

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-287174

(P2006-287174A)

(43) 公開日 平成18年10月19日(2006.10.19)

(51) Int. Cl.

H01G 9/058 (2006.01)

F I

H01G 9/00 301A

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2005-279797 (P2005-279797)
 (22) 出願日 平成17年9月27日 (2005.9.27)
 (31) 優先権主張番号 10-2005-0027201
 (32) 優先日 平成17年3月31日 (2005.3.31)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 305050214
 コーチップ・カンパニー、リミテッド
 大韓民国 ソウル、ガムチュング、ガサン
 ードン、219-8
 (74) 代理人 230101177
 弁護士 木下 洋平
 (74) 代理人 100070518
 弁理士 桑原 英明
 (72) 発明者 ユウ・タック・キム
 大韓民国 キョンギード、グワンミョン
 シ、グワンミョンードン、リバーヴィル
 202 ホ、741-1

最終頁に続く

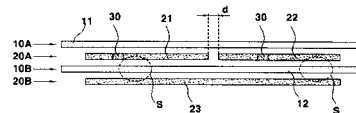
(54) 【発明の名称】 高電圧電気二重層キャパシタ

(57) 【要約】

【課題】 単位セルの構造を改善することにより、耐電圧及び動作電圧を向上させた高電圧電気二重層キャパシタを提供すること。

【解決手段】 本発明による電気二重層キャパシタは、少なくとも3つの電極を有する単位セルを備える。単位セルは、一つの絶縁紙からなる第1の絶縁紙層と、少なくとも2つの電極からなる第1の電極層と、一つの絶縁紙からなる第2の絶縁紙層と、少なくとも一つの電極からなる第2の電極層が順に積層された構造を有することを特徴とする。本発明によれば、電極の対向面の数が増加し、増加した対向面の数に比例して耐電圧及び動作電圧を向上し、高いエネルギー貯蔵密度を持つ。また、単セルとしても製品に適用ができ、電気二重層キャパシタのモジュールを小型化でき、モジュールの作製の際に単位セル別の電圧バランスを維持するための保護回路を必要としないという効果を有する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電極と絶縁紙とが交互に積層され構成された単位セルを有する電気二重層キャパシタにおいて、

前記電極が少なくとも3つであることを特徴とする、
電気二重層キャパシタ。

【請求項 2】

前記単位セルが、一つの絶縁紙からなる第1の絶縁紙層と、少なくとも2つの電極からなる第1の電極層と、一つの絶縁紙からなる第2の絶縁紙層と、少なくとも一つの電極からなる第2の電極層とが順に積層されている、請求項1の電気二重層キャパシタ。

10

【請求項 3】

前記単位セルが、一つの絶縁紙からなる第1の絶縁紙層と、少なくとも一つの電極からなる第1の電極層と、一つの絶縁紙からなる第2の絶縁紙層と、少なくとも2つの電極からなる第2の電極層とが順に積層されている、請求項1の電気二重層キャパシタ。

【請求項 4】

前記第1の電極層が水平に配置された少なくとも2つの電極からなり、前記電極間の間隔が0.5mm~20mmである、請求項2の電気二重層キャパシタ。

【請求項 5】

前記第2の電極層が水平に配置された少なくとも2つの電極からなり、前記電極間の間隔が0.5mm~20mmである、請求項3の電気二重層キャパシタ。

20

【請求項 6】

前記単位セルの耐電圧及び動作電圧が5.0~10.0Vである、請求項1乃至5の何れかの電気二重層キャパシタ。

【請求項 7】

前記電気二重層キャパシタが一つの単位セル(単セル)を有する、請求項1乃至5の何れかの電気二重層キャパシタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高電圧電気二重層キャパシタに関し、より詳しくは、単位セル(unit cell)の構造を改善することにより、耐電圧及び動作電圧を向上させた電気二重層キャパシタに関する。

30

【背景技術】

【0002】

電気二重層キャパシタ(EDLC; Electric Double Layer Capacitor)は、絶縁紙を挟んで正極と負極との二つの電極を互に対向して配置し、対向面にそれぞれ符号の異なる一对の電荷層(電気二重層)が生成されたことを用いたエネルギー貯蔵媒体であり、これは、継続的な充電/放電が可能な素子である。このような電気二重層キャパシタは、種々の電気・電子機器の補助電源、ICバックアップ電源などに主に使用されており、最近では、玩具、産業用電源、UPS(UNINTERRUPTED POWER SUPPLY)、太陽熱エネルギーの貯蔵、HEV/ EV SUV POWERなどに至るまで幅広く応用されている。

40

【0003】

電気二重層キャパシタは、一般的にケース内に単位セルを組み込み、電解質を収容することにより作製される。このとき、単位セルは、電極と絶縁紙とが交互に積層され、巻回されて構成され、通常に電気二重層キャパシタに要求される定格電圧及び容量を有するように上記のような単位セルが2つ以上直列または並列に接続され、電気二重層キャパシタを構成する。これを図1乃至図4を参照してより詳しく説明すると、次のようになる。図1は、従来技術による単位セルの積層構造を示す断面構成図であり、図2は、前記図1に示す単位セルが巻回された様子を示す斜視図であり、図3は、前記図2に示す単位セルが圧着されている様子を示す斜視図である。また、図4は、図1に示す単位セルの電荷分

50

布及び分極している様子を示す断面模式図である。

【0004】

図1及び図2を参照して、従来の技術による単位セルは、絶縁紙1a、1bと電極2a、2bとをそれぞれ2つずつ使用するが、二つの電極2a、2bが互いに絶縁するように、電極2a、2bと絶縁紙1a、1bとを交互に積層し、ロール状に巻回して構成した。すなわち、従来は、単位セルを構成するにあたって、先ず、図1に示すように、一つの絶縁紙1aからなる第1の絶縁紙層1Aと、一つの電極2aからなる第1の電極層2Aと、一つの絶縁紙1bからなる第2の絶縁紙層1Bと、一つの電極2bからなる第2の電極層2Bとを順に積層していた。

