(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7560635号
(P7560635)

(45)発行日　令和6年10月2日(2024.10.2)

(24)登録日　令和6年9月24日(2024.9.24)

(51)国際特許分類

Ｄ２１Ｈ　13/26　(2006.01)		Ｄ２１Ｈ	13/26
Ｂ６４Ｕ　50/19　(2023.01)		Ｂ６４Ｕ	50/19
Ｂ６４Ｕ　20/65　(2023.01)		Ｂ６４Ｕ	20/65
Ｂ３２Ｂ　27/34　(2006.01)		Ｂ３２Ｂ	27/34
Ｂ３２Ｂ　7/027(2019.01)		Ｂ３２Ｂ	7/027

ＦＩ

請求項の数　20　（全24頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2023-170445(P2023-170445)
(22)出願日　令和5年9月29日(2023.9.29)
審査請求日　令和6年2月29日(2024.2.29)
早期審査対象出願

(73)特許権者　501440684
ソフトバンク株式会社
東京都港区海岸一丁目７番１号
(73)特許権者　000219266
東レ・デュポン株式会社
東京都中央区日本橋本町一丁目１番１号
(74)代理人　110000877
弁理士法人ＲＹＵＫＡ国際特許事務所
(72)発明者　福地　スヴェトラーナ
東京都港区海岸一丁目７番１号　ソフトバンク株式会社内
(72)発明者　齊藤　貴也
東京都港区海岸一丁目７番１号　ソフトバンク株式会社内
(72)発明者　高柳　良基
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　繊維構造体、断熱材、収容装置、電池、飛行体、繊維構造体を生産する方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

実質的に非熱可塑性ポリイミド樹脂からなる複数の繊維であって、前記複数の繊維の質量に対する前記非熱可塑性ポリイミド樹脂の質量の割合は７０％以上である、複数の繊維を含む、繊維構造体であって、

