

(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2010-21168

(P2010-21168A)

(43) 公開日 平成22年1月28日(2010.1.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 G 9/048 (2006.01)	H O 1 G 9/04 3 1 3	
H O 1 G 9/04 (2006.01)	H O 1 G 9/05 L	
H O 1 G 9/012 (2006.01)	H O 1 G 9/05 N	
H O 1 G 9/004 (2006.01)	H O 1 G 9/05 P	
	H O 1 G 9/05 Z	
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 17 頁)		

(21) 出願番号 特願2008-177508 (P2008-177508)
 (22) 出願日 平成20年7月8日 (2008.7.8)

(71) 出願人 000190091
 ルビコン株式会社
 長野県伊那市西箕輪 1 9 3 8 番地 1
 (74) 代理人 100104709
 弁理士 松尾 誠剛
 (72) 発明者 小松 昭彦
 長野県伊那市西箕輪 1 9 3 8 番地 1 ルビ
 コン株式会社内

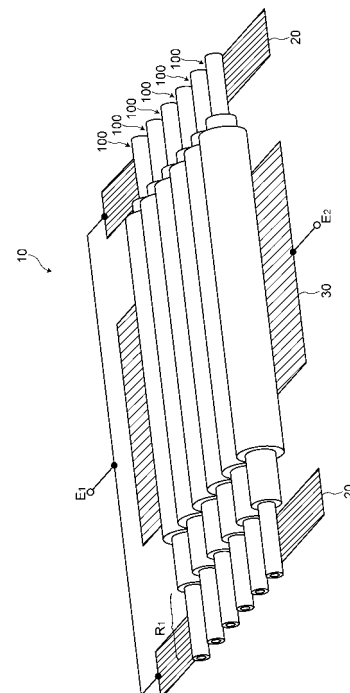
(54) 【発明の名称】 キャパシタ

(57) 【要約】

【課題】従来より小型化・高電気容量化が可能な構造を有するキャパシタを提供する。

【解決手段】多数のキャパシタ単位 1 0 0 を備えるキャパシタ 1 0 であって、各キャパシタ単位 1 0 0 は、芯となるポリマー繊維 1 1 0 と、ポリマー繊維 1 1 0 の外周に形成された第 1 導電性薄膜層 1 2 0 と、第 1 導電性薄膜層 1 2 0 の外周に形成された誘電体薄膜層 1 3 0 と、誘電体薄膜層 1 3 0 の外周に形成された第 2 導電性薄膜層 1 4 0 とを備えることを特徴とするキャパシタ 1 0。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

多数のキャパシタ単位を備えるキャパシタであって、
各前記キャパシタ単位は、
芯となるポリマー繊維と、
前記ポリマー繊維の外周に形成された第 1 導電性薄膜層と、
前記第 1 導電性薄膜層の外周に形成された誘電体薄膜層と、
前記誘電体薄膜層の外周に形成された第 2 導電性薄膜層とを備えることを特徴とするキャパシタ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のキャパシタにおいて、
前記ポリマー繊維の平均直径は、 $10\text{ nm} \sim 20\text{ }\mu\text{ m}$ の範囲内にあることを特徴とするキャパシタ。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のキャパシタにおいて、
前記ポリマー繊維は、エレクトロスピニング法、溶融紡糸法又は叩解法により形成されたものであることを特徴とするキャパシタ。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のキャパシタにおいて、
前記第 1 導電性薄膜層は、前記ポリマー繊維の外周に気相法により形成されたものであることを特徴とするキャパシタ。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載のキャパシタにおいて、
前記第 1 導電性薄膜層は、弁金属からなり、
前記誘電体薄膜層は、前記第 1 導電性薄膜層の外周において前記弁金属を陽極酸化して形成されたものであることを特徴とするキャパシタ。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載のキャパシタにおいて、
前記第 2 導電性薄膜層は、前記誘電体薄膜層の外周に重合形成された導電性ポリマー層からなることを特徴とするキャパシタ。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載のキャパシタにおいて、
前記第 2 導電性薄膜層は、前記誘電体薄膜層の外周に気相法又は塗布法により形成されたものであることを特徴とするキャパシタ。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載のキャパシタにおいて、
前記第 1 導電性薄膜層に電氣的に接続された第 1 外部接続用電極と、
前記第 2 導電性薄膜層に電氣的に接続された第 2 外部接続用電極とをさらに備えることを特徴とするキャパシタ。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のキャパシタにおいて、
前記第 1 導電性薄膜層には、前記誘電体薄膜層に覆われていない第 1 領域が存在し、
前記第 1 外部接続用電極は、前記第 1 領域において前記第 1 導電性薄膜層に接続され、
前記第 2 外部接続用電極は、前記第 2 導電性薄膜層の外周部において前記第 2 導電性薄膜層に接続されていることを特徴とするキャパシタ。

【請求項 10】

請求項 8 に記載のキャパシタにおいて、
前記誘電体薄膜層には、前記第 2 導電性薄膜層に覆われていない第 2 領域が存在し、
前記第 1 外部接続用電極は、前記誘電体薄膜層を貫通して配置される接続子を介して前記第 1 導電体薄膜層に接続され、

10

20

30

40

50

前記第 2 外部接続用電極は、前記第 2 導電性薄膜層の外周部において前記第 2 導電性薄膜層に接続されていることを特徴とするキャパシタ。

【請求項 11】

請求項 8 ~ 10 のいずれかに記載のキャパシタにおいて、

前記第 2 外部接続用電極は、ペースト状カーボン及び / 又はペースト状金属を用いて前記第 2 導電性薄膜層に接続されていることを特徴とするキャパシタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、キャパシタに関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年の電子機器のデジタル化、高周波数化、小型化に伴って、小型・高電気容量でありながら高周波数領域において等価直列抵抗 (ESR) 及び等価直列リアクタンス (ESL) が低いキャパシタが要求されている。そして、これらの要求に応えるキャパシタとして、導電性高分子固体電解コンデンサと呼ばれるキャパシタが知られている (例えば、特許文献 1 及び 2 参照。)。

【0003】

図 14 は、そのようなキャパシタのうち、特許文献 1 に記載されたキャパシタ 900 を説明するために示す図である。

20

特許文献 1 に記載されたキャパシタ 900 は、図 14 に示すように、弁金属 (例えば、Al、Ta など。) からなる陽極体 920 を陽極酸化して陽極体 920 の表面に誘電体薄膜層 930 を形成し、当該誘電体薄膜層 930 の表面に、複素環式化合物モノマーを化学酸化重合して得られる複素環式化合物ポリマーからなる導電性ポリマー層 940 及び複素環式化合物モノマーを電解重合して得られる複素環式化合物ポリマーからなる導電性ポリマー層 950 を順次形成した構造を有する。陽極体 920 としては、拡面腐食 (エッチング) を施すことにより弁金属の表面に多数の微細な孔を形成して表面積を大きくしたものをを用いる。また、導電性ポリマー層 940 , 950 としては、抵抗率の小さいポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリフランなどからなる複素環式化合物の導電性ポリマーを用いる。