【0005】

そして、上記のように積層された積層体を、図2に示すようにロール状に巻回して単位セルを構成した。このとき、電極2a、2bは、外部から印加される電気の符号により正極(+)または負極(-)とその符号が決定され、このような電極2a、2bには、外部から電気を印加するための端子2a'、2b'が引き出されている。

【0006】

図4は、第1の電極層2Aが負極(-)、第2の電極層2Bが正極(+)の符号を示す様子を示している。

上記のようにロール状に巻回された単位セルは、円筒状のケースにそのまま組み込まれたり、あるいは、図3に示すように圧着されている場合には、角状または袋(通常のパウチ)状のケースに組み込まれることが一般的である。

【0007】

以上説明したように、従来は、単位セルを構成するにあたって、2つの電極2a、2bを有するように構成していた。すなわち、第1の電極層2Aと第2の電極層2Bとを備えるが、各電極層は、一つの電極から構成して、単位セルを構成する電極は、正極(+)または負極(-)として2つの電極2a、2bを有するように構成していた。また、単位セルは、図4に示すような電荷分布を持ちながら、第1の電極層2Aと第2の絶縁紙層1B、かつ、第2の絶縁紙層1Bと第2の電極層2Bとで正電荷(+)と負電荷(-)とが分極され、一つの単位セルには2箇所の電荷層(電気二重層)が生成される。

【0008】

しかし、このような構造を有する従来の技術による単位セルは、耐電圧(Surge Voltage)が3.0V以下、一般的には動作電圧(Operating Voltage)が2.3V~2.7Vと低く、実際の電子製品に適用するための動作電圧を持たせるためには、単位セルを二つ以上直列に接続して使用しなければならないという問題点があった。

【0009】

電気二重層キャパシタは、既存の他のキャパシタとは異なり、活性炭電極を用いて対向面積(比表面積)を増やし、電解質を用いて容量を向上させたもので、上述のように、対向する2つの電極2a、2bが当接しないようにする2つの絶縁紙1a、1bを有する。特に、図2に示すロール状が適用される円筒状は、その容量を向上させるために、円状に巻回して前、後に対向するようにしたものであり、これは、結局、対向面を増やしたものであると言える。しかし、これは、下記の式のように静電容量を増やすことはできるが、電圧の増加とは全く関係ない。

$$C = \epsilon \cdot S / d$$

(式中、C:静電容量、 ϵ :誘電体の誘電率、S:電極の断面積、d:対向する電極と電極との間の距離を表す。)

【0010】

また、瞬間充電/放電が可能なエネルギー貯蔵媒体である電気二重層キャパシタは、電池に比べて出力特性はよいが、放電と同時に電圧が漸次低下し、単位セル当たり低い電圧を有することにより、エネルギー貯蔵密度が電池に比べて小さい。これにより、電池の出力用補助電源及びその他の電気電子装置の補助電源装置として使用されることが一般的だった。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

IC及びバックアップ電源製品を含むほぼ殆どの電子製品は、動作電圧が1.8V以上、好ましくは、3V以上から、高くは電気自動車用の場合、48Vまでの広い電圧範囲での使用を必要とする。これにより、このような製品に使用するためには2つ以上の単位セルを直列に接続して動作電圧を少なくとも5Vに増加させてから使用しており、産業用機器、電気自動車用、UPSに使用するために10Vから48Vまで十個から百個までの単位セルを直列/並列に接続して使用している。

【 0 0 1 2 】

しかし、2つ以上の各単位セル(3.0V以下)を外部の直列接続でキャパシタの動作電圧を増加させる場合には、必然的に生じる各単位セル間のバランス問題を解決しなければならないという問題点もあった。具体的に、単位セルの容量、等価直列抵抗(ESR)、漏れ電流などを考慮し、キャパシタの全体動作電圧が一つの単位セルに集中しないように抵抗、ダイオード、その他のICなどの電圧バランス保護回路を必要とする。このとき、最も重要なのは、上記のパッケージングもやはり全体の動作電圧の余裕を与えるために一つ程度の単位セルをさらに追加して全体の電圧分配を各単位セルの動作電圧よりも著しく低くして作製しなければならないことである。すなわち、安定して使用するためにはセル当たり2.0V付近でモジュールを作製しなければならなかった。

10

【 0 0 1 3 】

一方、エネルギー貯蔵媒体は、貯蔵できるエネルギーの量に対して固有の値で表している。電池の場合には、1AH(1A電流を1時間の間で使用できる貯蔵容量)に表す。電池の安定した電圧範囲を有しているためである。しかし、電気二重層キャパシタの場合には、F(Farad)に表す。これは、電気二重層キャパシタの電圧が放電と同時に変化するために、一般的な蓄電器(キャパシタ)の容量表記法によりFに表したものである。

20

【 0 0 1 4 】

また、超高容量電気二重層キャパシタというと、既存のmF、uFなどの容量を有するコンデンサに比べて少なくとも1、000倍、多くは百万倍となるため、超高容量という。しかし、従来の電気二重層キャパシタは、その電圧において、前述したように、既存の電池やコンデンサに比べて非常に低い動作電圧を有している。

【 0 0 1 5 】

エネルギーの貯蔵に関する一つの資料となるエネルギー貯蔵量は、電池及びコンデンサと同様に電気二重層キャパシタにおいてもエネルギーの量を比較できるいい指標と言える。エネルギー貯蔵量は、下記の式により求められる。

30

$$\text{最大エネルギー貯蔵量}(J) = 1/2 C V^2$$

(式中、Cは、セル当たりの静電容量(F)、Vは、セルに印加可能な電圧である。)

【 0 0 1 6 】

上記の式から明らかなように、最大エネルギー貯蔵量は、容量に比例するが、電圧には二乗に比例するということが分かる。すなわち、同じ面積で電圧を2倍増加させると、最大エネルギー貯蔵量は、4倍増加するが、容量を2倍増加させると、最大エネルギー貯蔵量は、2倍の増加のみが生じる。よって、電気二重層キャパシタの使用できる最大エネルギーの量を増加させる最もよい方法は、電圧を増加させることと言える。

