机械稳定性。第二部分 67 还包括上弓形表面 55 和下弓形表面 57, 上弓形表面 55 和下弓形表面 57 分别位于上和下区域 51 和 53 附近。开口 75 限定在形表面 55 和 57 之间, 在将阳极终端 62 连接到电容元件 22 和 24 时, 开口 75 便于对阳极终端 62 进行操作。虽然并无要求, 但第二部分 67 还包括两个另外的相对的弓形表面 58 和 59, 这些弓形表面 58 和 59 可进一步提高第二部分 67 的强度。在以前面所描述的方式构造时, 可将阳极终端 62 用有效而实际的方式容易地连接到固体电解电容元件 22 和 24。

现对示于图 2 至图 7 中的用于形成电容组件 64 的技术的一个实施例进行详细描述。在此方面, 图 2 示出了引线框 87, 引线框 87 可用于形成根据本发明的多个电容组件。在以批量制造多个电容元件组件时, 可在将电容元件附到框 87 之后将引线框 87 切成单个组件(如图 3 所示)。为了简单起见, 将参考单个电容组件对将这些电容元件附到引线框 87 的示范性方式进行描述。

最初将导电粘合剂 89 涂覆到阴极终端 72 的表面 33 上。导电粘合剂 89 可包括, 例如, 含在树脂混合物中的导电金属颗粒。金属颗粒可以是银、铜、金、铂、镍、锌和铋等。树脂混合物可包括热固树脂(如环氧树脂)、固化剂(如酸酐)和偶联剂(如硅烷偶联剂)。一种特别适用的粘合剂是可从埃默森·卡明公司(Emerson and Cuming)以“Amicon CE 3513”得到的含有银的环氧树脂。Osako 等人的美国专利申请 No.2006/0038304 对其它适当的导电粘合剂进行了描述, 为了所有目的, 该专利申请通过参考整体地结合在本发明之中。可利用多种技术中的任何一种来将导电粘合剂 89 涂覆到阴极终端 72 上。例如, 可以采用印刷技术, 因为印刷技术具有实用和节

约成本的优点。

如示于图 4 中的方向箭头所指明的那样, 阳极终端 62 的第二部分 67 向上弯曲, 以使部分 67 位于基本上垂直于电容元件 22 的表面 90 的位置。之后, 将电容元件 22 置于阴极终端 72 的表面 33 上, 以使电容元件 22 的底部表面 90 接触粘合剂 89 且阳极引线 6a 由上 U 形区域 51 容纳。然后, 利用现有技术中公知的任何技术将阳极引线 6a 电气连接到上区域 50, 现有技术中公知的技术如机械焊接、激光焊接和导电粘合剂等。例如, 如图 5 所示, 可利用激光器 97 将阳极引线 6a 焊接到上区域 51。激光器通常具有谐振腔, 这些谐振腔包括激光介质和能量源, 激光介质能够通过受激发射来释放光子, 能量源激发激光介质的元素。适当的激光器的一种类型是其中的激光介质包括掺钕 (Nd) 铝钇石榴石 (YAG) 的激光器。受激颗粒是钕离子 Nd^{3+} 。能量源可向激光介质提供连续的能量, 以发射脉冲激光束。在将阳极引线 6a 电气连接到阳极终端 62 时, 就可将导电粘合剂 89 固化。例如, 可使用热压来施加热和压力, 以确保电容元件 22 由粘合剂 89 充分地粘合到阴极终端 72。加热温度和时间通常以粘合剂的固化温度 (例如, 对于 Amicon CE 3513 来讲, 约 195°C , 时间为 10 秒钟) 为基础。

参看图 6, 然后将导电粘合剂 89 涂覆到相对的阴极终端 72 的表面 35 上。接着将第二电容元件 24 置于阴极终端 72 的表面 35 附近, 以使第二电容元件 24 的顶部表面 80 接触粘合剂 99 且阳极引线 6b 由下 U 形区域 53 容纳。然后通过如图 7 所示的激光焊机 97 将阳极引线 6b 电气连接到下区域 53。若有需要, 还可在焊接期间将激光焊机 97 置于电容组件 64 的另一侧面上, 以减少与组件的其它器件干扰的程度。如在前面所描述的那样, 可使用热压来施加热和压力, 以确保电容元件 24 由粘合剂 99 充分地粘合到阴极终端 72。不过, 应理解, 粘合剂 89 和 99 可同时固化, 这样就不要求单独的热压步骤。

