

(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2009-231573

(P2009-231573A)

(43) 公開日 平成21年10月8日(2009.10.8)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
HO1G 4/18	(2006.01)	HO1G 4/18	330A		5E082
HO1G 4/08	(2006.01)	HO1G 4/08	B		

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2008-75678 (P2008-75678)  
 (22) 出願日 平成20年3月24日 (2008. 3. 24)

(71) 出願人 800000080  
 タマティーエルオー株式会社  
 東京都八王子市旭町9番1号 八王子スク  
 エアビル11階  
 (74) 代理人 100110928  
 弁理士 速水 進治  
 (72) 発明者 大塚 寛治  
 東京都東大和市湖畔2-1074-38  
 (72) 発明者 秋山 豊  
 東京都八王子市片倉町120-12  
 (72) 発明者 橋本 薫  
 神奈川県大和市つきみ野6-6-14  
 (72) 発明者 石渡 伸一  
 神奈川県平塚市東八幡5-1-9 古河電  
 気工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 キャパシタ型蓄電池

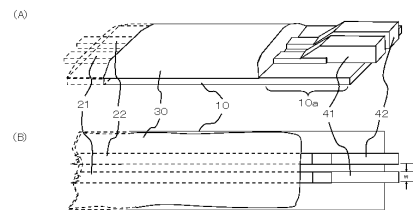
(57) 【要約】

【課題】 単位体積あたりの容量が大きいキャパシタ型の蓄電池を提供する。

【解決手段】

本発明にかかるキャパシタ型蓄電池は、互いに平行である第1導電路21及び第2導電路22と、第1導電路21の上面及び第2導電路22の上面それぞれに設けられ、絶縁性の第1基材と、第1基材中に分散された第1導電粉体または第1半導体粉体とを有する混合層30とを備える。第1導電路21の下面及び第2導電路22の下面に設けられ、絶縁性の第2基材と、第2基材中に分散された第2導電粉体または第2半導体粉体とを有する混合層10を備えてもよい。第1導電路21及び第2導電路22をそれぞれ複数交互に備えてもよい。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

互いに平行である第 1 導電路及び第 2 導電路と、  
前記第 1 導電路の上面及び前記第 2 導電路の上面それぞれに設けられ、絶縁性の第 1 基材と、前記第 1 基材中に分散された第 1 導電粉体または第 1 半導体粉体とを有する第 1 混合層と、  
を備えるキャパシタ型蓄電池。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載のキャパシタ型蓄電池において、  
前記第 1 導電路および前記第 2 導電路は、高さ  $t$  の幅  $w$  に対する比  $t/w$  が 1 以下であるキャパシタ型蓄電池。

10

## 【請求項 3】

請求項 1 に記載のキャパシタ型蓄電池において、  
前記第 1 導電路の上面に設けられた前記第 1 混合層と、前記第 2 導電路の上面に設けられ前記第 1 混合層は互いに連続しているキャパシタ型蓄電池。

## 【請求項 4】

請求項 1 に記載のキャパシタ型蓄電池において、  
前記第 1 導電路の下面及び前記第 2 導電路の下面に設けられ、絶縁性の第 2 基材と、前記第 2 基材中に分散された第 2 導電粉体または第 2 半導体粉体とを有する第 2 混合層を備えるキャパシタ型蓄電池。

20

## 【請求項 5】

請求項 4 に記載のキャパシタ型蓄電池において、  
前記第 2 混合層の下面に設けられた絶縁層をさらに備えるキャパシタ型蓄電池。

## 【請求項 6】

請求項 1 に記載のキャパシタ型蓄電池において、  
前記第 1 導電路および前記第 2 導電路は、前記第 1 混合層と接する面に絶縁層を有するキャパシタ型蓄電池。

## 【請求項 7】

請求項 1 に記載のキャパシタ型蓄電池において、前記第 1 導電粉体または第 1 半導体粉体の平均粒径が  $20 \sim 10000 \text{ nm}$  であるキャパシタ型蓄電池。

30

## 【請求項 8】

請求項 1 に記載のキャパシタ型蓄電池において、前記第 1 導電粉体または第 1 半導体粉体は、Fe、Al、Ni、Ag、Mg、Cu、Si、C からなる群から選ばれた少なくとも一つ、または前記群から選ばれた少なくとも二つからなる合金または共析物を含むキャパシタ型蓄電池。