40

【 0 0 1 7 】

しかし、前述のように、従来には、単位セルを直列に接続して動作電圧を向上させているが、このような方法は、単位セルの容量、容量変化率、ESR、抵抗変化率、漏れ電流、漏れ電流変化率などの反復サイクルにより単位セル間の電圧バランスが崩れながら、何れか一つの単位セルに高い電圧がかかるという問題点があった。つまり、電解質物質が分解(3.0V以上の電圧が印加される場合、電解質が分解される)され、内部抵抗が増加し、静電容量の低下するなどの問題があった。

【 0 0 1 8 】

従って、電気二重層キャパシタの耐電圧及び動作電圧の増加は、当分野で解決すべき最も重要な技術的課題と言える。このとき、内部抵抗、静電容量、急速充電/放電、瞬間高

50

出力特性などのその他に要求される電気二重層キャパシタの物理的特性が保証される必要がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

本発明は、上記問題点に鑑みなされたものであり、単位セルを構成するにあたって、単位セル内に電極の数を増加させることにより、耐電圧及び動作電圧を向上させて高いエネルギー密度を有し、高い充電/放電特性を有する高電圧電気二重層キャパシタを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0020】

上記の目的を達成するため、本発明による高電圧電気二重層キャパシタは、電極と絶縁紙とが交互に積層され構成された単位セルを有する電気二重層キャパシタにおいて、前記電極が少なくとも3つである電気二重層キャパシタを提供することを特徴する。

具体的に、本発明による電気二重層キャパシタは、少なくとも一つ以上の単位セルを有し、前記単位セルは、本発明により少なくとも3つ以上の電極を有することを特徴する。

【0021】

本発明は、単位セルの内部に電極の数を増加させ、結局、電極と電極との対向面の数を増加させたことを特徴する。本発明によれば、増加された電極は、ブリッジとして機能し、単位セルの内部で電極間を直列に接続して耐電圧及び動作電圧を増加させる。また、単位セルに3.0V以上の高電圧を印加しても単位セルの内部で電圧分配が行われ、電解質が分解されない。これにより、単位セルは、耐電圧及び動作電圧が増加し、高いエネルギー貯蔵密度を有し、高い充電/放電特性を有する。また、高い動作電圧を有することにより、本発明による電気二重層キャパシタは、単セルとしても作製することができ、このように単セルで作製される場合、作製過程が単純化し、小型化する。

【発明の効果】

【0022】

本発明による高電圧電気二重層キャパシタによれば、電極の厚さ、幅、長さを計算し、単位セルの内部の電極の数を調節し、電極の対向面の数を任意に選択して設計することにより、前記設計値により多様な値の内部電圧及び容量を導くことができる。これにより、本発明は、設計された電極の数に対応して耐電圧及び動作電圧を増加させて高いエネルギー貯蔵密度を持たせ得る効果を有する。

【0023】

また、本発明は、単位セルとしても製品に適用可能な動作電圧を持たせることができ、モジュールの作製に必要な単位セルの容量別、抵抗別、漏れ電流別の分類の製造過程を短縮し、モジュールの作製後のモジュールの容量、抵抗、漏れ電流などの電氣的性能を繰り返して測定する過程を省くことができ、電気二重層キャパシタのモジュールを小型化できるという効果を有する。さらに、モジュールの作製の際に単位セル別の電圧バランスを維持するための保護回路を必要としないという効果を有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明の好ましい実施の形態を、添付図面に基づいて詳しく説明する。

本発明による電気二重層キャパシタは、単位セルから構成され、前記単位セルは、絶縁紙層10A、10Bと電極層20A、20Bとが交互に積層されているが、少なくとも3つ以上の電極21、22、23、24及び25を有する。本発明における電気二重層キャパシタを構成する単位セルは、3つ以上の電極21～25を有するものであればよい。

【0025】

本発明の好ましい形態により、前記単位セルは、一つの絶縁紙11からなる第1の絶縁紙層10Aと、少なくとも2つの電極21～25からなる第1の電極層20Aと、一つの絶縁紙12からなる第2の絶縁紙層10Bと、少なくとも一つの電極21～25からなる

10

20

30

40

50

第 2 の電極層 2 0 B とが順に積層された構造を有する。

【 0 0 2 6 】

また、前記単位セルは、一つの絶縁紙 1 1 からなる第 1 の絶縁紙層 1 0 A と、少なくとも一つ以上の電極 2 1 ~ 2 5 からなる第 1 の電極層 2 0 A と、一つの絶縁紙 1 2 からなる第 2 の絶縁紙層 1 0 B と、少なくとも 2 つ以上の電極 2 1 ~ 2 5 からなる第 2 の電極層 2 0 B とが順に積層された構造を有してもよい。

【 0 0 2 7 】

具体的には、第 1 の電極層 2 0 A に 2 つ以上の電極 2 1、2 2 が所定の間隔で水平に配置されるか、あるいは、第 2 の電極層 2 0 B に 2 つ以上の電極 2 3、2 4 及び 2 5 が所定の間隔で水平に配置されており、一つの単位セルの内部には、少なくとも 3 つ以上の電極 2 1 ~ 2 5 を有する。これにより、電極 2 1 ~ 2 5 と電極 2 1 ~ 2 5 とが互いに対向する電極の対向面 S は、少なくとも 2 箇所以上を有する。

10

【 0 0 2 8 】

図 5 は、本発明の第 1 の実施形態を示す図であり、これは、3 つの電極 2 1、2 2 及び 2 3 を有する単位セルの積層構造を示す。すなわち、本発明の第 1 の実施形態による単位セルの積層構造は、図 5 に示すように、一つの絶縁紙 1 1 からなる第 1 の絶縁紙層 1 0 A と、2 つの電極 2 1、2 2 が所定の距離だけ離れており、水平に配置された第 1 の電極層 2 0 A と、一つの絶縁紙 1 2 からなる第 2 の絶縁紙層 1 0 B と、一つの電極 2 3 からなる第 2 の電極層 2 0 B とが順に積層された構造を有する。