前記繊維構造体の質量に対する前記複数の繊維の質量の割合は、７０質量％以上であり、

前記繊維構造体の厚さは、１ｍｍ以上であり、

前記繊維構造体の秤量は、４０ｇ／ｍ^{2}以上１５０ｇ／ｍ^{2}以下である、

繊維構造体。

【請求項２】

前記複数の繊維のそれぞれの長さは、１．０ｍｍ以上１０．０ｍｍ以下である、

請求項１に記載の繊維構造体。

【請求項３】

前記複数の繊維のそれぞれの幅は、１μｍ以上１００μｍ以下である、

請求項２に記載の繊維構造体。

【請求項４】

実質的にポリイミド樹脂からなる複数の繊維を含む、繊維構造体であって、

前記繊維構造体の質量に対する前記複数の繊維の質量の割合は、７０質量％以上であり、

前記繊維構造体の厚さは、１ｍｍ以上であり、

前記繊維構造体の秤量は、４０ｇ／ｍ^{2}以上１５０ｇ／ｍ^{2}以下であり、

前記繊維構造体は、フィルム状、シート状又は板状の形状を有し、
前記複数の繊維は、
その長さ方向が前記繊維構造体の面内方向に略平行な向きに配された第１繊維と、
その長さ方向が前記繊維構造体の厚さ方向に略平行な向きに配された第２繊維と、
を含み、
走査電子顕微鏡を用いて観察された前記繊維構造体の断面において、前記第１繊維の個数に対する第２繊維の個数の割合は、３０％未満である、
繊維構造体。
【請求項５】
実質的にポリイミド樹脂からなる複数の繊維を含む、繊維構造体であって、
前記繊維構造体の質量に対する前記複数の繊維の質量の割合は、７０質量％以上であり、
前記繊維構造体の厚さは、１ｍｍ以上であり、
前記繊維構造体の秤量は、４０ｇ／ｍ^{2}以上１５０ｇ／ｍ^{2}以下であり、
圧力が１００ｋＰａであり、常温である第１環境下において、ＪＩＳ　Ｌ　１９２７に準じて測定される前記繊維構造体の熱伝導率は、０．０２０Ｗ／ｍ・Ｋ以上、０．０４０Ｗ／ｍ・Ｋ以下である。
繊維構造体。
【請求項６】
実質的にポリイミド樹脂からなる複数の繊維を含む、繊維構造体であって、
前記繊維構造体の質量に対する前記複数の繊維の質量の割合は、７０質量％以上であり、
前記繊維構造体の厚さは、１ｍｍ以上であり、
前記繊維構造体の秤量は、４０ｇ／ｍ^{2}以上１５０ｇ／ｍ^{2}以下であり、
圧力が５ｋＰａであり、温度が－６０℃である第２環境下に配置されたＭＢ型アルミケースの内部の中心部に配置された熱電対の温度を２０℃以上３０℃以下に維持するために必要なヒータの電力実効値から推定される前記繊維構造体の熱伝導率は、０．００５Ｗ／ｍ・Ｋ以上、０．０３０Ｗ／ｍ・Ｋ以下であり、
前記ヒータの電力実効値は、前記ＭＢ型アルミケースの全体が、その表面にアルミニウム蒸着層を有する前記繊維構造体に覆われた状態で測定され、
前記ヒータの電力実効値の測定に用いられる前記繊維構造体の厚さは、９．０ｍｍであり、
前記ヒータの電力実効値に測定に用いられる前記アルミニウム蒸着層の厚さは、１５０ｎｍであり、
前記ヒータの電力実効値に測定に用いられる前記ＭＢ型アルミケースの寸法は、長さ１４０ｍｍ、幅６０ｍｍ及び高さ１４０ｍｍである、
繊維構造体。
【請求項７】
湿式法により作製された複数の不織布を積層し、積層された前記複数の不織布の内部にポリイミド前駆体を分散させた後、前記ポリイミド前駆体をイミド化させて得られる繊維構造体であって、
複数の不織布のそれぞれは、実質的にポリイミド樹脂からなる複数の繊維であって、前記複数の繊維の質量に対する前記ポリイミド樹脂の質量の割合は７０％以上である、複数の繊維を含み、
前記繊維構造体の厚さは、１ｍｍ以上である、
繊維構造体。
【請求項８】
請求項１から請求項７までの何れか一項に記載の繊維構造体を備える、
断熱材。
【請求項９】
前記繊維構造体の表面の少なくとも一部に配され、輻射熱を反射する反射部をさらに備える、

請求項８に記載の断熱材。
【請求項１０】
実質的にポリイミド樹脂からなる複数の繊維を含む、繊維構造体と、
前記繊維構造体の表面の少なくとも一部に配され、輻射熱を反射する反射部と、
を備え、
前記繊維構造体の質量に対する前記複数の繊維の質量の割合は、７０質量％以上であり、
前記繊維構造体の厚さは、１ｍｍ以上であり、
前記繊維構造体の秤量は、４０ｇ／ｍ^{2}以上１５０ｇ／ｍ^{2}以下である、
断熱材。
【請求項１１】
物品を収容するための収容部を備え、
前記収容部は、
前記物品が載置される載置面を有する第１部材と、
前記第１部材の前記載置面の側に配され、前記第１部材とともに、前記物品を収容するための空間を形成する第２部材と、
を備え、
前記第２部材は、請求項１から請求項７までの何れか一項に記載の繊維構造体を有する、
収容装置。
【請求項１２】
前記収容部は、
前記空間の内部の気体の圧力が予め定められた値よりも大きくなった場合に、前記空間の内部の気体を、前記空間の外部に排出するための排出部材、
をさらに備える、
請求項１１に記載の収容装置。
【請求項１３】
請求項１１に記載の収容装置と、
前記収容装置の前記空間の内部に配される蓄電装置と、
を備える、電池。
【請求項１４】
請求項１３に記載の電池と、
前記電池に蓄積された電気エネルギーを利用して推進力を発生させる推進力発生装置と、
を備える、飛行体。
【請求項１５】
物品を収容するための収容部を備え、
前記収容部は、
前記物品が載置される載置面を有する第１部材と、
前記第１部材の前記載置面の側に配され、前記第１部材とともに、前記物品を収容するための空間を形成する第２部材と、
を備え、
前記第２部材は、
実質的にポリイミド樹脂からなる複数の繊維を含む、繊維構造体であって、
前記繊維構造体の質量に対する前記複数の繊維の質量の割合は、７０質量％以上であり、
前記繊維構造体の厚さは、１ｍｍ以上であり、
前記繊維構造体の秤量は、４０ｇ／ｍ^{2}以上１５０ｇ／ｍ^{2}以下である、
繊維構造体を有する、
収容装置。
【請求項１６】
前記収容部は、
前記空間の内部の気体の圧力が予め定められた値よりも大きくなった場合に、前記空間の内部の気体を、前記空間の外部に排出するための排出部材、