## 【請求項 9】

請求項 1 に記載のキャパシタ型蓄電池において、前記第 1 導電路及び前記第 2 導電路をそれぞれ複数交互に備えるキャパシタ型蓄電池。

## 【請求項 10】

請求項 9 に記載のキャパシタ型蓄電池において、  
前記複数の第 1 導電路に接続する第 1 端子と、  
前記複数の第 2 導電路に接続する第 2 端子と、  
を備え、  
前記第 1 端子及び前記第 2 端子は、前記第 1 導電路及び前記第 2 導電路から離れるに従って幅が狭くなる部分を有しており、この部分において、前記第 1 導電路と同一方向に延伸する 2 辺は、互いになす角度が  $30^\circ$  以下であるキャパシタ型蓄電池。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、キャパシタ型の蓄電池に関する。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

従来の蓄電池は、例えば特許文献1に記載するように、電解質を用いるものが大半である。

【特許文献1】特開2008-059955号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

蓄電池に電解質を用いる場合、充電に時間を要する。また、電解質の劣化が生じるため、蓄電池の寿命が短い。また、高出力電圧を実現するためには、複数の蓄電池を直列に接続する必要があった。これに対し、キャパシタを蓄電池として使用した場合、充電時間が短く、寿命が長く、かつ高出力電圧を実現できる。しかし、キャパシタを蓄電池として使用する場合、その単位体積あたりの容量を大きくする必要がある。

10

## 【0004】

本発明は上記のような事情を考慮してなされたものであり、その目的は、単位体積あたりの容量が大きいキャパシタ型の蓄電池を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明によれば、互いに平行である第1導電路及び第2導電路と、前記第1導電路の上面及び前記第2導電路の上面それぞれに設けられ、絶縁性の第1基材と、前記第1基材中に分散された第1導電粉体または第1半導体粉体とを有する第1混合層と、を備えるキャパシタ型蓄電池が提供される。

20

## 【発明の効果】

## 【0006】

本発明によれば、単位体積あたりの容量が大きいキャパシタ型の蓄電池を提供することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0007】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1(A)は第1の実施形態に係るキャパシタ型の蓄電池の斜視図であり、図1(B)は蓄電池の平面図である。この蓄電池は、互いに平行である導電路21、22と、導電路21の上面及び導電路22の上面に設けられた混合層30を有する。混合層30は、絶縁性の第1基材と、第1基材中に分散された第1導電粉体または第1半導体粉体とを有する。導電路21及び導電路22に所定の電圧差を印加すると、電荷が蓄積される。このとき蓄積される電荷の量は、後述するように大きい。従って、単位体積あたりの容量が大きいキャパシタ型の蓄電池を提供することができる。なお、図1において蓄電池はシート状であるが、このシートをロール状に巻いて使用してもよい。以下、詳細に説明する。

30

## 【0008】

本実施形態において、導電路21の上面に設けられた混合層30と、導電路22の上面に設けられ混合層30は互いに連続している。導電路21、22及び混合層30は、混合層10上に形成されている。

40

## 【0009】

混合層10、30は、絶縁性の基材中に導電粉体又は半導体粉体を分散させた構成を有しており、絶縁性を有している。基材は、例えばポリエステル、PET(ポリエチレンテレフタレート)、PPC(ポリエステルポリカーボネート)、ピニリデン、ポリイミド、ポリスチレンなどの有機絶縁物であるが、ほう珪酸ガラス、ソーダライムガラスなどの無機絶縁物であってもよい。導電粉体又は半導体粉体は、Fe、Al、Ni、Ag、Mg、Cu、Si、Cからなる群から選ばれた少なくとも一つ、またはこの群から選ばれた少なくとも二つからなる合金または共析物であるが、例えばAl粉末及びMg粉末が均質に混合さ

50

れた混合粉体である。混合層 10, 30 において、導電粉体または半導体粉体の含有率は、例えば 30 ~ 80 容量 % である。

【0010】

混合層 10, 30 の厚みは、例えば 3 ~ 100  $\mu\text{m}$  であるが、これらの合計値が 10  $\mu\text{m}$  以内であるのが好ましい。混合層 10, 30 の基材として有機絶縁物を用いた場合、混合層 10, 30 を薄くしやすい。また混合層 10, 30 の基材として無機絶縁物を用いた場合、混合層 10, 30 の絶縁耐圧を高くできる。