また、図 5 で第 1 の電極層 2 0 A に一つの電極をさらに追加して 3 つの電極を所定の距離だけ離れるように水平に配置した場合、本発明の単位セルは、4 つの電極を有する。

20

【 0 0 2 9 】

図 6 は、本発明の第 2 の実施形態を示す図であり、これは、4 つの電極 2 1、2 2、2 3 及び 2 4 を有する単位セルの積層構造を示す。すなわち、本発明の第 2 の実施形態による単位セルの積層構造は、図 6 に示すように、一つの絶縁紙 1 1 からなる第 1 の絶縁紙層 1 0 A と、2 つの電極 2 1、2 2 が所定の距離だけ離れて水平に配置された第 1 の電極層 2 0 A と、一つの絶縁紙 1 2 からなる第 2 の絶縁紙層 1 0 B と、2 つの電極 2 3、2 4 が所定の距離だけ離れて水平に配置された第 2 の電極層 2 0 B とが順に積層された構造を有する。

【 0 0 3 0 】

図 7 は、本発明の第 3 の実施形態を示す図であり、これは、5 つの電極 2 1、2 2、2 3、2 4 及び 2 5 を有する単位セルの積層構造を示す。すなわち、本発明の第 3 の実施形態による単位セルの積層構造は、図 7 に示すように、一つの絶縁紙 1 1 からなる第 1 の絶縁紙層 1 0 A と、2 つの電極 2 1、2 2 が所定の距離だけ離れて水平に配置された第 1 の電極層 2 0 A と、一つの絶縁紙 1 2 からなる第 2 の絶縁紙層 1 0 B と、3 つの電極 2 3、2 4 及び 2 5 が所定の距離だけ離れて水平に配置された第 2 の電極層 2 0 B とが順に積層された構造を有する。

30

【 0 0 3 1 】

以上の実施形態を説明したように、本発明の単位セルは、少なくとも 3 つ以上の電極 2 1 ~ 2 5 を有するが、電極 2 1 ~ 2 5 の位置は様々に設計することが可能である。すなわち、第 1 の電極層 2 0 A と第 2 の電極層 2 0 B との何れか一つに 2 つ以上の電極 2 1 ~ 2 5 が水平に配置され、一つの単位セルに配置される電極 2 1 ~ 2 5 の数は 3 つ以上である。

40

このとき、前記水平に配置された電極 2 1 ~ 2 5 間の間隔 d は、 $0.5 \text{ mm} \sim 2.0 \text{ mm}$ であることが好ましい。すなわち、一例として、図 5 を参照して、図 5 には第 1 の電極層 2 0 A に 2 つの電極 2 1、2 2 が水平に配置されているが、図面符号 2 1 で表した電極 2 1 と図面符号 2 2 で表した電極 2 2 とは、 $0.5 \text{ mm} \sim 2.0 \text{ mm}$ の距離だけ離れた間隔 d を置くことが好ましい。

【 0 0 3 2 】

このような積層構造を有する本発明の単位セルは、巻回された後、通常のように、円筒

50

状、角状または袋(通常のパウチ)状のケースに組み込まれ、電解液に浸漬される。

【0033】

本発明では、前記絶縁紙11~13と、電極21~25と、電解液とは、通常のものを使用することができ、電極21~25としては活性炭系電極が有用に使用できる。ここで、前記活性炭系電極は、通常 of 活性炭系電極活物質(活性炭、バインダー、導電剤などの混合物)を延伸圧延して製造したシート形態、及び前記電極活物質を金属箔(例えば、アルミニウムホイルなど)にコーティング、乾燥して製造した形態を含む。このとき、金属箔に電極活物質がコーティングされた電極を使用する場合には、電極活物質が金属箔の両面にコーティングされた両面電極であることが好ましい。

【0034】

本発明の単位セルは、少なくとも3つ以上の電極21~25を有しており、少なくとも2箇所以上の電極の対向面Sを有する。

具体的に、図5に示す単位セルにおいては、図面符号23で表した電極23が図面符号21で表した電極21と対向すると共に、図面符号22で表した電極22とも対向する。これにより、図5に示す単位セルは、2つの電極の対向面Sを有する。このとき、前記各電極21~23のうち、図面符号23で表した電極23は、ブリッジ電極(端子の引き出し無しに電荷の分極が生じて対向面を接続させる電極)として機能し、この電極23は、図面符号21で表した電極21と図面符号22とで表した電極22とを直列に接続する。

【0035】

また、図6に示す単位セルは、図面符号21及び23で表した電極21及び22が互いに対向しており、前記図面符号21で表した電極21は、図面符号24で表した電極24とも対向している。かつ、図面符号24で表した電極24は、図面符号22で表した電極22とも対向している。これにより、図6に示す単位セルは、3つの電極の対向面Sを有する。このとき、図6では、図面符号21及び24で表した電極21及び24がブリッジ電極として機能する。

【0036】

そして、図7に示す単位セルは、4つの電極の対向面Sを有しており、図面符号21、22及び24で表した電極21、22及び24がブリッジ電極として機能する。

【0037】

図8は、図6に示す単位セルの電荷分布及び分極された様子を示す断面模式図である。図8を参照して、本発明の単位セルには、4つ以上の電荷層(電気二重層)が生成される。すなわち、従来の単位セルは、図4に示すように、一つの電極の対向面Sを有することにより、2つの電荷層が生成されるが、本発明の単位セルは、2つ以上の電極の対向面Sを有することにより、4つ以上の電荷層が生成される。図8は、6つの電荷層が生成された様子を示す。