30

【0004】

このため、特許文献 1 に記載されたキャパシタ 900 によれば、陽極体 920 として、弁金属の表面に拡面腐食を施すことにより弁金属の表面に多数の微細な孔を形成して表面積を大きくしたものをを用いるため、電気容量当たりのキャパシタの体積を小さくすることができるようになり、小型・高電気容量のキャパシタを実現することができる。また、特許文献 1 に記載されたキャパシタ 900 によれば、導電性ポリマー 940 , 950 として、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリフランなどからなる抵抗率の小さい複素環式化合物の導電性ポリマーを用いるため、電解質の抵抗を低くすることができ、高周波数領域において ESR 及び ESL が低いキャパシタを実現することができる。その結果、特許文献 1 に記載されたキャパシタ 900 は、デカップリング素子としても好適に

40

【0005】

【特許文献 1】特開昭 63 - 197319 号公報

【特許文献 2】特開昭 61 - 2315 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献 1 に記載されたキャパシタ 900 においては、陽極体 920 の表面に誘電体薄膜層 930 を形成する際に弁金属の表面に存在する微細な孔が誘電体薄膜層により徐々に埋まっていくことに起因して、表面積を一定以上大きくするのが困難とな

50

るため、小型化・高電気容量化には一定の限界があるという問題がある。

【0007】

そこで、本発明は、上記した問題を解決するためになされたものであって、従来より小型化・高電気容量化が可能な構造を有する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】

【0008】

(1) 本発明のキャパシタは、多数のキャパシタ単位を備えるキャパシタであって、各前記キャパシタ単位は、芯となるポリマー繊維と、前記ポリマー繊維の外周に形成された第1導電性薄膜層と、前記第1導電性薄膜層の外周に形成された誘電体薄膜層と、前記誘電体薄膜層の外周に形成された第2導電性薄膜層とを備えることを特徴とする。

10

【0009】

このため、本発明のキャパシタによれば、芯となるポリマー繊維の径を細くすればするほど、単位体積当たりの第1導電性薄膜層の表面積を大きくすることができるため、電気容量当たりのキャパシタの体積を任意の大きさに小さくすることができるようになり、従来より小型化・高電気容量化が可能な構造のキャパシタを実現することができる。

【0010】

また、本発明のキャパシタにおいては、ポリマー繊維を芯として用いるため、キャパシタ単位の径をかなり細くしても、芯を設けない場合と比較して必要な機械的強度を維持することが可能となる。

【0011】

20

なお、本発明のキャパシタにおいては、第2導電性薄膜層は、誘電体薄膜層を覆うように連続して形成されていてもよい。

【0012】

(2) 本発明のキャパシタにおいては、前記ポリマー繊維の平均直径は、 $10\text{ nm} \sim 20\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内にあることが好ましい。

【0013】

このような構成とすることにより、単位体積当たりの第1導電性薄膜層の表面積を極めて大きくすることができる。

なお、この観点から言えば、前記ポリマー繊維の平均直径は、 $10\text{ nm} \sim 1\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内にあることがより好ましい。

30

【0014】

なお、第1導電性薄膜の層厚は、 $10\text{ nm} \sim 10\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内にあることが好ましい。また、誘電体薄膜層の層厚は、 $1\text{ nm} \sim 2\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内にあることが好ましい。また、第2導電性薄膜の層厚は、 $10\text{ nm} \sim 10\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内にあることが好ましい。従って、キャパシタ単位の平均直径は、 $52\text{ nm} \sim 64\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内にあることが好ましい。

【0015】

(3) 本発明のキャパシタにおいては、前記ポリマー繊維は、エレクトロスピンニング法、溶融紡糸法又は叩解法により形成されたものであることが好ましい。

【0016】

40

ポリマー繊維がエレクトロスピンニング法又は溶融紡糸法により形成されたものである場合には、平均直径が $10\text{ nm} \sim 1\text{ }\mu\text{m}$ 程度の極めて細いポリマー繊維を容易にかつ高い生産性で形成することができる。この場合、ポリマー繊維としては、ケブラー繊維、ナイロン繊維、ポリイミド繊維、ポリエチレンテレフタレート繊維などの高耐熱性繊維を好適に用いることができる。

【0017】

一方、ポリマー繊維が叩解法により形成されたものである場合には、平均直径が $1\text{ }\mu\text{m} \sim 20\text{ }\mu\text{m}$ 程度のポリマー繊維を高い生産性で形成することができる。この場合、ポリマー繊維としては、セルロース繊維などの繊維を好適に用いることができる。

【0018】

(4) 本発明のキャパシタにおいては、前記第1導電性薄膜層は、前記ポリマー繊維の外

50

周に気相法により形成されたものであることが好ましい。

【0019】

このような構成とすることにより、ポリマー繊維の外周に第1導電性薄膜層を比較的容易にかつ均一に形成することができる。

【0020】

気相法としては、真空蒸着法又はスパッタ法を好ましく用いることができる。

【0021】

(5) 本発明のキャパシタにおいては、前記第1導電性薄膜層は、弁金属からなり、前記誘電体薄膜層は、前記第1導電性薄膜層の外周において前記弁金属を陽極酸化して形成されたものであることが好ましい。

10

【0022】

このような構成とすることにより、第1導電性薄膜層の外周に欠陥の少ない理想的な誘電体薄膜層を形成することができる。

【0023】

弁金属としては、Al、Ta、Nb又はTiを用いることができる。弁金属としてAlを用いた場合には、誘電体薄膜層は、 Al_2O_3 ($\epsilon: 8 \sim 10$) となり、弁金属としてTaを用いた場合には、誘電体薄膜層は、 Ta_2O_5 ($\epsilon: 27$) となり、弁金属としてNbを用いた場合には、誘電体薄膜層は、 Nb_2O_5 ($\epsilon: 41$) となり、弁金属としてTiを用いた場合には、誘電体薄膜層は、 TiO_2 ($\epsilon: 170$) となる。

20

【0024】

誘電体薄膜層として Al_2O_3 を用いる場合には、耐圧1V当たり1.2nm~1.5nmの計算で求められる値よりも大きい層厚のものを用い、誘電体薄膜層として Ta_2O_5 を用いる場合には、耐圧1V当たり1.4nm~1.6nmの計算で求められる値よりも大きい層厚のものを用いる。

【0025】

(6) 本発明のキャパシタにおいては、前記第2導電性薄膜層は、前記誘電体薄膜層の外周に重合形成された導電性ポリマー層からなることが好ましい。

【0026】

このような構成とすることにより、誘電体薄膜層の外周に第2導電性薄膜層を比較的容易にかつ均一に形成することができる。

30

【0027】

導電性ポリマー層の材料としては、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリフランなどからなる複素環式化合物の導電性ポリマーを用いることができる。このような構成とすることにより、電解質の抵抗を低くすることができ、高周波数領域においてESR及びESLが低いキャパシタを実現することができる。

【0028】

重合形成の方法としては、化学酸化重合法及び/又は電解重合法を好ましく用いることができる。

【0029】

(7) 本発明のキャパシタにおいては、前記第2導電性薄膜層は、前記誘電体薄膜層の外周に気相法又は塗布法により形成されたものであることも好ましい。

40

【0030】

このような構成とすることによっても、本発明のキャパシタを実現することができる。

【0031】

(8) 本発明のキャパシタにおいては、前記第1導電性薄膜層に電氣的に接続された第1外部接続用電極と、前記第2導電性薄膜層に電氣的に接続された第2外部接続用電極とをさらに備えることが好ましい。