【0011】

導電路 21, 22 は、例えば銅から構成されている。導電路 21, 22 の幅  $w$  は、例えば 1  $\mu\text{m}$  以上 100  $\mu\text{m}$  以下であり、導電路 21, 22 の間隔  $d$  は、例えば 1  $\mu\text{m}$  以上 100  $\mu\text{m}$  以下である。また導電路 21, 22 の高さ  $t$  は、例えば 0.5 ~ 10  $\mu\text{m}$  である。また、導電路 21, 22 の幅  $w$  とその間隔  $d$  との関係は、 $w/d \geq 1.5$  が望ましい。また幅  $w$  と高さ  $t$  の関係は、 $t/w \geq 1$ 、好ましくは  $t/w \geq 0.5$  が望ましい。

10

【0012】

蓄電池の一方の端部 10a では導電路 21, 22 が露出している。この露出している部分に、導電路 21, 22 に電圧を与えるための端子 41, 42 がそれぞれ接続されている。導電路 21, 22 の長手方向において、端子 41, 42 は略同じ位置に配置されている。混合層 10 に垂直な方向から見た場合、導電路 21, 22 は長方形である。

【0013】

図 2 の各図は混合層 10, 30 の断面の一部を拡大して示した図である。導電粉体または半導体粉体は、図 2 (A) に示すように粒子状 (略球形、略楕円球、略鱗片を含む) 粉体 8 であっても良い。また図 2 (B) に示すように、粒子状粉体 8 と大きな鱗片状 (略シート片状) 粉体 9 を混合したものであっても良い。また図示していないが、鱗片状粉体 9 のみであってもよい。粒子状粉体 8 の長径の平均値は、例えば 20 ~ 10000  $\text{nm}$ 、好ましくは 20 ~ 1000  $\text{nm}$  である。鱗片状粉体 9 の大きさは、例えば 150  $\mu\text{m}$  ~ 300  $\mu\text{m}$  である。

20

【0014】

また図 2 (C) に示すように、粒子状粉体 8 及び鱗片状粉体 9 の少なくとも一方を基材中に混合し、さらに、導電体または半導体から形成されたメッシュ 7 を基材に埋め込んでも良い。また図示していないが、基材中にメッシュ 7 のみを埋め込んだ構成であっても良い。本実施形態においてメッシュ 7 は、表面が絶縁膜で被覆されている。メッシュ 7 は、例えば Fe、Al、Ni、Ag、Mg、Cu、Si、C からなる群から選ばれた少なくとも一つ、またはこの群から選ばれた少なくとも 2 つの合金または共析物である。

30

【0015】

上記した構造を有する蓄電池において、端子 41, 42 に所定の電位差を与えると、混合層 10, 30 と、導電路 21, 22 間に広がった電磁界すなわちフォトンとの間で、フォトン 表面プラズモンのエネルギー交換が行われる。このため、導電路 21, 22 内に流れる電磁エネルギー速度が遅くなり、電気長が長くなるのと等価の働き、すなわち蓄電池の容量が大きくなり、蓄電池に蓄積される電荷が多くなる。

【0016】

接続端子 41, 42 の電位差すなわち蓄電池の動作電圧の上限値は、導電路 21, 22 の間に位置する混合層 30 の基材の累積厚さ (= (導電路 21, 22 の間隔  $d$ ) (導電路 21, 22 の間に位置する導電粉体または半導体粉体の累積厚さ)) と、混合層 30 の基材の絶縁耐圧によって定まる。すなわち基材の絶縁耐圧が高いほど、また導電路 21, 22 の間に位置する混合層 30 の基材の累積厚さが厚いほど、蓄電池の動作電圧の上限値は高くなり、蓄電池が蓄積する電気量が増大する。

40

【0017】

なお、導電路 21, 22 を長くした場合、混合層 10, 30 に欠陥が生じる可能性が高くなるが、欠陥が存在する部分で放電が生じる。この放電により、欠陥を有する部分上に位置する混合層 30 の絶縁物が蒸発するため、欠陥を有する部分が蓄電池の動作に影響を

50

与えないようにすることができる。

【0018】

なお、ロール状に巻かれた場合、混合層10, 30が互いに重なることになるため、混合層30は省略することも可能である。この場合、上側の混合層10が混合層30と同様に作用する。導電路21, 22の間はこの場合空隙になるが、フォトン-表面プラズモンのエネルギー交換にはほとんど影響しない。