【0038】

ここで、説明していない図面符号30は、電極21~25から引き出された端子30を示しており、このような端子30の位置は、電圧を決定する最も重要な要因である。端子30の位置は、電源が供給される正極または負極の最初の電極と最終の電極に位置する必要がある。すなわち、図8を参照して、何れか一つの電極(最初の電極)が正極または負極と決定されると、電極の対向面Sでの電荷分布を計算して反対符号の電極(最終の電極)を決定する。図8では、図面符号23で表した電極23を正極(+)と決定し、電荷分布により図面符号22で表した電極22を負極(-)と決定した様子を示す。

【0039】

本発明によれば、電極21~25の数が増加すると、電極の対向面Sの数が増加し、電荷層が増加する。これは、結局、単位セルの耐電圧及び動作電圧を増加させる。

より具体的に、図8を参照して、本発明の単位セルは、電荷が上下に分極されると共に左右にも分極される電極を有する。図8で図面符号21及び24で表した電極21、24がそうである。これにより、電圧の分極が増加し、それぞれの電極は、ブリッジ電極を介して直列に接続される。

10

20

30

40

50

【0040】

すなわち、本発明の単位セルは、その内部の電極21～25がブリッジ電極を介して互いに直列に接続され、電極21～25及び対向面Sの数に比例して電圧が増加する。例えば、対向面Sが一箇所である従来の場合、電圧が3.0V以下を示すに対し、本発明によれば、電極21～25の数、すなわち、設計された電極の対向面Sの数の増加により5.0V、7.0V……NVまで電圧が増加する。

【0041】

また、本発明の単位セルは、耐電圧が高く、単位セルの内部で電圧の分配が行われ、3.0V以上の高電圧を印加しても電解質が分解されない。

また、本発明によれば、単位セルの電圧を増加させるため、高いエネルギー貯蔵量を有する。すなわち、エネルギー貯蔵量は、電圧の二乗に比例するが、本発明の単位セルは、電圧の増加の二乗に比例する高いエネルギー貯蔵量を有することが可能である(エネルギー貯蔵量 $=1/2CV^2$ 、C=容量(F)、V=電圧)。

10

【0042】

例えば、2.5V、10Fの最大エネルギー貯蔵量は、31.25Jに示されるが、本発明により、電圧が2倍増加する場合、最大エネルギー貯蔵量は、125Jに示され、容量を2倍に増加した62.5J値よりも著しく向上した最大エネルギー貯蔵量を具現することができる。

【0043】

本発明による電気二重層キャパシタは、以上説明した単位セルを一つまたは2つ以上を有してもよい。このとき、2つ以上の単位セルを有する場合、各単位セル間の接続は、直列、並列または直/並列混合接続を含む。

20

【0044】

また、上述のように高い耐電圧及びエネルギー貯蔵密度を有することにより、本発明による電気二重層キャパシタは、一つの単位セル(単セル)でも構成することができ、単位セルを構成するにあたって、電極21～25の数の設定により高い耐電圧を持たせることができる。このように、電気二重層キャパシタを一つの単位セル(単セル)で構成する場合、IC及びバックアップ電源や電気自動車用に応用するために従来のように2つ以上の単位セルを直列に接続する工程が省かれ、製造過程が単純になる。

【0045】

また、本発明によれば、一つの単位セル内の電極21～25の数は、容量及び制限されたサイズ内で十以下とすることが好ましい。電極21～25の数が増加すると、電圧の増加による利点はあるが、単位セル内に十を超えた数で電極21～25が設計されると、漏れ電流が増加し、貯蔵エネルギーの損失を招くこともあり、安定した電圧の使用を制限することもある。

30

【0046】

さらに、電極21～25の数を適切に設計し、単位セルの耐電圧及び動作電圧は、5.0～10.0Vを持たせる場合、漏れ電流の増加を制限することができ、安定した電圧の使用などの点で有利であり、好ましい。

【0047】

本発明による電気二重層キャパシタは、以上説明した単位セルの一つまたは2つ以上が接続され、各種の電気・電子機器の補助電源、ICバックアップ電源などはもちろん、玩具、UPS、太陽熱エネルギーの貯蔵、HEV電源などに有用に使用することができる。

40

【0048】

以下、本発明の具体的な試験実施例を説明する。しかし、下記の実施例は、本発明をより詳しく説明するための一例に過ぎず、これにより、本発明の技術的範囲が限定されるものではない。

[実施例1]

通常電気二重層キャパシタ用活性炭電極にそれぞれ一つずつの端子30を引き出して任意に正電極21と負電極22とに区分し、これらの2つの電極21、22を水平に配置

50

し、これらの二つの電極 2 1、2 2 と絶縁紙とを挟んで対向するように別のブリッジ電極 2 3 を配置して図 5 に示すように積層した(電極の数:3つ、図 5 の構造)。このとき、これらの電極 2 1、2 2 及び 2 3 の厚さは、0.017 cm、幅は 3.1 cm とするが、前記これらの電極 2 1、2 2 及び 2 3 のうち、正電極 2 1 と負電極 2 2 との長さは、それぞれ 5 cm、ブリッジ電極 2 3 は、10 cm で切って使用しており、前記正電極 2 1 と負電極 2 2 との間の間隔 d は、約 10 mm とした。次いで、3 巻芯径を有する巻回機で絶縁紙のみを約 3 回回転させ、正電極 2 1 と負電極 2 2 とが接続されないようにし、円筒状の単位セルの素子を準備した。次に、上述のように準備された素子に電解液を注入し、ゴムパッドでシーリングし本実施例によるサンプルを完成した。

【0049】

10

[比較例 1]

円筒状の単位セル素子を準備するにあたって、図 1 に示すように、二つの電極 2 a、2 b が絶縁紙を挟んで対向できるように配置したことを除いては、前記実施例 1 と同様に実施した(電極の数:2つ、図 1 の構造)。このとき、電極 2 a、2 b の厚さは、0.017 cm、幅は、3.1 cm、長さは、10 cm とした。