一旦将这些电容元件附着, 就将引线框封装在树脂壳体内, 如“V壳体”、“D”壳体或“Y”壳体(AVX公司), 然后可用二氧化硅或任何公知的其它封装材料填充树脂壳体。这种封装壳体的一个实施例在图8中示出为元件58。封装壳体58向电容组件64提供另外的结构性保护和热保护。在封装之后, 将阳极和阴极终端62和72各自的暴露部分65和42修切并沿着壳体58的外侧(如以约90°的角)弯曲。这样, 部分65和42就形成用于成品电容组件64的J形引线, 但根据本发明也可形成其它任何公知的构造。合成的电容组件64包括可安装到所希望的表面上的表面77。

作为本发明的结果, 可形成展示出良好电气性能的电容组件。例如, 由于本发明终端电容组件具有散热能力, 所以可实现相对较高的峰值冲击电流和波纹电流。例如, 峰值冲击电流可以约为12.0安培或更大, 在某些实施例中, 约为13.0安培或更大, 且在某些实施例中, 从约14.0至约30.0安培。同样, 最大波纹电流(即在100 kHz的频率时将电容组件的温度升高到10℃所要求的电流)也可以约为2.5安培或更大, 在某些实施例中, 约为3.0安培或更大, 且在某些实施例中, 约为3.5安培或更大。在用2伏特的偏压和100 kHz频率下的1伏特信号测量时, 电容组件的等效串联电阻也可小于约60毫欧姆, 在某些实施例中, 小于约50毫欧姆, 且在某些实施例中, 小于约35毫欧姆。还相信电容组件的耗散因数(DF)也可保持在相对较低的水平。耗散因数(DF)一般指在电容组件中出现的损失且通常用理想性能的百分比表示。例如, 在以120 Hz的频率测量时, 本发明中的电容组件的耗散因数通常小于约15%, 且在某些实施例中, 小于约5%。同样, 在以120 Hz的频率测量时, 组件的电容量可从约100至5,000 μF 的范围内变化, 在某些实施例中, 可从约150至1,500 μF 的范围内变化, 且在某些实施例中, 可从约200至800 μF 的范围内变化。

通过参考下面的示例, 可对本发明有更进一步的了解。

测试程序

等效串联电阻 (ESR)、电容和耗散因数:

利用 Angilent 4284A Precision 电感电容电阻测定计对等效串联电阻进行测量, 这种 Angilent 4284A Precision 电感电容电阻测定计具有 Angilent 16089B 开氏引线, 这种 Angilent 16089B 开氏引线具有 2 伏特的偏压和 1 伏特的信号。工作频率为 100 kHz。也将湿到干电容的百分比确定。“干电容”是石墨和银层的涂覆之后的电容, 而“湿电容”是在液体电解质中测量的电介质层的形成之后的电容。通过将湿电容除以干电容然后减去“1”之后再乘以“100”来确定湿到干电容的百分比。

泄漏电流:

用英国 Mantracourt Electronics 有限公司制造的 MC 190 漏电测试装置测量泄漏电流 (“DCL”)。MC 190 测试在 25℃ 的温度下并在某个额定电压的 10 秒钟之后测量泄漏电流。

击穿电压:

电容器的击穿电压值通过在恒定的电流时以 0.5 伏特的增量增加所加的电压来确定。将电容器损坏时的电压记录为击穿电压。

峰值冲击电流:

为了确定峰值冲击电流, 将实测电容器穿过 5 千欧姆的电阻器以额定电压预充电 45 秒钟, 然后放电。然后将预先充到 $1.1 \times$ 额定电压的电解电容器穿过 0.33 欧姆的电阻器放电到实测电容器。在仅几微秒之后, 电路中的电流达到其峰值或最大值, 然后降低, 并具有电路的 RC 常数。用 “PLUT” 测试装置 (Placepower 英国有限公司) 监控最大电流。

波纹电流:

波纹电流是在 100 kHz 的频率时将电容组件的温度升高到 10℃ 所要求的电流。利用 Fluke Scopemeter® 99B (Fluke 公司) 测量电流,