【0019】

次に、図1に示した蓄電池の製造方法の一例について説明する。まず、基材となるポリイミドやポリスチレンなどのワニスの中に導電粉体又は半導体粉体を混合して分散させ、粉末混合ワニスを形成する。そして、粉末混合ワニスをシート状に加工する。これにより、混合層10が形成される。ついで、混合層10の片面に、導電膜をスパッタリング法又は蒸着法により形成する。導電膜は、例えばアルミニウムであるが、アルミニウムとチタンの積層構造であってもよい。ここでアルミニウムの厚さは、例えば3~100μmであり、チタンの厚さは、例えば10nm~30nmである。導電膜は、ラミネート積層法、化学的気相法又は液相法(めっき)により形成されても良い。

【0020】

次いで、導電膜を、例えばフォトリソグラフィ法を用いたエッチングにより、選択的に除去する。これにより、導電路21, 22が形成される。次いで、混合層10上及び導電路21, 22上に粉末混合ワニスを塗布することにより、混合層30を形成する。このようにして蓄電池が形成される。

【0021】

次に、図1に示した蓄電池の容量が高い理由を説明する。後述するように導電路21, 22の特性インピーダンス $Z_0$ は小さい為、端部10aから入力されて長辺方向を伝送する電圧 $V$ は、下記(1)式で示される。

$$V = V_0 \times Z_0 / Z \dots (1)$$

ただし、 $Z$ : 電力入力装置の内部インピーダンス、 $V_0$ : 入力電圧、 $Z_0$ : 導電路21, 22の特性インピーダンス。

【0022】

ここで、導電路21, 22のうち、接続端子41, 42から他方の端部までの長さを1とする。入力された電力は導電路21, 22の中を進行し、導電路21, 22の他方の端部(開放状態にある)で全反射して戻ってくる。戻ってきた電力は、入力端である端部10aでインピーダンス不整合反射(反射率:  $(Z - Z_0) / (Z + Z_0)$ )を起こし、継続して入力された交流電力と合成される。この合成及び反射を繰り返すことにより、長辺方向を伝送する電圧 $V$ は、一定時間後に入力電圧 $V_0$ に到達する。

【0023】

そして、入力された電圧は蓄電池内で飽和状態となるため、入力された電力量 $U$ がそのまま蓄電される。電力量 $U$ は下記(2)式で求められる。

$$U = (1/2) t_{pd} \times V^2 / Z_0 \dots (2)$$

ただし $t_{pd}$ : 混合シートと混合層に囲まれたフォトン-表面プラズモン交換により決まる電磁波エネルギーが長さ1を通過するのに必要な時間。

このため、導電路21, 22に蓄積される電力量を求める為には、導電路21, 22の特性インピーダンス $Z_0$ と通過時間 $t_{pd}$ を求める必要がある。

【0024】

導電路21, 22の特性インピーダンス $Z_0$ は、下記(3)式で近似することができる。

$$Z_0 = [\ln\{(d-w)/(w+t)\} + 1] / \dots \times [(\mu_0 \mu) / (\epsilon_0 \epsilon)] \dots (3)$$

ただし、 $t$ : 導電路21, 22の厚み、 $d$ : 導電路21, 22の中心間隔(ピッチ)、 $w$ : 導電路21, 22の一本の幅、 $\mu_0$ : 真空中の透磁率、 $\mu$ : 周波数における混合層10と混合層30の比透磁率、 $\epsilon_0$ : 真空中の誘電率、 $\epsilon$ : 周波数における混合層

10

20

30

40

50

10と混合層30の誘電率。

このため、導電路21, 22の特性インピーダンス $Z_0$ を求めるためには、 $\mu$ 及び $\epsilon$ を求める必要がある。

【0025】

Drudeの誘電関数式及び磁率関数式によれば、 $\epsilon$ 及び $\mu$ は以下の(4)式~(7)式で表される。

$$\epsilon = 1 - (\epsilon_p^2 / \omega^2) \dots (4)$$

$$\epsilon_p^2 = (n_e e^2) / (\epsilon_0 m) \dots (5)$$

$$\mu = 1 - (\mu_p^2 / \omega^2) \dots (6)$$

$$\mu_p^2 = (n_p \hbar^2) / (\mu_0 m) \dots (7)$$

10

ただし、 $n_e$ :混合層10と混合層30の自由電子の密度、 $n_p$ :蓄電池の不対電子の密度、 $e$ :電子の電荷量、 $m$ :電子の質量、 $\hbar$ :不対電子のスピン磁率。