【0032】

このような構成とすることにより、各キャパシタ単位における第1導電性薄膜層及び第2導電性薄膜層に、外部から導通を取ることが可能となる。

50

【 0 0 3 3 】

(9) 本発明のキャパシタにおいては、前記第 1 導電性薄膜層には、前記誘電体薄膜層に覆われていない第 1 領域が存在し、前記第 1 外部接続用電極は、前記第 1 領域において前記第 1 導電性薄膜層に接続され、前記第 2 外部接続用電極は、前記第 2 導電性薄膜層の外周部において前記第 2 導電性薄膜層に接続されていることが好ましい。

【 0 0 3 4 】

このような構成とすることにより、各キャパシタ単位における第 1 導電性薄膜層及び第 2 導電性薄膜層と、第 1 外部接続用電極及び第 2 外部接続用電極とをそれぞれ電氣的に接続することが可能となる。

【 0 0 3 5 】

(1 0) 本発明のキャパシタにおいては、前記誘電体薄膜層には、前記第 2 導電性薄膜層に覆われていない第 2 領域が存在し、前記第 1 外部接続用電極は、前記誘電体薄膜層を貫通して配置される (楔形の) 接続子を介して前記第 1 導電性薄膜層に接続され、前記第 2 外部接続用電極は、前記第 2 導電性薄膜層の外周部において前記第 2 導電性薄膜層に接続されていることが好ましい。

【 0 0 3 6 】

このような構成とすることによっても、各キャパシタ単位における第 1 導電性薄膜層及び第 2 導電性薄膜層と、第 1 外部接続用電極及び第 2 外部接続用電極とをそれぞれ電氣的に接続することが可能となる。

【 0 0 3 7 】

(1 1) 本発明のキャパシタにおいては、前記第 2 外部接続用電極は、ペースト状カーボン及び / 又はペースト状金属を用いて前記第 2 導電性薄膜層に接続されていることが好ましい。

【 0 0 3 8 】

このような構成とすることにより、第 2 外部接続用電極を第 2 導電性薄膜層に低抵抗かつ容易に接続することが可能となる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 9 】

以下、本発明のキャパシタを、図に示す各実施形態に基づいてさらに詳細に説明する。

【 0 0 4 0 】

[実施形態 1]

1 . 実施形態 1 に係るキャパシタ 1 0 の構成

図 1 は、実施形態 1 に係るキャパシタ 1 0 の構造を模式的に示す図である。図 2 は、実施形態 1 に係るキャパシタ 1 0 におけるキャパシタ単位 1 0 0 の構造を模式的に示す図である。

【 0 0 4 1 】

実施形態 1 に係るキャパシタ 1 0 は、図 1 に示すように、多数のキャパシタ単位 1 0 0 を備えるキャパシタである。各キャパシタ単位 1 0 0 は、図 2 に示すように、芯となるポリマー繊維 1 1 0 と、ポリマー繊維 1 1 0 の外周に形成された第 1 導電性薄膜層 1 2 0 と、第 1 導電性薄膜層 1 2 0 の外周に形成された誘電体薄膜層 1 3 0 と、誘電体薄膜層 1 3 0 の外周に形成された第 2 導電性薄膜層 1 4 0 とを備える。

【 0 0 4 2 】

ポリマー繊維 1 1 0 の平均直径は、例えば 1 0 n m ~ 2 0 μ m の範囲内にある。また、第 1 導電性薄膜 1 2 0 の層厚は、例えば 1 0 n m ~ 1 0 μ m の範囲内にある。また、誘電体薄膜層 1 3 0 の層厚は、例えば 1 n m ~ 2 μ m の範囲内にある。また、第 2 導電性薄膜 1 4 0 の層厚は、例えば 1 0 n m ~ 1 0 μ m の範囲内にある。また、キャパシタ単位 1 0 0 の平均直径は、例えば 5 2 n m ~ 6 4 μ m の範囲内にある。

【 0 0 4 3 】

ポリマー繊維 1 1 0 は、例えばエレクトロスピンニング法により形成されたものである。ポリマー繊維 1 1 0 としては、例えばケブラー繊維、ナイロン繊維、ポリイミド繊維、ポ

10

20

30

40

50

リエチレンテレフタレート繊維などの高耐熱性繊維を用いる。

【0044】

第1導電性薄膜層120は、弁金属からなり気相法により形成されたものであり、誘電体薄膜層130は、第1導電性薄膜層120の外周において弁金属を陽極酸化して形成されたものである。弁金属としては、例えばAlを用いる。従って、誘電体薄膜層130は、 Al_2O_3 からなるものとなる。

【0045】

第2導電性薄膜層140は、誘電体薄膜層130の外周に重合形成された導電性ポリマー層からなる。導電性ポリマー層の材料としては、例えばポリチオフェン（ポリエチレンジオキシチオフェン）を用いる。

10

【0046】

実施形態1に係るキャパシタ10は、図1に示すように、第1導電性薄膜層120に電氣的に接続された第1外部接続用電極20と、第2導電性薄膜層140に電氣的に接続された第2外部接続用電極30とをさらに備える。

【0047】

第1導電性薄膜層120には、誘電体薄膜層130に覆われていない第1領域 R_1 が存在し、第1外部接続用電極20は、第1領域 R_1 において第1導電性薄膜層120に接続され、第2外部接続用電極30は、第2導電性薄膜層140の外周部において第2導電性薄膜層140に接続されている。

【0048】

20

実施形態1に係るキャパシタ10は、第1導電性薄膜層120を陽極とし、第2導電性薄膜層140を陰極として用いる。

【0049】

2. 実施形態1に係るキャパシタ10の効果

以上のように構成された実施形態1に係るキャパシタ10によれば、芯となるポリマー繊維110の径を細くすればするほど、単位体積当たりの第1導電性薄膜層120の表面積を大きくすることができるため、電気容量当たりのキャパシタの体積を任意の大きさに小さくすることができるようになり、小型化・高電気容量化が可能な構造のキャパシタを実現することができる。

【0050】

30

また、実施形態1に係るキャパシタ100によれば、ポリマー繊維110を芯として用いるため、キャパシタ単位の径をかなり細くしても、必要な機械的強度を維持することが可能となる。

【0051】

また、実施形態1に係るキャパシタ100によれば、ポリマー繊維110の平均直径が $10\text{nm} \sim 20\mu\text{m}$ の範囲内にあるため、単位体積当たりの第1導電性薄膜層110の表面積を極めて大きくすることができる。

【0052】

また、実施形態1に係るキャパシタ100によれば、ポリマー繊維110がエレクトロスピニング法により形成されたものであるため、平均直径が $10\text{nm} \sim 1\mu\text{m}$ 程度の極めて細いポリマー繊維を容易にかつ高い生産性で形成することができる。

40

【0053】

また、実施形態1に係るキャパシタ100によれば、第1導電性薄膜層120が気相法により形成されたものであるため、極めて細いポリマー繊維の外周に第1導電性薄膜層を比較的容易にかつ均一に形成することができる。