然后用 Inframetrics ThermoCam™ PM250 (马萨诸塞州波士顿市 Flir 系统公司) 测量电容器的温度。

示例 1

如前面所描述并在图 1 至图 8 示出的那样用两个钽电容元件构成电容组件。用于形成每个电容元件的钽粉末具有 $150,000 \mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ 的荷质比 (可从 H.C. Starck 公司得到)。利用公知的技术压制钽粉末, 以使合成的小丸具有约 5.35 毫米的长度、3.7 毫米的宽度和 0.75 毫米的厚度。将这些小丸以 1245°C 烧结 10 分钟。以 15 伏特的电压对这些小丸进行阳极化处理, 用二氧化锰浸渍, 然后用前面所描述的方式用石墨和银层涂覆。每个单个的钽部分具有约 $500 \mu\text{F}$ 的电容。然后将这些部分像前面所描述的那样与共用阳极终端和阴极终端并联, 以使组件的最终电容约为 $1000 \mu\text{F}$ 且额定电压为 4 伏特。将这些电容组件封装在壳体之中, 该壳体具有约 7.5mm 的长度、约 4.5mm 的宽度和约 3.1mm 的高度 (“D” 壳体, AVX 公司)。

比较示例 1

用具有 $150,000 \mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ 的荷质比的钽粉末 (可从 H.C. Starck 公司得到) 形成单钽电容器。利用公知的技术压制钽粉末, 以使合成的小丸具有约 5.00 毫米的长度、3.7 毫米的宽度和 1.95 毫米的厚度。将这些小丸以 1245°C 烧结 10 分钟。以 15 伏特的电压对这些小丸进行阳极化处理, 用二氧化锰浸渍, 然后用前面所描述的方式用石墨和银层涂覆。合成的钽部分具有约 $1000 \mu\text{F}$ 的电容。用传统上的技术将这些电容器终结并封装在壳体之中, 该壳体具有约 7.5mm 的长度、约 4.5mm 的宽度和约 3.1mm 的高度 (“D” 壳体, AVX 公司)。对示例 1 和比较示例 1 的 10 至 50 个试样的各种电性能进行了测试。测试结果在下面的表 1 中列出。

表 1: 电性能比较

(测量值的平均值)

参数	比较示例 1	示例 1
----	--------	------

电容 (μF)	893.00	1070.00
湿到干电容 (%)	42.70	10.30
耗散因数 (%)	54.60	19.30
ESR ($\text{m}\Omega$)	78.00	32.00
DCL (μA)	11.38	7.45
击穿电压 (V)	11.80	14.10
冲击故障可能性 (%)	0.70	0.05
峰值冲击电流 (A)	11.60	14.00
最大波纹电流 (A)	2.00	3.50

如表中所示, 本发明中的电容组件展示出优于比较试样的电性能。

示例 2

如前面所描述并在图 1 至图 8 示出的那样用两个氧化铌 (“NbO”) 电容元件构成电容组件。用于形成这些电容元件的氧化铌粉末具有 $80,000 \mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ 的荷质比 (可从 H.C. Starck 公司得到)。利用公知的技术压制氧化铌粉末, 以使合成的小丸具有约 5.35 毫米的长度、3.7 毫米的宽度和 0.75 毫米的厚度。将这些小丸以 1380°C 烧结 10 分钟。以 27 伏特的电压对这些小丸进行阳极化处理, 用二氧化锰浸渍, 然后用前面所描述的方式用石墨和银层涂覆。每个单个的氧化铌部分具有约 $110 \mu\text{F}$ 的电容。然后将这些部分像前面所描述的那样与共用阳极终端和阴极终端并联, 以使组件的最终电容约为 $220 \mu\text{F}$ 且额定电压为 4 伏特。将这些电容组件封装在壳体之中, 该壳体具有约 7.5mm 的长度、约 4.5mm 的宽度和约 3.1mm 的高度 (“D” 壳体, AVX 公司)。

示例 3

除了将阳极开槽且采用 21 伏特的形成电压之外, 如示例 2 所描述的那样构成电容器。开槽阳极具有两个平行的凹槽, 这两个平行的凹槽沿着阳极的整个长度在每个侧面延伸 (-x 方向)。每个凹槽