【0026】

ここで、絶縁物中に半径 $1 \mu\text{m}$ のFeの球状粒子からなる導電粉体が $1 \text{個} / 125 \mu\text{m}^3$ の密度で均等に分散されている場合を考える。

【0027】

Feが1原子あたり一つの自由電子を保有している場合、鉄の自由電子の密度は $8.4 \times 10^{22} \text{個} / \text{cm}^3$ となる。そして鉄の表面における自由電子密度はその $2/3$ 乗、すなわち $1.9 \times 10^{15} \text{個} / \text{cm}^2$ となる。ただし、表面吸着原子に自由電子がトラップされるため、表面の自由電子密度はこの値より低くなる。このトラップによる自由電子の減少率が $10^{-10}$ であると仮定した場合、鉄の表面における自由電子の密度は $1.9 \times 10^5 \text{個} / \text{cm}^2$ になる。

20

【0028】

導電粒子の半径は $1 \mu\text{m} = 1 \times 10^{-5} \text{cm}$ であるが、その表面積は $4 \pi (1 \times 10^{-5})^2 = 12.6 \times 10^{-10} \text{cm}^2$ となるため、1粒子あたりの自由電子量は $2.39 \times 10^{-4} \text{個}$ となる。絶縁物中の導電粉体の密度は $1 \text{個} / 125 \mu\text{m}^3$ であるため、混合層10と混合層30中の自由電子の密度 $n_e = 1.9 \times 10^{17} \text{個} / \text{m}^3$ になる。

【0029】

電子の質量 $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{kg}$ 、電子の電荷量 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ 、真空中の誘電率 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{F} / \text{m}$ である。これらの値と、 $n_e = 1.9 \times 10^{17} \text{個} / \text{m}^3$ を式(5)に代入すると、 $\epsilon_p^2 = 1.9 \times 10^{17} \times (1.6 \times 10^{-19})^2 / (8.85 \times 10^{-12} \times 9.11 \times 10^{-31}) = 0.038 \times 10^{22}$ 、 $\epsilon_p = 1.9 \times 10^{10} / \text{s}$ となる。このように、 $\epsilon_p$ はマイクロ波領域の周波数となる。

30

【0030】

ここで、 $\omega$ を直流とすると(3)式が発散するため、今仮に $\omega = 60 \text{Hz}$ (商用周波数)とすると、式(4)により、 $\epsilon = 1 - (1.9 \times 10^{10})^2 / (2 \times 60)^2 = 1 - 2.54 \times 10^{15} = -2.54 \times 10^{15}$ となり、 $\epsilon < -10^7$ レベルのマイナスで大きな値である。ここで工業化することを考え、さらに5桁ほどの劣化を考え、 $\epsilon = -10^{10}$ とする。

【0031】

一方、 $\mu$ を $-10$ と仮定する。この値は、以下の理由により妥当である。鉄の表面における自由電子密度は、上記したように $1.9 \times 10^{15} \text{個} / \text{cm}^2$ である。これらのうち、不対電子の発生確率を $10^{-15}$ とすると、鉄の表面における不対電子の密度 $n_p$ は $1.9 \text{個} / \text{cm}^2$ になる。そして、不対電子のスピン磁率 $\hbar = 2.07 \times 10^{-10} [\text{Wb}]$ 、真空中の透磁率 $\mu_0 = 1.25 \times 10^{-6} [\text{N} / \text{A}^2]$ のため、式(7)により、 $\mu_p^2 = 1.9 \times 10^{10} \times (2.07 \times 10^{-15})^2 / (1.25 \times 10^{-6} \times 9.11 \times 10^{-31}) = 7.16 \times 10^{16} / \text{s}^2$ 、 $\mu_p = 2.67 \times 10^8 / \text{s}$ という高周波数となる。

40

【0032】

ここで、同様に式(6)の発散を防止するため、 $\omega = 60 \text{Hz}$ (商用周波数)とすると、 $\mu = 1 - (2.67 \times 10^8)^2 / (2 \times 60)^2 = 1 - 5.02 \times 10^{11} = -5.02 \times 10^{11}$ が得られる。このことから、 $\mu = -10$ としても、この値が十分可能な値であることが分