【0054】

また、実施形態1に係るキャパシタ100によれば、第1導電性薄膜層120が弁金属からなり、誘電体薄膜層130が第1導電性薄膜層120の外周において弁金属を陽極酸化して形成されたものであるため、第1導電性薄膜層120の外周に欠陥の少ない理想的な誘電体薄膜層130を形成することができる。

50

【 0 0 5 5 】

また、実施形態 1 に係るキャパシタ 1 0 0 によれば、第 2 導電性薄膜層 1 4 0 が誘電体薄膜層 1 3 0 の外周に重合形成された導電性ポリマー層からなるため、誘電体薄膜層の外周に第 2 導電性薄膜層を比較的容易にかつ均一に形成することができる。

【 0 0 5 6 】

また、実施形態 1 に係るキャパシタ 1 0 0 によれば、導電性ポリマー層の材料としてポリピロールからなる複素環式化合物の導電性ポリマーを用いるため、電解質の抵抗を低くすることができ、高周波数領域において E S R 及び E S L が低いキャパシタを実現することができる。

【 0 0 5 7 】

また、実施形態 1 に係るキャパシタ 1 0 0 によれば、第 1 導電性薄膜層 1 2 0 に電氣的に接続された第 1 外部接続用電極 2 0 と、第 2 導電性薄膜層 1 4 0 に電氣的に接続された第 2 外部接続用電極 3 0 とをさらに備えるため、各キャパシタ単位 1 0 0 の第 1 導電性薄膜層 1 2 0 及び第 2 導電性薄膜層 1 4 0 に外部から導通を取ることが可能となる。

【 0 0 5 8 】

また、実施形態 1 に係るキャパシタ 1 0 0 によれば、第 1 導電性薄膜層 1 2 0 には誘電体薄膜層 1 3 0 に覆われていない第 1 領域 R_1 が存在し、第 1 外部接続用電極 2 0 は第 1 領域 R_1 において第 1 導電性薄膜層 1 2 0 に接続され、第 2 外部接続用電極 3 0 は第 2 導電性薄膜層 1 4 0 の外周部において第 2 導電性薄膜層 1 4 0 に接続されているため、第 1 導電性薄膜層 1 2 0 及び第 2 導電性薄膜層 1 4 0 と、第 1 外部接続用電極 2 0 及び第 2 外部接続用電極 3 0 とをそれぞれ電氣的に接続することが可能となる。

【 0 0 5 9 】

[実施形態 2]

図 3 は、実施形態 2 に係るキャパシタ 1 0 a の構造を模式的に示す図である。

【 0 0 6 0 】

実施形態 2 に係るキャパシタ 1 0 a は、図 3 に示すように、キャパシタ単位 1 0 0 が 3 次元的に配列された構造を有し、実施形態 1 に係るキャパシタ 1 0 を縦方向に積層させることにより作製することができる。なお、外部接続端子 E_1 は各層の第 1 外部接続用電極 2 0 に接続されており、外部接続端子 E_2 は各層の第 2 外部接続用電極 3 0 に接続されている。

【 0 0 6 1 】

従って、実施形態 2 に係るキャパシタ 1 0 a は、実施形態 1 に係るキャパシタ 1 0 が有する効果をそのまま有するのに加え、実施形態 1 に係るキャパシタ 1 0 よりも小型化・高容量化が容易であるという効果をさらに有する。

【 0 0 6 2 】

[実施形態 3]

図 4 は、実施形態 3 に係るキャパシタ 1 0 b の構造を模式的に示す図である。

【 0 0 6 3 】

実施形態 3 に係るキャパシタ 1 0 b は、キャパシタ単位 1 0 0 が 3 次元的に配列された構造を有する点で実施形態 2 に係るキャパシタ 1 0 a と同様の構成を有するが、第 1 外部接続用電極及び第 2 外部接続用電極の構成が実施形態 2 に係るキャパシタ 1 0 a の場合とは異なる。

すなわち、実施形態 3 に係るキャパシタ 1 0 b においては、図 4 に示すように、第 1 外部接続用電極 2 0 b は、各層を連結する連結部 2 2 を有して構成され、第 2 外部接続用電極 3 0 b は、キャパシタ単位 1 0 0 の集合体の下面及び側面で各キャパシタ 1 0 における第 2 導電性薄膜層 1 4 0 と接続されるように構成されている。

【 0 0 6 4 】

このように、実施形態 3 に係るキャパシタ 1 0 b は、第 1 外部接続用電極及び第 2 外部接続用電極の構成が実施形態 2 に係るキャパシタ 1 0 a の場合とは異なるが、実施形態 2 に係るキャパシタ 1 0 a の場合と同様に、キャパシタ単位 1 0 0 が 3 次元的に配列された

10

20

30

40

50

構造を有するため、実施形態 2 に係るキャパシタ 10 a が有する効果をそのまま有する。

【0065】

[実施形態 4]

図 5 は、実施形態 4 に係るキャパシタ 10 c の構造を模式的に示す図である。なお、図 5 においては、キャパシタ単位 100 が 2 次元的に配列された「単位層」が 2 層だけ積層されているように示されているが、単位層が 3 層以上積層されていてもよい。

【0066】

実施形態 4 に係るキャパシタ 10 a は、キャパシタ単位 100 が 3 次元的に配列された構造を有する点で実施形態 2 又は 3 に係るキャパシタ 10 a , 10 b と同様の構成を有するが、キャパシタ単位 100 の配列構造が実施形態 2 又は 3 に係るキャパシタ 10 a , 10 b の場合とは異なる。

すなわち、実施形態 4 に係るキャパシタ 10 c においては、図 5 に示すように、キャパシタ単位 100 は、縦方向に隣接する各単位層が互いに交差するように配列された構造を有する。

【0067】

このように、実施形態 4 に係るキャパシタ 10 c は、キャパシタ単位 100 の配列構造が実施形態 2 又は 3 に係るキャパシタ 10 a , 10 b の場合とは異なるが、実施形態 2 又は 3 に係るキャパシタ 10 a , 10 b の場合と同様に、キャパシタ単位 100 が 3 次元的に配列された構造を有するため、実施形態 2 又は 3 に係るキャパシタ 10 a , 10 b が有する効果をそのまま有する。

【0068】

[実施形態 5]

図 6 は、実施形態 5 に係るキャパシタ 10 d の構造を模式的に示す図である。図 7 は、実施形態 5 に係るキャパシタ 10 d の要部を模式的に示す図である。図 7 (a 1) 及び図 7 (a 2) は、接続子 24 を介して第 1 外部接続用電極 20 d と第 1 導電性薄膜 120 とを接続する前の状態を示す図であり、図 7 (b 1) 及び図 7 (b 2) は、接続子 24 を介して第 1 外部接続用電極 20 d と第 1 導電性薄膜 120 とを接続した後の状態を示す図である。

【0069】

実施形態 5 に係るキャパシタ 10 d は、基本的には実施形態 1 に係るキャパシタ 10 と同様の構成を有するが、第 1 外部接続用電極と第 1 導電性薄膜層との接続構造が実施形態 1 に係るキャパシタ 10 の場合と異なる。