次いで、上記のように準備された素子に前記実施例 1 でのように電解液を注入し、ゴムパッドでシーリングして本比較例によるサンプルを完成した。

【0050】

<充放電特性及び動作電圧の安定性の評価>

前記実施例 1 及び比較例 1 によるサンプルに対して充放電試験機(日本、TOYO SYSTEM、TOSCAT-3100)を用いて 50 mA、100 mA 電流で 5.0 V まで 1 時間充電を行った後、50 mA、100 mA で放電を行い、各サンプルの電圧別容量、放電電流別容量、放電曲線の動作電圧の安定性に対して測定した。その結果を図 9 乃至図 11 に示した。

20

【0051】

図 9 及び図 10 は、実施例 1 (図 5 の構造)及び比較例 1 (図 1 の構造)によるサンプルの 50 mA、100 mA 放電グラフである。

図 9 に示すように、5.0 V に充電された後、放電が始まるとき、比較例 1 の低電圧サンプルは、4.0 V まで急速な電流ドロップ(Drop)現象が生じ、4.0 V から正常な定電流放電が始まっているが、実施例 1 の高電圧サンプルは、5.0 V で電流ドロップが生じず、継続して正常な定電流放電が行われることが分かる。

30

【0052】

また、図 10 から明らかなように、100 mA で比較例 1 の場合は、電流ドロップが生じ、3.5 V から正常な放電が行われるが、実施例 1 の場合は、5.0 V から正常に 100 mA 放電が行われることが分かる。

【0053】

図 11 は、実施例 1 及び比較例 1 によるサンプルの 7.0 V までの電圧安定性に対する C-V 曲線である。

図 11 に示すように、比較例 1 の場合には、3.0 V 以上で急激な内部反応が起き、4.5 V 以上ではセルが動作しないことが分かる。これに対し、実施例 1 の場合には、大きくは 7.0 V、小さくは 6.0 V でも安定していることが認められる。

40

【0054】

[実施例 2]

円筒状の単位セル素子を準備するにあたって、図 6 に示すように、電極を配置したことを除いては、前記実施例 1 と同様に実施した(電極の数:4つ、図 6 の構造)。このとき、前記各電極 2 1、2 2、2 3 及び 2 4 の厚さは、0.017 cm、幅は、3.1 cm、長さは、5 cm とし、水平に配置された電極間の間隔は、約 10 mm とした。

次いで、上記のように準備された素子に前記実施例 1 でのように電解液を注入し、ゴムパッドでシーリングして本実施例によるサンプルを完成した。前記サンプルに対して実施例 1 と同様な方法で 7.0 V までの C-V 曲線を測定してその結果を図 12 に示した。

【0055】

50

【実施例 3】

円筒状の単位セル素子を準備するにあたって、図 7 に示すように電極を配置したことを除いては前記実施例 1 と同様に実施した(電極の数: 5 つ、図 7 の構造)。このとき、前記各電極 2 1、2 2、2 3、2 4 及び 2 5 の厚さは、0.017 cm、幅は、3.1 cm、長さは、5 cm とし、水平に配置された電極間の間隔は、約 10 mm とした。

次いで、準備された素子に前記実施例 1 でのように電解液を注入し、ゴムパッドでシーリングして本実施例によるサンプルを完成した。前記サンプルに対して実施例 1 と同様な方法で 7.0 V までの C-V 曲線を測定してその結果を図 1 3 に示した。

【0056】

図 1 1 (実施例 1、電極の数 3 つ)、図 1 2 (実施例 2、電極の数 4 つ) 及び図 1 3 (実施例 3、電極の数 5 つ) に示すように、電極の数を増加する場合、C-V 曲線で電流の値が漸次安定した電流値を有することが分かる。

また、前記実施例 1 (図 5 の構造)、実施例 2 (図 6 の構造) 及び実施例 3 (図 7 の構造) のサンプルを作製するにあたって、電極の厚さ、幅、長さの調節による容量値の予測が可能であることを確認するために、下記の[表 1]、[表 2] 及び[表 3] に示すように電極の長さに基づいて容量値を予測し、電圧別測定により容量値が合致するかを確認した。このとき、電極の体積当たり容量は、13.5 F/cc である。

【表 1】

〈実施例 1 の電極長さ別測定容量〉

実施例	電極長の長さ			厚さ cm	幅 cm	対向面の 体積 cm ³	予想容量 F (2面直列)	2 V F	4 V F
	図 5 の 2 1	図 5 の 2 2	図 5 の 2 3						
1-1	5 cm	5 cm	1.0 cm	0.0 17	3.1	0.527	7.11 (3.56)	2.96	3.3 4
1-2	7.5 cm	7.5 cm	1.5 cm	0.0 17	3.1	0.791	10.7 (5.35)	4.81	5.3 4
1-3	10 cm	10 cm	2.1 cm	0.0 17	3.1	1.054	14.23 (7.12)	6.29	7.1 4
1-4	12.5 cm	12.5 cm	2.6 cm	0.0 17	3.1	1.318	17.79 (8.90)	7.90	8.8 7
1-5	15 cm	15 cm	3.1 cm	0.0 17	3.1	1.581	21.34 (10.67)	9.90	10. 78

【表 2】

〈実施例 2 の電極長さ別測定容量〉

実施例	電極長の長さ				厚さ cm	幅 cm	対向面 の体積 cm ³	予想容量 F (3面直 列)	2 V F	4 V F	6 V F
	図 6 の 2 1	図 6 の 2 2	図 6 の 2 3	図 6 の 2 4							
2-1	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	0.0 17	3.1	0.26 4	3.56 (1.19)	0.91	1.0 6	1.1 7
2-2	7.5 cm	7.5 cm	7.5 cm	7.5 cm	0.0 17	3.1	0.39 5	5.34 (1.78)	1.60	1.6 5	1.7 0
2-3	1.0 cm	1.0 cm	1.0 cm	1.0 cm	0.0 17	3.1	0.52 7	7.11 (2.37)	2.11	2.1 3	2.1 9
2-4	12.5 cm	12.5 cm	12.5 cm	12.5 cm	0.0 17	3.1	0.65 9	8.89 (2.96)	2.44	2.5 6	2.6 8
2-5	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	0.0 17	3.1	0.79 1	10.67 (3.56)	2.90	3.0 5	3.3 1