50

かる。

【0033】

そして  $t = 0.001 \text{ m}$ 、 $w = 0.005 \text{ m}$ 、 $d = 0.001 \text{ m}$ として、これらの値、 $\mu = -10$ 、及び  $\epsilon = -10^{10}$ を式(3)に代入することにより、 $Z_0 = 0.5 \times 377 \times 10^{-9} = 9.7 \times 10^{-9}$  が得られる。

【0034】

また、 $t_{pd}$ は(8)式で求められる。

$$t_{pd} = l \times (\mu) / c_0 \cdots (8)$$

ただし、 $c_0$  = 光速である。

ここで  $\epsilon = -10^{10}$ 、 $\mu = -10$ とすると、 $t_{pd} = 10 / 3 \times 10^8 / 10 \times 10^{10} = 1.05 \times 10^{-2} [\text{s}]$ になる。商用電圧  $100 \text{ V}$ を用いた場合、式(2)より、 $U = 1.08 \times 10^{10} [\text{J}]$  ( $[\text{Ws}]$ ) =  $3 \times 10^6 [\text{Wh}]$ が得られる。ガソリン  $60$ リッターのエネルギーが  $500 \text{ kWh}$ であるが、これより  $3$ 桁も大きいエネルギー蓄積量となる。なお、蓄電池の充電時間を短くする必要があるときは、蓄電池のエネルギー蓄積量を下げればよい。

【0035】

なお、導電路  $21$ 、 $22$ の間隔  $d = 100 \mu\text{m}$ として、導電粉体又は半導体粉体の含有率を  $80$ 容量%とした場合、導電路  $21$ 、 $22$ の間における基材の累積厚みは  $20 \mu\text{m}$ になる。この場合、基材が無機絶縁物及び有機絶縁物のいずれであっても、 $1000 \text{ V}$ 以上の耐電圧を実現することができる。このため、本実施形態にかかる蓄電池は高信頼性を有する。

【0036】

図3の各図は、導電路  $21$ 、 $22$ から発せられる電磁界の広がりを模式的に示す図である。電気力線、磁力線が遠い距離を走るほど、導電路  $21$ 、 $22$ の相互カップリングが弱くなり、他のエネルギーに交換しやすい。つまり、導電路  $21$ 、 $22$ が互いに対向する部分の面積を減らすと、電磁波の量子化した単位である光子が他のエネルギー(例えば表面プラズモンや表面マグノン)に効率よく変換でき、蓄電池の容量を大きくすることができる。このため、図3(A)に示すように、導電路  $21$ 、 $22$ の断面を略円形にすること、及び導電路  $21$ 、 $22$ の断面を、幅に対する高さの比が  $1$ 以下(好ましくは  $0.5$ 以下)である長方形にすることにより、蓄電池の容量を大きくすることができる。

【0037】

また、導電体の表面または半導体の表面に電界磁界が触れると、表面の自由電子が表面プラズモン共振し、また常磁性を帯びた磁子が表面マグノン共振をするため、光子エネルギーが吸収される。プラズモン、マグノンは電子の振動のため、その伝播速度は格子振動と同じオーダーの速度、すなわちその媒体の音速に近い速度で伝播(光速に比べ  $5$ 桁遅い速度)する。このため、表面プラズモン共振及び表面マグノン共振によって吸収される光子エネルギーは多くなり、本実施形態における蓄電池の容量が多くなる理由の一つになる。

【0038】

以上、本実施形態によれば、単位体積あたりの容量が大きいキャパシタ型の蓄電池を提供することができる。特に導電路  $21$ 、 $22$ において、高さ  $t$ の幅  $w$ に対する比  $t/w$ が  $1$ 以下であるとき、蓄電池の容量が大きくなる。また、導電路  $21$ 、 $22$ は、上面に接している混合層  $30$ が互いに連続しており、かつ下面に接している混合層  $10$ も互いに連続している。従って、蓄電池の製造が容易になる。またこの蓄電池は、交流及び直流のいずれでも使用することができる。

【0039】

図4は、第2の実施形態にかかる蓄電池の構成を示す平面図であり、図5は図4に示した蓄電池の幅方向の断面図である。この蓄電池は、導電路  $21$ 、 $22$ を複数交互に混合層  $10$ 上に設けた点、及び複数の導電路  $21$ が同一の端子  $41$ に接続しており、複数の導電路  $22$ が同一の端子  $42$ に接続している点を除いて、第1の実施形態にかかる蓄電池と同様である。対を形成している導電路  $21$ 、 $22$ の幅  $w$ とその間の距離  $d$ との関係は、 $w /$