すなわち、実施形態 5 に係るキャパシタ 10 d においては、図 6 及び図 7 に示すように、誘電体薄膜層 130 には、第 2 導電性薄膜層 140 に覆われていない第 2 領域 R_2 が存在し、第 1 外部接続用電極 20 d は、誘電体薄膜層 130 を貫通して配置される（楔形の）接続子 24 を介して第 1 導電性薄膜層 140 に接続されている。

【0070】

このように、実施形態 5 に係るキャパシタ 10 d は、第 1 外部接続用電極と第 1 導電性薄膜層との接続構造が実施形態 1 に係るキャパシタ 10 の場合とは異なるが、実施形態 1 に係るキャパシタ 10 の場合と同様に、上記した多数のキャパシタ単位 100 を備えるキャパシタであるため、芯となるポリマー繊維の径を細くすればするほど、単位体積当たりの第 1 導電性薄膜層の表面積を大きくすることができる。このため、電気容量当たりのキャパシタの体積を任意の大きさに小さくすることができるようになり、小型化・高電気容量化が可能な構造のキャパシタを実現することができる。

【0071】

なお、実施形態 5 に係るキャパシタ 10 d は、第 1 外部接続用電極と第 1 導電性薄膜層との接続構造以外の点では実施形態 1 に係るキャパシタ 10 と同様の構成を有するため、実施形態 1 に係るキャパシタ 10 の場合が有する効果のうち該当する効果を有する。

【0072】

[実施形態 6]

10

20

30

40

50

図 8 ~ 図 11 は、実施形態 6 に係るキャパシタ 10 e の製造方法を説明するために示す図である。図 8 (a 1) ~ 図 8 (d 1) 及び図 8 (a 2) ~ 図 8 (d 2) はキャパシタ単位集合体 46 を製造する各工程を示す図である。このうち図 8 (a 1) ~ 図 8 (d 1) はキャパシタ単位集合体 46 等の平面図であり、図 8 (a 2) ~ 図 8 (d 2) はキャパシタ単位 100 等の拡大斜視図である。図 9 は図 8 (b) に示す A1 被覆セルロース繊維紙 42 の SEM 写真を示す図である。図 10 (a) は第 1 外部接続用電極 20 e の平面図であり、図 10 (b) は第 2 外部接続用電極 30 e の平面図である。図 11 (a) ~ 図 11 (d) はキャパシタ単位集合体 46 に第 1 外部接続用電極 20 e 及び第 2 外部接続用電極 30 e を配設してキャパシタ 10 e とする各工程を示す図である。

【 0073 】

10

実施形態 6 に係るキャパシタ 10 e は、以下のようにして作製する。

【 0074 】

(1) キャパシタ単位集合体 46 の作製

まず、叩解法により細分化して形成したセルロース繊維を漉いて、ポリマー繊維 110 からなるセルロース繊維紙 40 を作製し、これを所定の大きさ A_0 に裁断する (図 8 (a 1) 及び図 8 (a 2) 参照。) 。

【 0075 】

次に、真空蒸着法によりセルロース繊維紙 40 上に A1 を蒸着することにより、A1 被覆セルロース繊維紙 42 を作製する。これにより、各ポリマー繊維 110 の外周には A1 (アルミニウム) からなる第 1 導電性薄膜層 120 が形成される (図 8 (b 1) 及び図 8 (b 2) 参照。) 。このとき、各ポリマー繊維 110 の外周には、図 9 に示すように、第 1 導電性薄膜層 120 が独立して形成されていることがわかる。

20

【 0076 】

次に、A1 被覆セルロース繊維紙 42 の所定領域 A_1 において A1 を陽極酸化する。これにより、第 1 導電性薄膜層 120 の外周には部分的に $A1_2O_3$ からなる誘電体薄膜層 130 が形成され、 $A1 - A1_2O_3$ 被覆セルロース繊維紙 44 が作製される (図 8 (c 1) 及び図 8 (c 2) 参照。) 。

【 0077 】

最後に、 $A1 - A1_2O_3$ 被覆セルロース繊維紙 44 の所定領域 A_2 において化学酸化重合により導電性ポリマー層 140 を形成する。これにより、キャパシタ単位 100 が集合したキャパシタ単位集合体 46 が作製される (図 8 (d 1) 及び図 8 (d 2) 参照。) 。

30

【 0078 】

(2) 第 1 外部接続用電極 20 e 及び第 2 外部接続用電極 30 e の準備

第 1 外部接続用電極 20 e (図 10 (a) 参照。) 及び第 2 外部接続用電極 30 e (図 10 (b) 参照。) を準備する。第 1 外部接続用電極 20 e 及び第 2 外部接続用電極 30 e は、ともに例えば $50 \mu m$ の厚さを有する銅フィルムを用いる。

【 0079 】

(3) キャパシタ 10 e の作製工程

まず、上記 (1) で作製したキャパシタ単位集合体 46 の所定領域 A_2 、 A_4 にペースト状カーボン (カーボンペースト) を塗布し乾燥させることにより、キャパシタ単位集合体 46 上にカーボン層 150 を形成する (図 11 (a) 参照。) 。

40

【 0080 】

次に、キャパシタ単位集合体 46 上のカーボン層 150 上にペースト状金属 (銀ペースト) 152 を塗布する (図 11 (b) 参照。) 。

【 0081 】

次に、キャパシタ単位集合体 46 上に第 1 外部接続用電極 20 e 及び第 2 外部接続用電極 30 e を配置し、その後ペースト状金属 152 を固化させることにより、第 1 外部接続用電極 20 e 及び第 2 外部接続用電極 30 e をそれぞれ第 1 導電性薄膜層 120 及び第 2 導電性薄膜層 140 に接続する (図 11 (c) 参照。) 。

50

【0082】

最後に、樹脂封止材160を用いて、第1外部接続用電極20eの表面及び第2外部接続用電極30eの表面を外部に露出させた状態で、キャパシタ単位集合体46、第1外部接続用電極20e及び第2外部接続用電極30eを封止する(図11(d)参照。)

以上のようにして、実施形態6に係るキャパシタ10eを作製することができる。

【0083】

実施形態6に係るキャパシタ10eは、実施形態2~4に係るキャパシタ10a~10cの場合と同様に、キャパシタ単位100が3次元的に配列された構造を有するため、実施形態2~4に係るキャパシタ10a~10cが有する効果をそのまま有する。

【0084】

また、実施形態6に係るキャパシタ10eによれば、第2外部接続用電極30eがペースト状カーボン及びペースト状金属152を用いて第2導電性薄膜層140に接続されているため、第2外部接続用電極30eを第2導電性薄膜層140に低抵抗かつ容易に接続することが可能となる。

【0085】

以上、本発明のキャパシタを上記の各実施形態に基づいて説明したが、本発明は上記の各実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0086】

(1) 上記各実施形態に係るキャパシタ10~10eにおいては、第1導電性薄膜層120の材料としてAlを用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。第1導電性薄膜層120の材料として例えばTa、Nb又はTiを用いてもよい。

【0087】

(2) 上記各実施形態に係るキャパシタ10~10eにおいては、誘電体薄膜層130として、第1導電性薄膜層110の外周において弁金属を陽極酸化して形成されたものを用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。第1導電性薄膜層110の外周に気相法を用いて形成された誘電体薄膜層を用いてもよい。