【表 3】

〈実施例 3 の電極長さ別測定容量〉

実施例	電極長の長さ					厚さ cm	幅 cm	対向面 の体積 cm ³	予想 容量 F (4 面直 列)	2 V F	4 V F	6 V F
	図 7 の 2 1	図 7 の 2 2	図 7 の 2 3	図 7 の 2 4	図 7 の 2 5							
3-1	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	0.0 17	3. 1	0.26 4	3.5 6 (0. 89)	0.6 7	0.6 7	0.8 6
3-2	7.5 cm	7.5 cm	7.5 cm	7.5 cm	7.5 cm	0.0 17	3. 1	0.39 5	5.3 4 (1. 34)	1.3 7	1.3 7	1.4 9
3-3	1 0 cm	1 0 cm	1 0 cm	1 0 cm	1 0 cm	0.0 17	3. 1	0.52 7	7.1 1 (1. 78)	1.5 9	1.6 3	1.8 6
3-4	1 2. 5 cm	1 2. 5 cm	1 2. 5 cm	1 2. 5 cm	1 2. 5 cm	0.0 17	3. 1	0.65 9	8.8 9 (2. 22)	1.9 5	2.0 2	2.2 4

10

【0057】

上記の[表 1]乃至[表 3]から明らかなように、電極の長さを整数倍で増加させると、対向面から容量が 2 つ発生するため、コンデンサ直列接続容量が 1/2 に減少することが分かる。また、[表 1]から明らかなように、電極が 3 つである場合、すなわち、電極の対向面 S が 2 つである場合、2 V 充電時の容量よりも 4 V 充電時の容量が予測容量と類似な値を有することが分かり、[表 2]から明らかなように、電極が 4 つである場合、すなわち、電極の対向面 S が 3 つである場合、2 V 充電時の容量よりも 6 V 充電時の容量が予測容量と類似な値を有することが分かる。これは、電極の対向面 S の数により定格電圧が 4 V 以上を有することを明らかにするとと言える。

20

【0058】

従って、図 9 及び図 10 から明らかなように、本発明の実施例 1 は、充電後放電開始時に、充電の終止電圧 5.0 V から定電流の放電が行われるが、従来の技術による比較例 1 は、5.0 V 充電後にも放電は、約 4.0 V まで 1.0 V ドロップが生じた後、放電が始まることが分かる。すなわち、従来の比較例 1 は、充電は可能であるが、放電が始まると、電圧のドロップが生じることになる。これは、実施例 1 の電圧の安定性が比較例 1 に比べて安定していることを意味する。

30

【0059】

また、上記のような結果から従来の比較例 1 の場合、定格電圧よりも高い電圧で充電及び放電が起こる場合、キャパシタから正常な電流放電に問題が生じ、激しい電流ドロップにより、キャパシタの寿命短縮の致命的な原因につながるとも言えるだろう。これに対し、電圧が安定している本発明の実施例 1 の場合、キャパシタは、5.0 V まで安定した充電及び放電曲線を有することから、耐電圧及び動作電圧が高いと言える。

40

【0060】

一方、C-V 曲線を示す図 11 から明らかなように、本発明の実施例 1 は、比較例 1 と比較して 7.0 V まで内部電流の変化無しに安定した電流値を有することが分かる。

【0061】

[表 1]乃至[表 3]から明らかなように、本発明では、電極の長さの変化から予測容量値で設計された電気二重層キャパシタの実際の容量値を確認することにより、電気二重層キャパシタの容量を設計することができ、かつ、対向面の容量値が 1/2、1/3 に減少することは外部の直列接続により電圧を 2 倍向上させ、容量は、1/2 に減らすことと同じ特性を示すことが認められる。