10

20

30

40

50

d 1.5 が望ましい。対を形成していない導電路 21, 22 の距離を  $s$  とした場合、 $s/d$  1 であるのが望ましい。以下、第 1 の実施形態と同一の構成については同一の符号を付して、説明を省略する。

【0040】

混合層 10 に対して垂直な方向から見た場合、端子 41, 42 は一部が互いに重なっているが、端子 41, 42 の間には絶縁層 52 が位置しているため、互いの絶縁は確保されている。端子 41, 42 は、導電路 21, 22 から離れるに従って幅が狭くなる部分を有しており、かつこの部分において、導電路 21, 22 が延伸する 2 辺が互いになす角度が  $30^\circ$  以下である。これにより、端子 41, 42 における電力の抵抗損失を少なくすることができる。

10

【0041】

また、端子 41 は、直接導電路 21 に接続しているが、端子 42 は、貫通電極 60 を介して導電路 22 に接続している。貫通電極 60 は、端子 41 上及び導電路 21, 22 上に設けられた絶縁層 51 を貫通している。端子 42 は、絶縁層 51 上に位置している。

【0042】

次に、端子 41, 42 の製造方法について説明する。混合層 30 から露出している導電路 21 に端子 41 を接続する。ついで、導電路 21, 22 上及び端子 41 上に絶縁層 51 を接着または塗布する。ついで、フォトリソグラフィ法により、絶縁層 51 に開口を形成し、この開口内に貫通電極 60 を埋め込む。ついで、絶縁層 52 を端子 41 上に位置させた後、端子 42 を貫通電極 60 に接続する。

20

【0043】

本実施形態によっても、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。導電路 21, 22 の数を多くしたため、蓄電池の容量がさらに大きくなる。

【0044】

図 6 は、第 3 の実施形態にかかる蓄電池の構成を説明する断面図である。本実施形態にかかる蓄電池は、導電路 21, 22 の表面全周に絶縁層 21a, 22a が形成されている点を除いて、第 1 の実施形態又は第 2 の実施形態と同様である。以下、第 1 の実施形態と同様の構成については同一の符号を付して、説明を省略する。

【0045】

本実施形態によっても、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。また、導電路 21, 22 の表面に絶縁層 21a, 22a が形成されているため、蓄電池の耐圧を高くすることができる。また図 2 (C) に示したメッシュが導電性を有していても、導電路 21, 22 が短絡することを防止できる。

30

【0046】

図 7 は、第 4 の実施形態にかかる蓄電池の構成を示す断面図である。本実施形態にかかる蓄電池は、混合層 10 の下面に絶縁層 12 を有する点を除いて、第 1 ~ 第 3 の実施形態のいずれかと同様である。以下、これら実施形態と同様の構成については同一の符号を付して、説明を省略する。

【0047】

本実施形態によっても、第 1 ~ 第 3 の実施形態のいずれかと同様の効果を得ることができる。また、蓄電池をロール状に巻いたときに、混合層 10, 30 が直接接することを防止できる。

40

【0048】

尚、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することが可能である。例えば上記した各実施形態において、混合層 10 の代わりに表面プラズモン共振及び表面マグノン共振が起こる絶縁性のシートを用いてもよい。

【実施例】

【0049】

プリント配線基板の上面に導電路 21, 22 を形成した。また、平均粒径  $1.4 \mu\text{m}$  のア

50



ルミニウム粉末と15～20 $\mu\text{m}$ オーダーの長径のニッケルフレーク(厚み1 $\mu\text{m}$ )とを同一重量比ほどシリコン樹脂に混合した混合ペーストを作成した。そしてプリント配線基板上及び導電路21, 22上に混合ペーストを塗布して容量を測定した(実施例)。また、混合ペーストを塗布しない状態における導電路21, 22の容量も測定した(比較例)。