具有 0.4 毫米的宽度和 0.25 毫米的厚度。开槽阳极具有 5.35 毫米的长度、3.7 毫米的宽度和 0.76 毫米的厚度。

比较示例 2

用有 $80,000 \mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ 的荷质比（可从 H.C. Starck 公司得到）的氧化铌粉末构成单氧化铌电容器。利用公知的技术压制氧化铌粉末，以使合成的小丸具有约 4.10 毫米的长度、3.7 毫米的宽度和 1.95 毫米的厚度。将这些小丸以 1380°C 烧结 10 分钟。以 27 伏特的电压对这些小丸进行阳极化处理，用二氧化锰浸渍，然后用前面所描述的方式用石墨和银层涂覆。合成部分具有约 $220 \mu\text{F}$ 的电容。用传统上的技术将这些电容器终结并封装在壳体之中，该壳体具有约 7.5mm 的长度、约 4.5mm 的宽度和约 3.1mm 的高度（“D”壳体，AVX 公司）。

比较示例 3

除了将阳极开槽且在 27 伏特的电压时进行阳极化处理之外，如比较示例 2 所描述的那样构成单氧化铌电容器。开槽阳极具有两个平行的凹槽，这两个平行的凹槽沿着阳极的整个长度在每个侧面延伸（-x 方向）。阳极的角成圆形。每个凹槽具有 0.4 毫米的宽度和 0.25 毫米的厚度。开槽阳极具有 4.90 毫米的长度、3.6 毫米的宽度和 1.95 毫米的厚度。对示例 2 和示例 2 以及比较示例 2 和 3 的 10 至 50 个试样的各种电性能进行了测试。测试结果在下面的表 2 中列出。

表 2: 电性能比较

（测量值的平均值）

参数	比较示例 2	比较示例 3	示例 2	示例 3
电容 (μF)	211.00	219.00	229.00	225.00
湿到干电容 (%)	-14.00	-12.40	-9.80	-8.00
耗散因数 (%)	3.50	2.30	1.60	1.70
ESR ($\text{m}\Omega$)	82.00	48.00	31.00	29.00

DCL (μA)	0.87	0.67	0.84	1.36
击穿电压 (V)	12.10	12.80	13.70	13.90
冲击故障可能性(%)	0.70	0.40	0.03	0.02
峰值冲击电流 (A)	12.00	14.00	14.50	14.80
最大波纹电流 (A)	1.50	2.80	3.40	3.60

如表中所示,本发明中的电容组件展示出优于比较试样的电性能。

本领域中熟练的技术人员可实施本发明的这些和其它修改及变化,而并不背离本发明的精神和范围。此外,应理解,可全部或部分地将各种实施例的方面进行互换。而且,本领域中熟练的技术人员可以理解,前面进行的描述仅作为示例,且并不旨在对本发明进行限制,本发明由所附的权利要求书进行限制。