【0088】

(3) 上記各実施形態に係るキャパシタ10~10eにおいては、第2導電性薄膜層140として、誘電体薄膜層130の外周にポリチオフェンからなる導電性ポリマー層を重合形成したものをを用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。誘電体薄膜層130の外周にポリピロール、ポリアニリン、ポリフランなどからなる導電性ポリマー層を重合形成したものをを用いてもよい。また、気相法又は塗布法により形成された導電性ポリマー層を用いてもよい。

【0089】

(4) 上記実施形態2~5に係るキャパシタ10a~10dにおいては、ポリマー繊維110として、エレクトロスピンニング法により形成されたものを用い、上記実施形態6に係るキャパシタ10eにおいては、ポリマー繊維110として、叩解法により細分化されたものを用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、溶融紡糸法により形成されたものを用いてもよい。

【0090】

(5) 上記実施形態1~5に係るキャパシタ10~10dにおいては、誘電体薄膜層130の外周に形成された第2導電性薄膜層140に第1外部接続用電極を接続しているが、本発明はこれに限定されるものではない。図12は、変形例1に係るキャパシタ10fの構造を模式的に示す部分断面図である。図13は、変形例2に係るキャパシタ10gの構造を模式的に示す部分断面図である。例えば、図12に示すように誘電体薄膜層130の外周に形成された第2導電性薄膜層140を覆うように導電性ポリマー部142を設け、当該導電性ポリマー部142に第1外部接続用電極を接続してもよいし、図13に示すように、第2導電性薄膜層140を省略するとともに、誘電体薄膜層130を覆うように導電性ポリマー部142を設け、当該導電性ポリマー部142に第1外部接続用電極を接続

10

20

30

40

50

するようにしてもよい。

【0091】

(6) 上記実施形態6に係るキャパシタ10eにおいては、所定領域 A_1 においてA1を陽極酸化して第1導電性薄膜層120の外周に部分的に誘電体薄膜層130を形成することにより、第1導電性薄膜層120が露出する部分を形成することとしているが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、第1導電性薄膜層120の外周全面においてA1を陽極酸化して第1導電性薄膜層120の外周全面に誘電体薄膜層130を形成してもよい。この場合には、その後の工程で、研磨等で部分的に誘電体薄膜層を除去することにより、第1導電性薄膜層120が露出する部分を形成すればよい。

さらには、第1導電性薄膜層120が露出する部分自体を形成しないこととすることもできる。この場合には、実施形態5の場合と同様に、誘電体薄膜層130を貫通させた接続子24を用いて、第1外部接続用電極20と第1導電性薄膜層140とを接続すればよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0092】

【図1】実施形態1に係るキャパシタ10におけるキャパシタ単位100の構造を模式的に示す図である。

【図2】実施形態1に係るキャパシタ10の構造を模式的に示す図である。

【図3】実施形態2に係るキャパシタ10aの構造を模式的に示す図である。

【図4】実施形態3に係るキャパシタ10bの構造を模式的に示す図である。

20

【図5】実施形態4に係るキャパシタ10cの構造を模式的に示す図である。

【図6】実施形態5に係るキャパシタ10dの構造を模式的に示す図である。

【図7】実施形態5に係るキャパシタ10dの要部を模式的に示す図である。

【図8】実施形態6に係るキャパシタ10eの製造方法を説明するために示す図である。

【図9】実施形態6に係るキャパシタ10eの製造方法を説明するために示す図である。

【図10】実施形態6に係るキャパシタ10eの製造方法を説明するために示す図である。

【図11】実施形態6に係るキャパシタ10eの製造方法を説明するために示す図である。

【図12】変形例1に係るキャパシタ10fの構造を模式的に示す部分断面図である。

30

【図13】変形例2に係るキャパシタ10gの構造を模式的に示す部分断面図である。

【図14】従来のキャパシタ900の構造を模式的に示す図である。

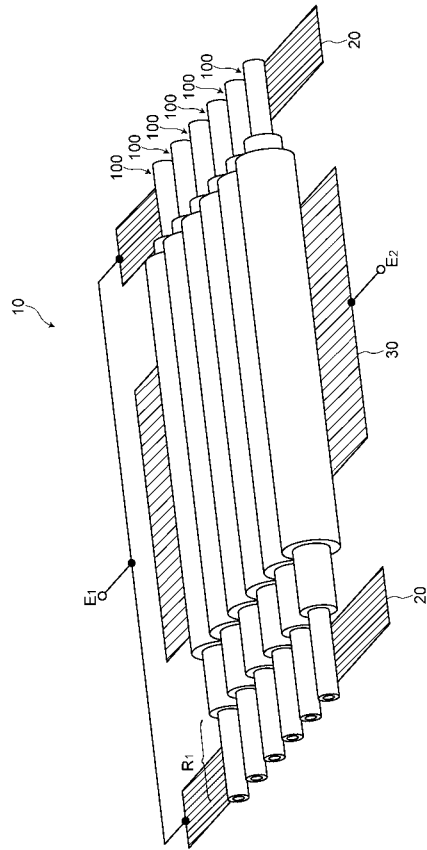
【符号の説明】

【0093】

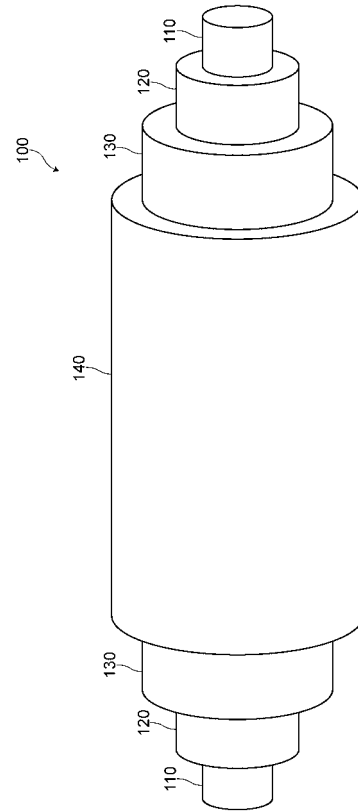
10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f, 10g, 900...キャパシタ、20, 20b, 20c, 20d, 20e...第1外部接続用電極、22...連結部、24...接続子、30, 30b, 30c, 30d, 30e...第2外部接続用電極、40...セルロス繊維紙、42...A1被覆セルロス繊維紙、44... $A_1 - A_2 O_3$ 被覆セルロス繊維紙、46...キャパシタ単位集合体、100...キャパシタ単位、110...ポリマー繊維、120...第1導電性薄膜層、130, 930...誘電体薄膜層、140...第2導電性薄膜層、142...導電性ポリマー部、150...カーボン層、152...ペースト状金属、160...樹脂封止材、920...陽極体、940, 950...導電性高分子層、 A_1 ...所定の大きさ、 A_2 ...所定領域(第2導電性薄膜層140に覆われている領域)、 A_3 ...所定領域(誘電体薄膜層130が露出している領域)、 A_4 ...所定領域(第1導電性薄膜層120が露出している領域)、 E_1, E_2 ...外部接続端子、 R_1 ...第1領域、 R_2 ...第2領域