【図面の簡単な説明】

50

【0062】

【図1】従来の技術による電気二重層キャパシタの単位セルの積層構造を示す断面構成図である。

【図2】図1に示す単位セルが巻回された様子を示す斜視図である。

【図3】図2に示す単位セルが圧着されている様子を示す斜視図である。

【図4】図1に示す単位セルの電荷分布及び分極された様子を示す断面模式図である。

【図5】本発明の第1の実施形態による電気二重層キャパシタの単位セルの積層構造を示す断面構成図である。

【図6】本発明の第2の実施形態による電気二重層キャパシタの単位セルの積層構造を示す断面構成図である。

【図7】本発明の第3の実施形態による電気二重層キャパシタの単位セルの積層構造を示す断面構成図である。

【図8】本発明の第2の実施形態による電気二重層キャパシタの単位セルの電荷分布及び分極された様子を示す断面模式図である。

【図9】本発明の実施例による単位セルの5.0V、50mA放電曲線である。

【図10】本発明の実施例による単位セルの5.0V、100mA放電曲線である。

【図11】本発明の実施例による単位セルの7.0Vまでの電圧安定性に対するC-V曲線である。

【図12】本発明の実施例による単位セルの7.0Vまでの電圧安定性に対するC-V曲線である。

【図13】本発明の実施例による単位セルの7.0Vまでの電圧安定性に対するC-V曲線である。

【符号の説明】

【0063】

11、12、13 絶縁紙

10A、10B、10C 絶縁紙層

21、22、23、24、25 電極

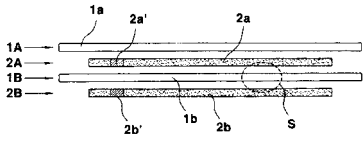
20A、20B、20C 電極層

30 端子

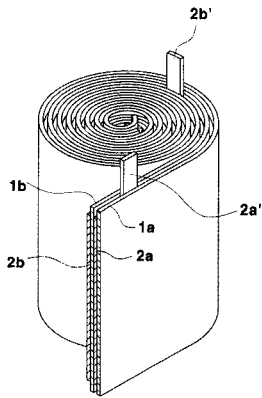
10

20

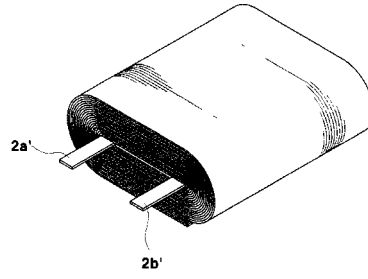
【図1】



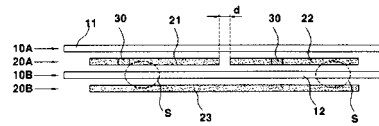
【図2】



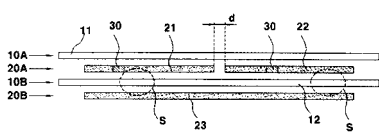
【図3】



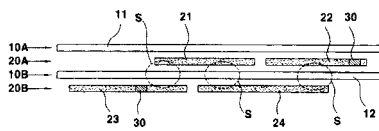
【図4】



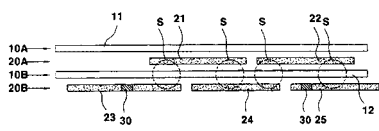
【図5】



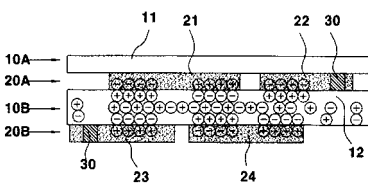
【図6】



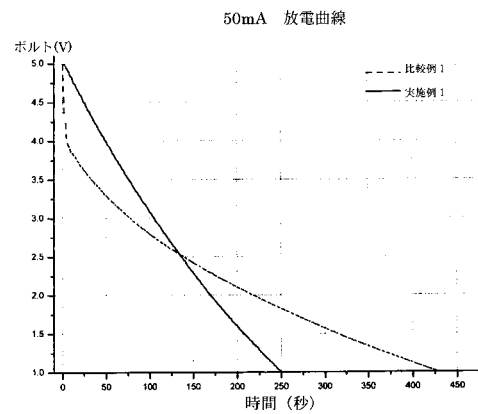
【図7】



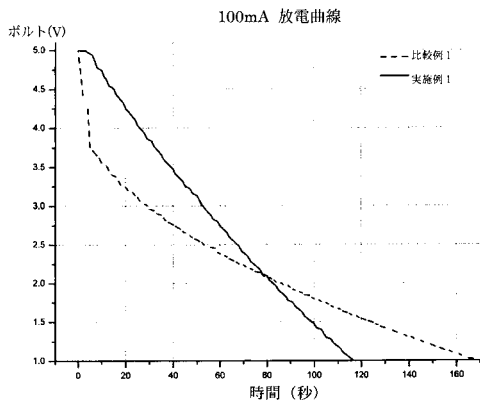
【図8】



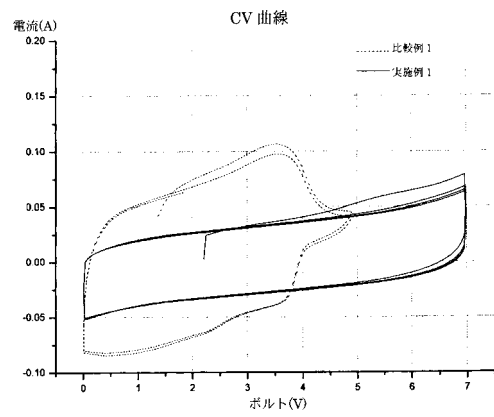
【図9】



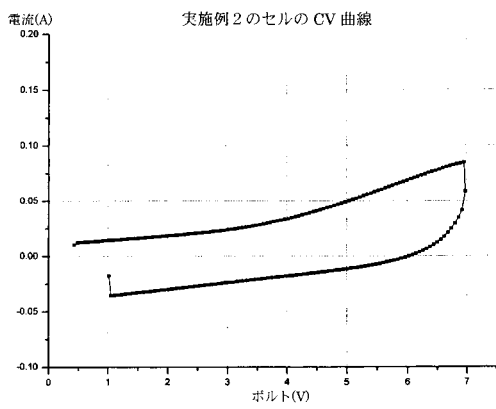
【図 10】



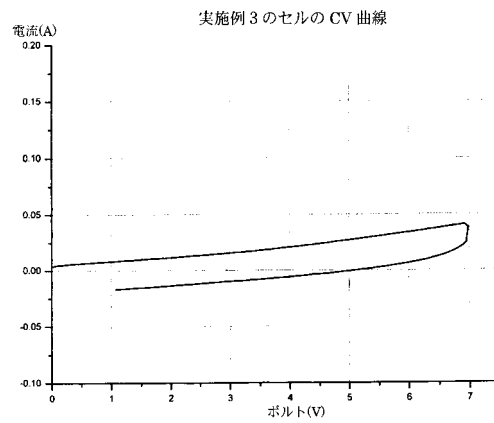
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジン ヒョン・ソン
大韓民国 ソウル、ガンドン グ、サンギル ドン、ヒュンダイ・ヴィラ 1 103、172
- (72)発明者 ムーン バー・リー
大韓民国 ギョンギ ド、サーンギョン・アパートメント 363 2、543 204
- (72)発明者 サン ヒュン・リー
大韓民国 ソウル、グワンジン グ、ジャン 1 ドン、322 12
- (72)発明者 クワン チュル・ロー
大韓民国 ギョンギ ド、アンサン シ、ダンウォン グ、ゴジャン ドン、シンウォン・ヴィラ
578 1、221ナ
- (72)発明者 ソン フワン・ソン
大韓民国 ソウル、ユンピョン グ、ユンガム ドン、225 118
- (72)発明者 チュル ワン・パク
大韓民国 ソウル、ドンジャク グ、ダェバン ドン、ヒュンダイ・アパートメント 102 4
03、502
- (72)発明者 サン イック・リー
大韓民国 ソウル、ソンパ グ、ガラック ドン、201ホー、3 14
- (72)発明者 ジン バエ・パク
大韓民国 ソウル、ユンピョン グ、ヨクチョン ドン、54 4