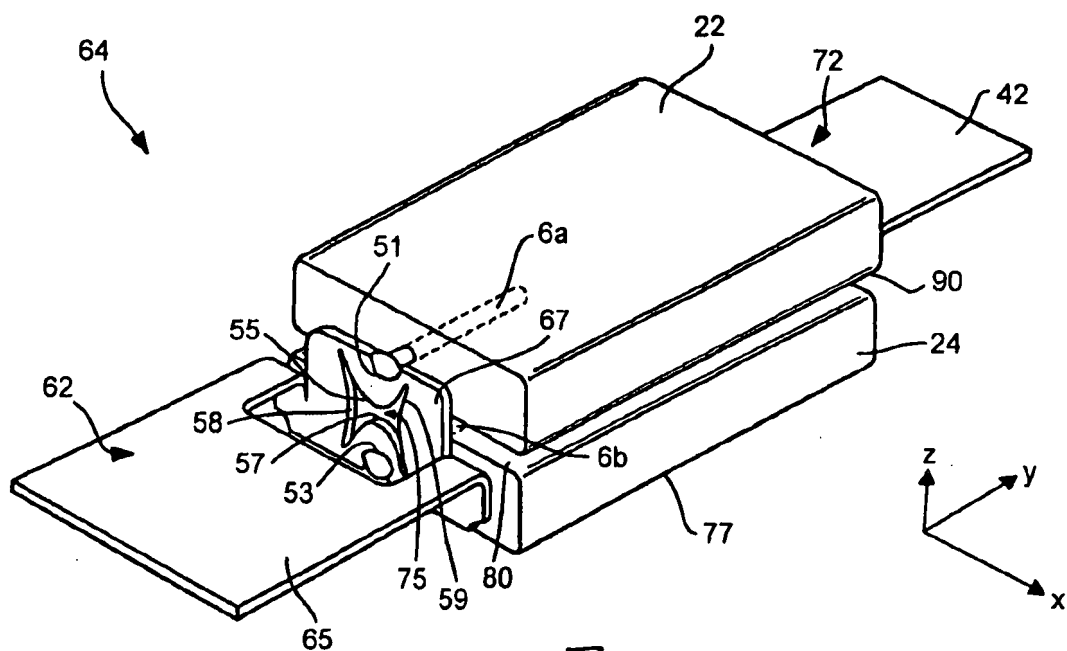


图 1

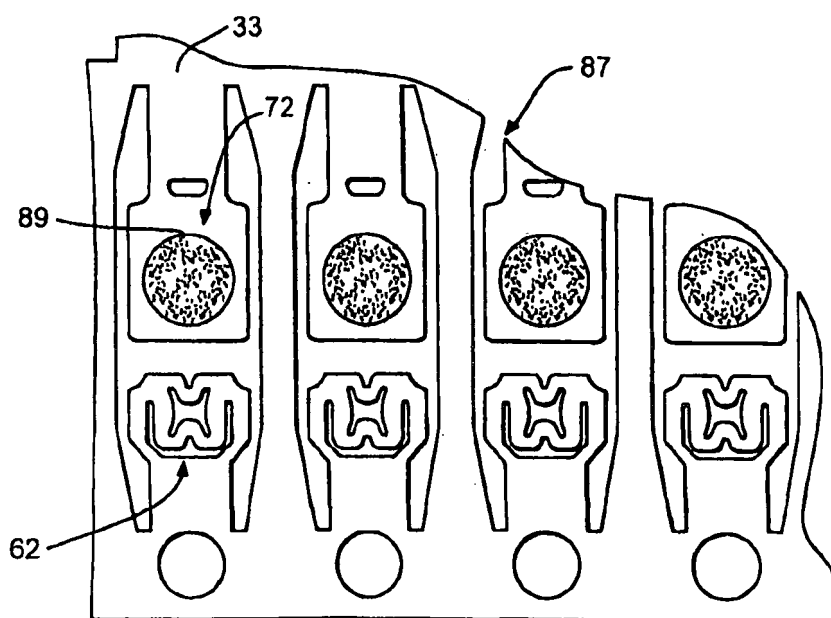