【0050】

測定結果を表1に示す。

【0051】

【表1】

周波数[Hz]	処理なし2-1/2-2間容量[nF]	粉末混合ペースト塗布処理2-1/2-2間容量[nF]
0.003	Zが大きすぎ測定不能	8140 (Z=2.27M $\Omega$ )
0.01	Zが大きすぎ測定不能	2510 (Z=1.90M $\Omega$ )
0.03	Zが大きすぎ測定不能	844 (Z=1.60M $\Omega$ )
0.1	Zが大きすぎ測定不能	264 (Z=1.54M $\Omega$ )
0.3	Zが大きすぎ測定不能	102 (Z=1.4M $\Omega$ )
1	Zが大きすぎ測定不能	40.6 (Z=1.16M $\Omega$ )
3	Zが大きすぎ測定不能	17.7 (Z=966k $\Omega$ )
10	Zが大きすぎ測定不能	7.44 (Z=760k $\Omega$ )
30	Zが大きすぎ測定不能	3.66 (Z=581k $\Omega$ )
100	Zが大きすぎ測定不能	1.34 (Z=438k $\Omega$ )
300	(0.030) (Z=42M $\Omega$ )	0.547 (Z=340k $\Omega$ )
1k	(0.013) (Z=20M $\Omega$ )	0.200 (Z=275k $\Omega$ )
10k	0.00795 (Z=2.21M $\Omega$ )	0.0546 (Z=161k $\Omega$ )

測定精度：測定インピーダンスZ=3M $\Omega$ 以上は解像度不足となる。

【0052】

これらから、混合ペーストを一面に塗布するのみで、容量が数桁大きくなることが示された。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】(A)は第1の実施形態に係るキャパシタ型の蓄電池の斜視図、(B)は蓄電池の平面図である。

【図2】各図は混合層10, 30の断面の一部を拡大して示した図である。

【図3】各図は、導電路21, 22から発せられる電磁界の広がりを模式的に示す図である。

【図4】第2の実施形態にかかる蓄電池の構成を示す平面図である。

【図5】図4に示した蓄電池の幅方向の断面図である。

【図6】第3の実施形態にかかる蓄電池の構成を説明する断面図である。

【図7】第4の実施形態にかかる蓄電池の構成を示す断面図である。

【符号の説明】

【0054】

- 7       メッシュ
- 8       粒子状粉体
- 9       鱗片状粉体

10

20

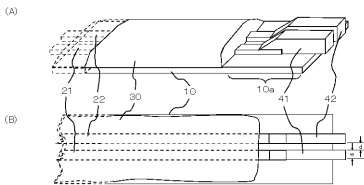
30

40

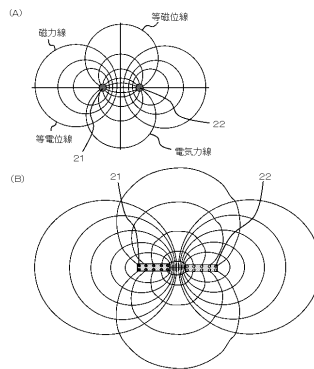
50

- 1 0 混合層
- 1 0 a 端部
- 1 2 絕緣層
- 2 1 導電路
- 2 1 a 絕緣層
- 2 2 導電路
- 2 2 a 絕緣層
- 3 0 混合層
- 4 1 端子
- 4 2 端子
- 5 1 絕緣層
- 5 2 絕緣層
- 6 0 貫通電極

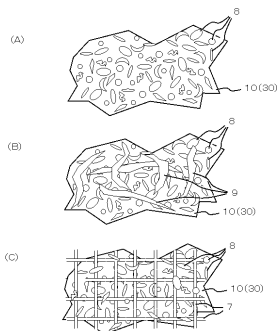
【 圖 1 】



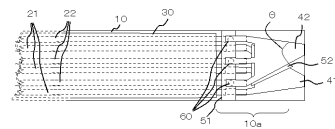
【 圖 3 】



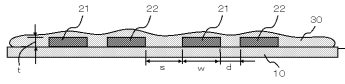
【 圖 2 】



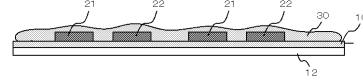
【 圖 4 】



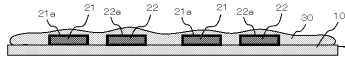
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 服部 聡  
神奈川県平塚市東八幡5 - 1 - 9 古河電気工業株式会社内
- (72)発明者 宮内 秀幸  
山梨県南都留郡山中湖村平野4 9 3 4 4
- (72)発明者 齋藤 昇  
兵庫県神戸市中央区相生町4 - 4 - 4 - 2 0 3
- Fターム(参考) 5E082 AB02 AB07 EE05 FG25 FG34 PP09 PP10