40

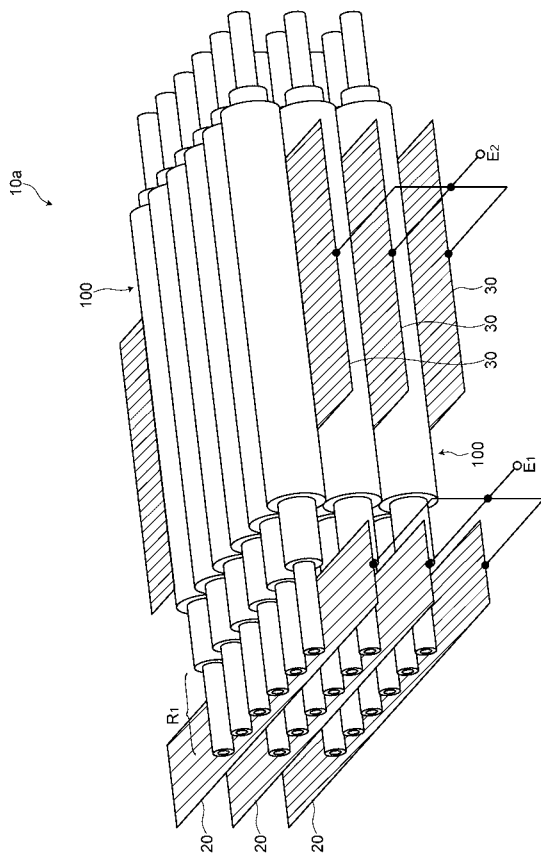
【 図 1 】



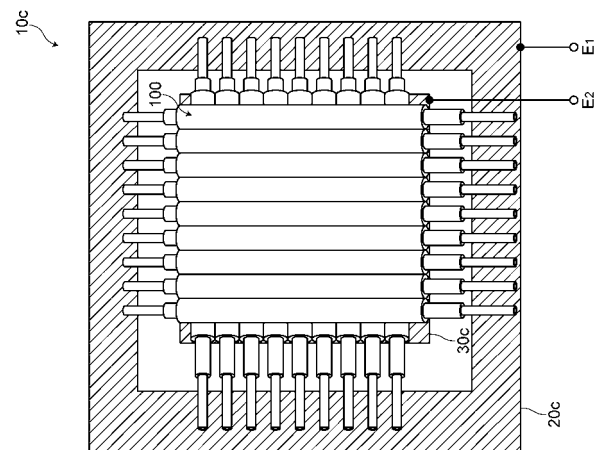
【 図 2 】



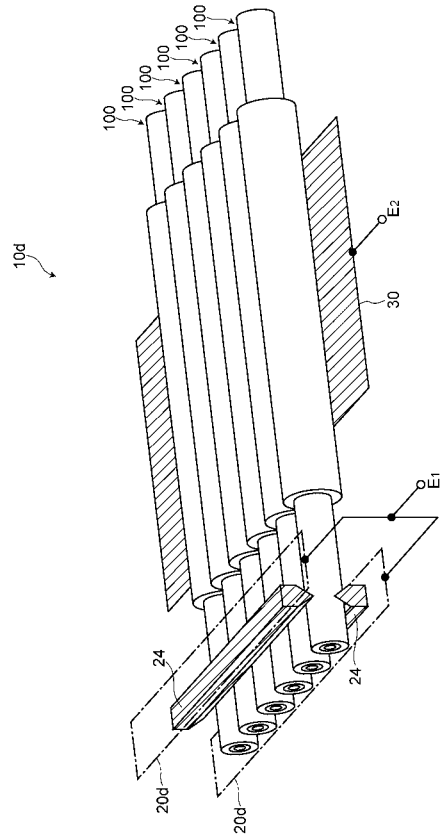
【 図 3 】



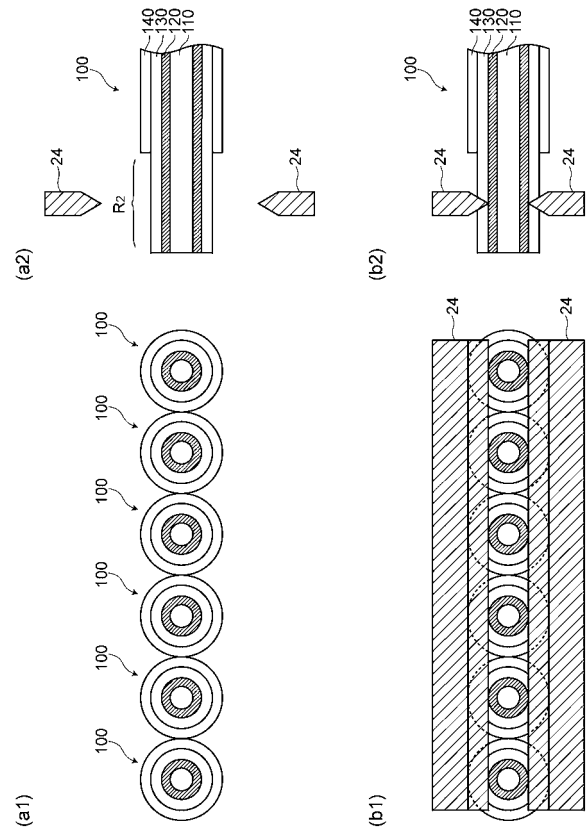
【 図 5 】



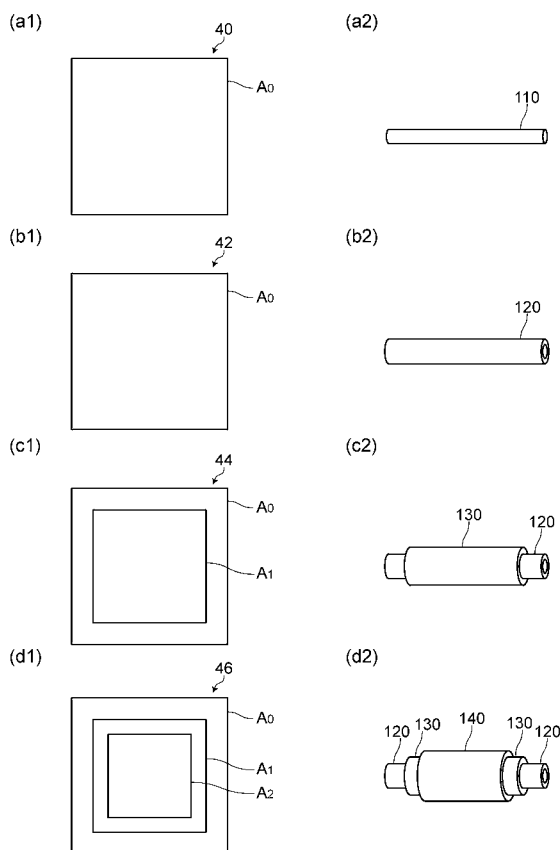
【図 6】



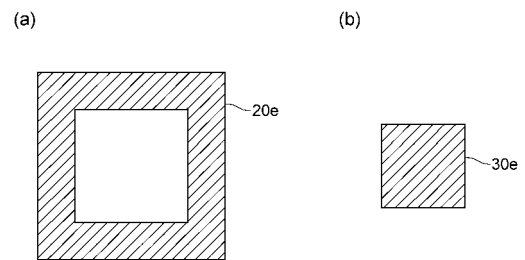
【図 7】



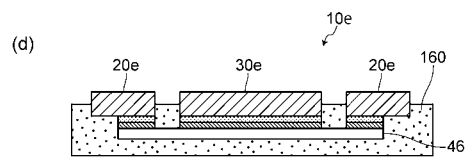
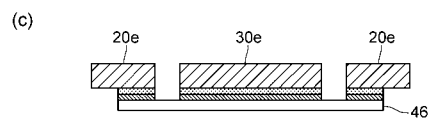