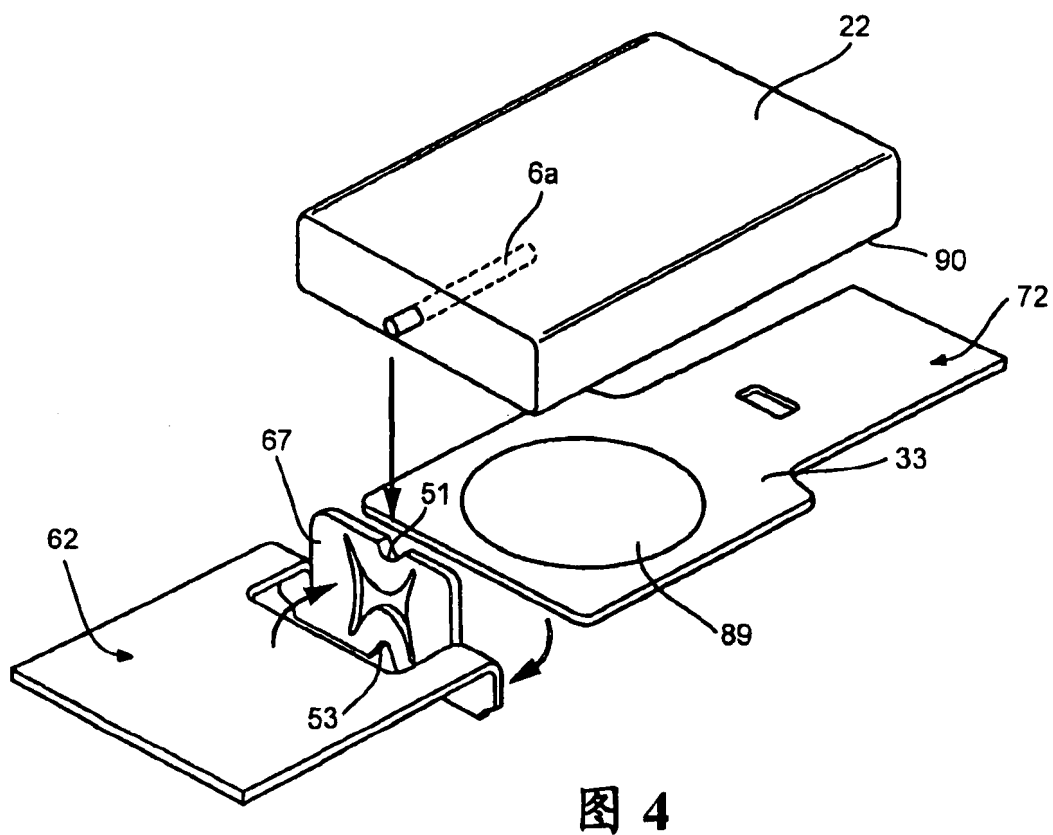
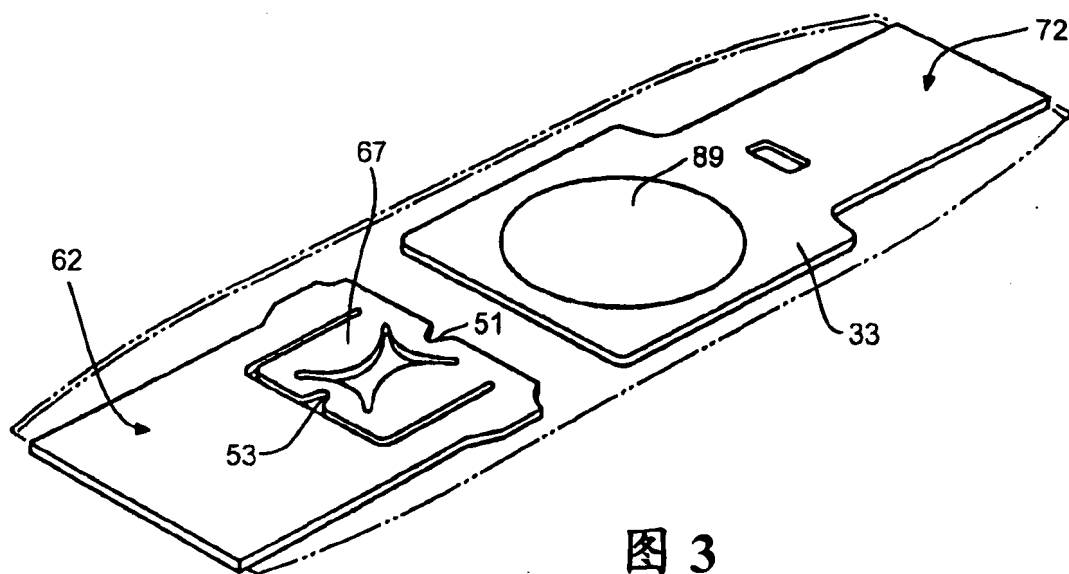


图 2



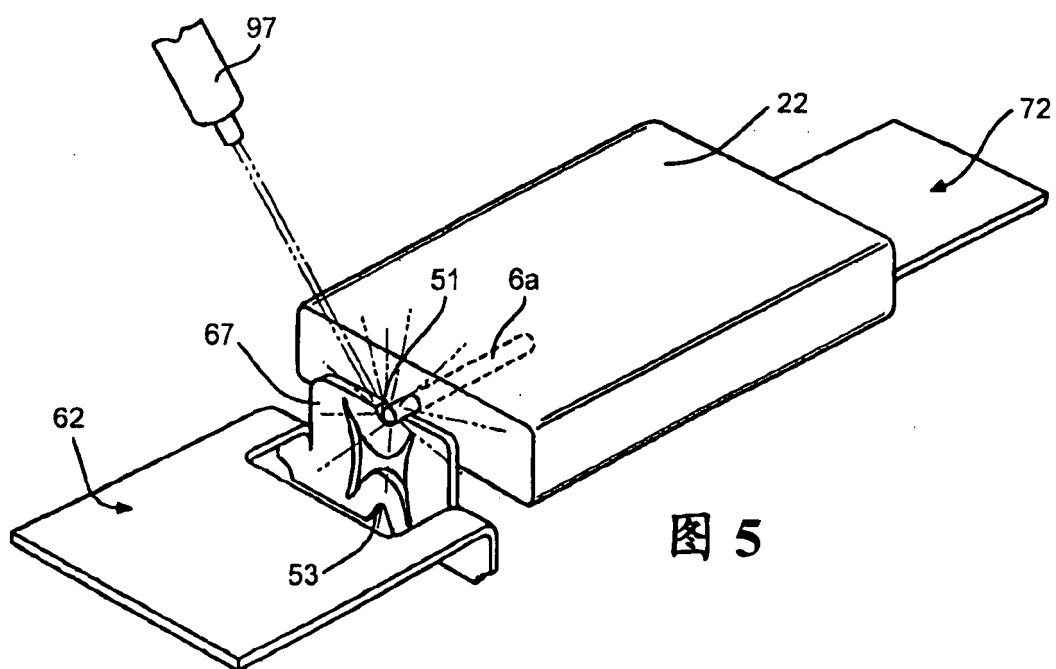


图 5

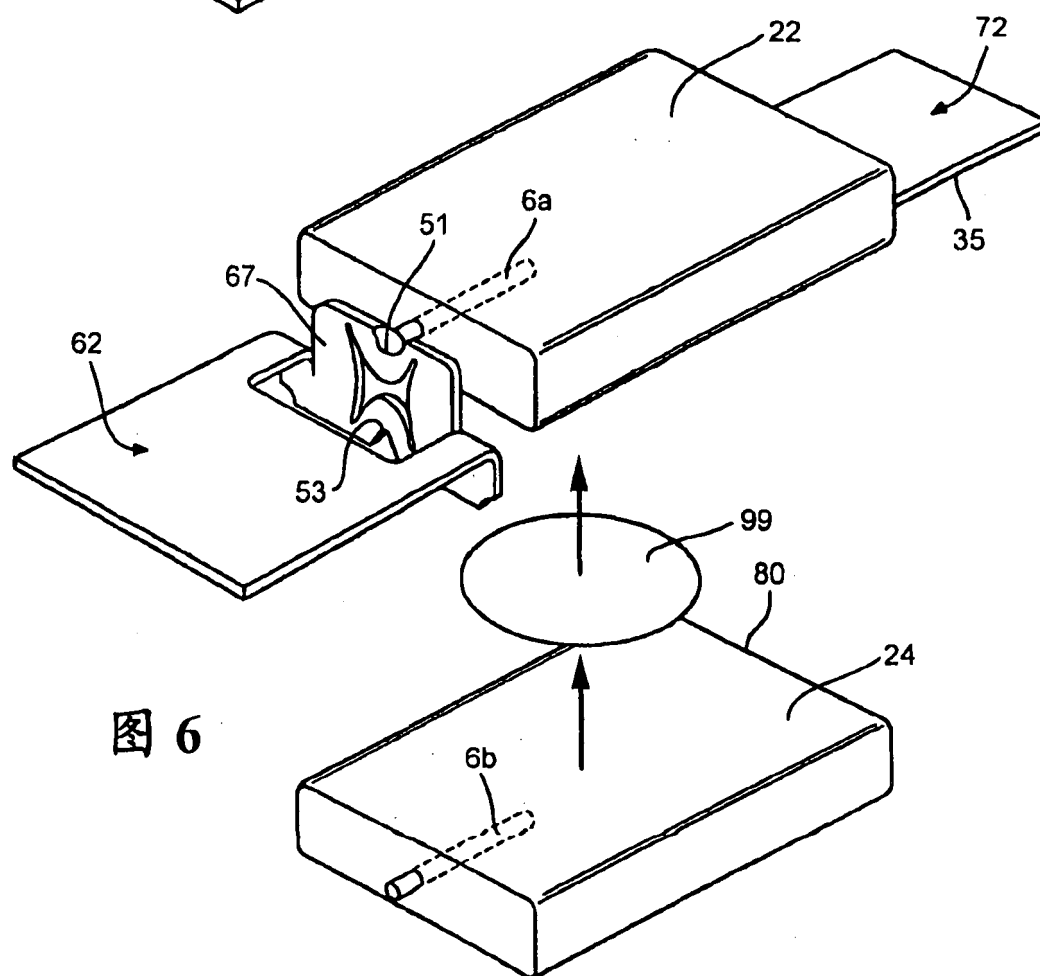


图 6

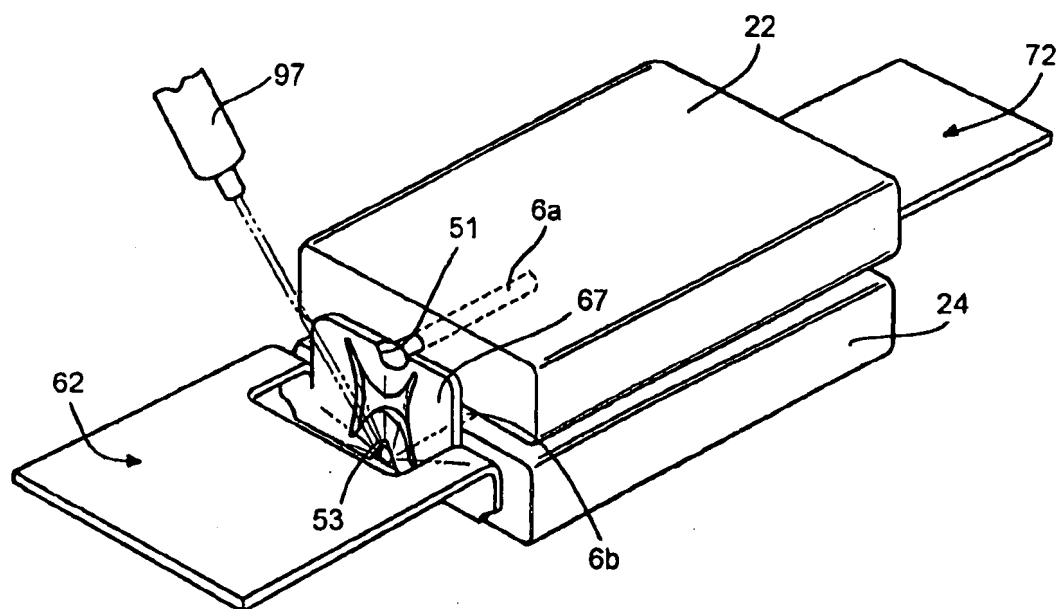


图 7

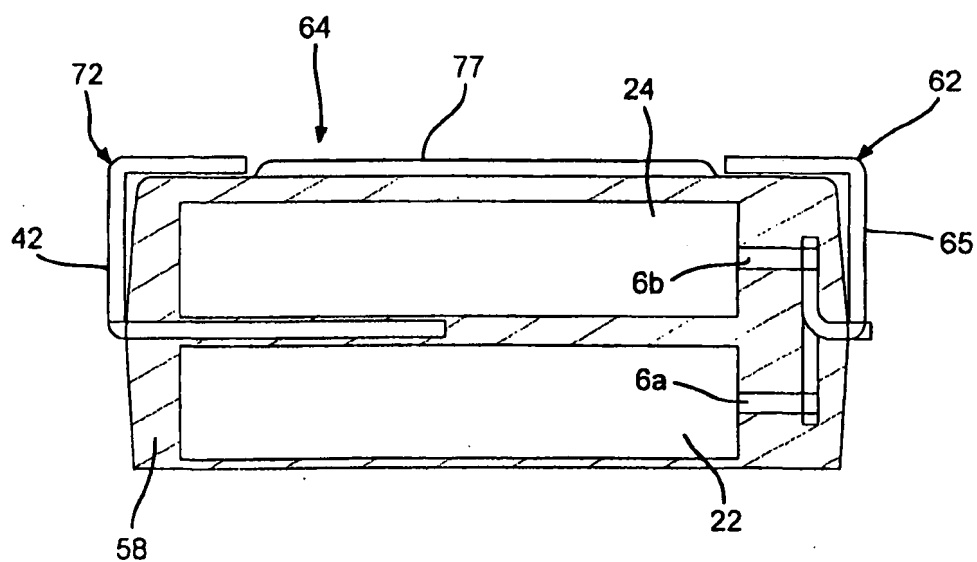


图 8

Solid Electrolytic Capacitor Assembly

An integrated capacitor assembly that offers improved performance characteristics in a convenient and space-saving package is provided. More specifically, the capacitor assembly contains a first solid electrolytic capacitor element and second solid electrolytic capacitor element positioned adjacent to the first solid electrolytic capacitor element. The first and second solid electrolytic capacitor elements each contain an anode formed from a valve metal composition having a specific charge of about 70,000 $\mu\text{F}\cdot\text{V/g}$ or more, the anode having a thickness of from about 0.1 to about 4 millimeters. A thermally conductive material is positioned between the first and second solid electrolytic capacitor elements and electrically connected thereto. The thermally conductive material has a coefficient of thermal conductivity of about 100W/m-K or more at a temperature of 20°C. A case encapsulates the first and second solid electrolytic capacitor elements.