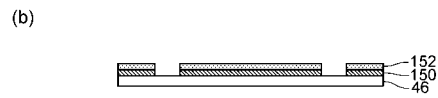
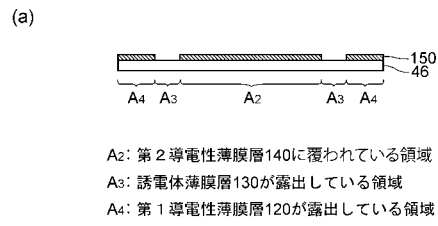
【図 8】



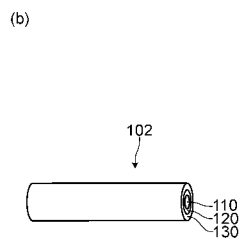
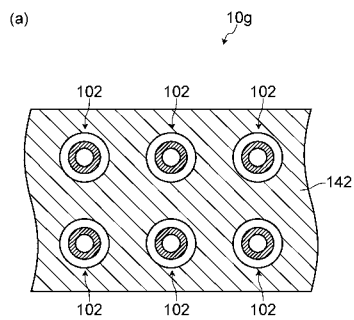
【図 10】



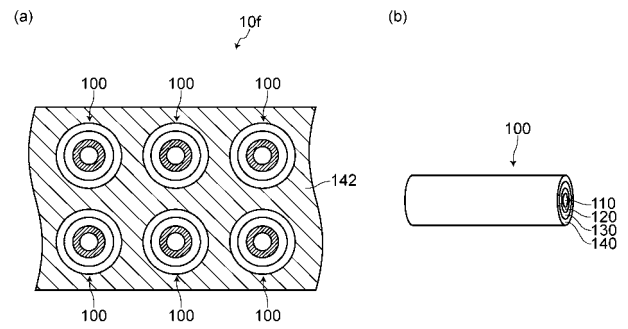
【図 1 1】



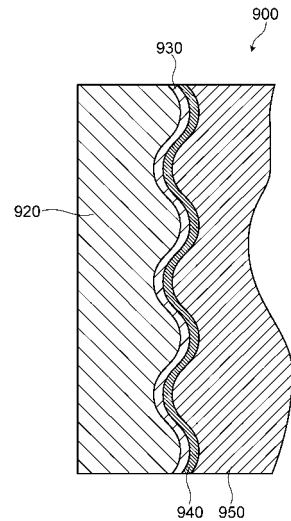
【図 1 3】



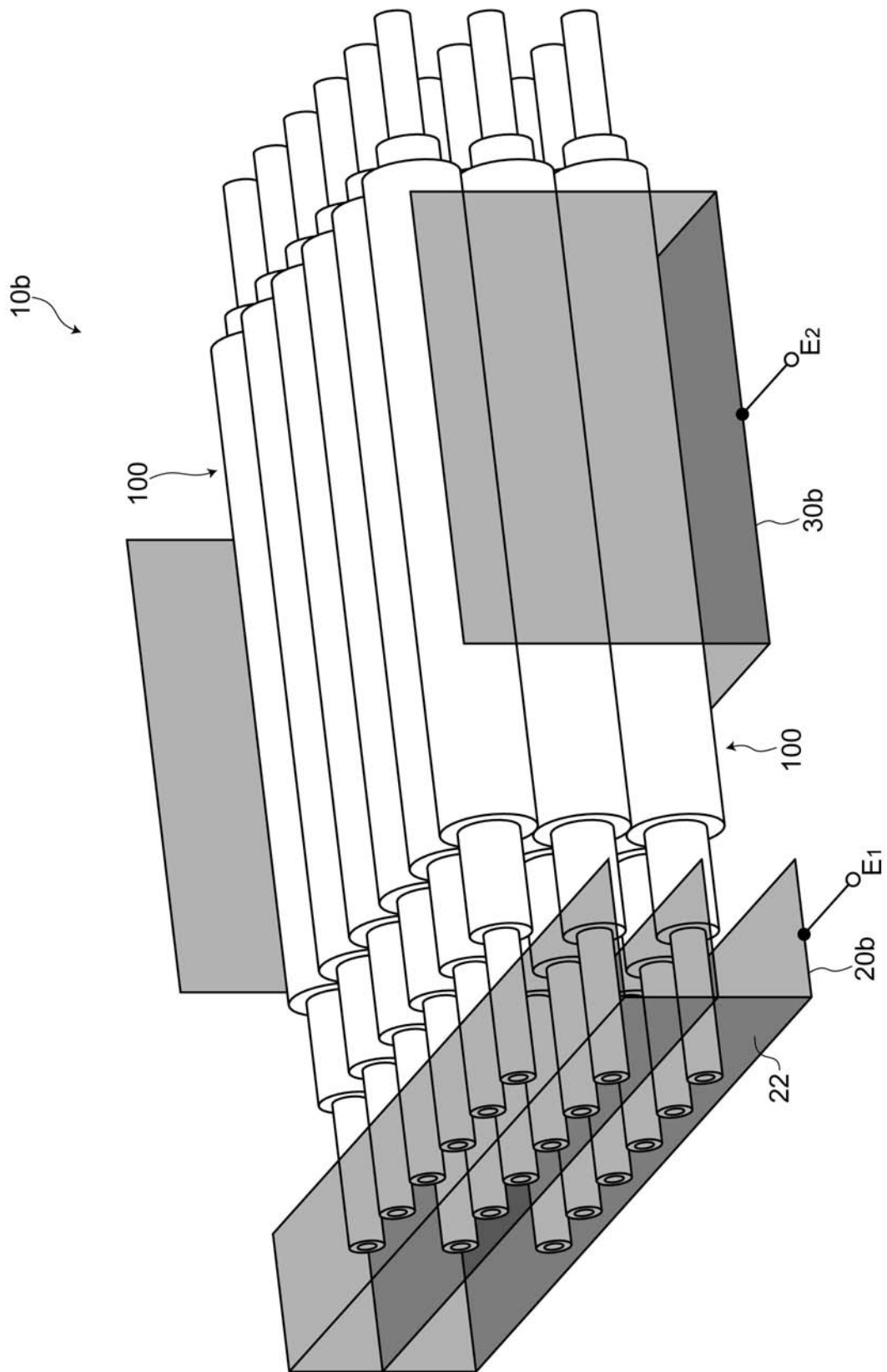
【図 1 2】



【図 1 4】



【 図 4 】



【 図 9 】