をさらに備える、
請求項１５に記載の収容装置。
【請求項１７】
請求項１５に記載の収容装置と、
前記収容装置の前記空間の内部に配される蓄電装置と、
を備える、電池。
【請求項１８】
請求項１７に記載の電池と、
前記電池に蓄積された電気エネルギーを利用して推進力を発生させる推進力発生装置と、
を備える、飛行体。
【請求項１９】
湿式法により作製された複数の不織布を積層し、１mm以上の厚さを有する積層体を作製する積層段階と、
前記積層体を構成する前記複数の不織布の内部にポリイミド前駆体を分散させる分散段階と、
前記ポリイミド前駆体をイミド化させるイミド化段階と、
を有し、
複数の不織布のそれぞれは、実質的にポリイミド樹脂からなる複数の繊維であって、前記複数の繊維の質量に対する前記ポリイミド樹脂の質量の割合は７０％以上である、複数の繊維を含む、
繊維構造体を生産する方法。
【請求項２０】
前記積層段階は、前記複数の不織布のそれぞれに印加される圧力が５０Ｐａ未満となるように、前記複数の不織布を積層する段階を含み、
前記分散段階は、前記複数の不織布のそれぞれに印加される圧力が５０Ｐａ未満となるように、前記複数の不織布の内部にポリイミド前駆体を分散させる段階を含み、
前記イミド化段階は、前記複数の不織布のそれぞれに印加される圧力が５０Ｐａ未満となるように、前記ポリイミド前駆体をイミド化させる段階を含む、
請求項１９に記載の繊維構造体を生産する方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、繊維構造体、断熱材、収容装置、電池、飛行体、繊維構造体を生産する方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１～２には、非熱可塑性ポリイミド樹脂からなる繊維を集積及び加圧して得られたポリイミド繊維紙が開示されている。
［先行技術文献］
［特許文献］
［特許文献１］　特開２０１９－０３５１５７号公報
［特許文献２］　特開２０２３－０５１２４７号公報
【発明の概要】
【課題を解決するための手段】
【０００３】
本発明の第１の態様においては、繊維構造体が提供される。上記の繊維構造体は、例えば、実質的にポリイミド樹脂からなる複数の繊維を含む。上記の繊維構造体において、繊維構造体の質量に対する複数の繊維の質量の割合は、例えば、７０質量％以上である。上記の繊維構造体において、繊維構造体の厚さは、例えば、１mm以上である。上記の繊維構造体において、繊維構造体の秤量は、例えば、４０ｇ／m^2以上１５０ｇ／m^2以下で

ある。
【０００４】
上記の何れかの繊維構造体において、複数の繊維のそれぞれの長さは、１．０mm以上１０．０mm以下であってよい。上記の何れかの繊維構造体において、複数の繊維のそれぞれの幅は、１μm以上１００μm以下であってよい。
【０００５】
上記の何れかの繊維構造体は、フィルム状、シート状又は板状の形状を有してよい。上記の何れかの繊維構造体において、複数の繊維は、その長さ方向が繊維構造体の面内方向に略平行な向きに配された第１繊維を含んでよい。複数の繊維は、その長さ方向が繊維構造体の厚さ方向に略平行な向きに配された第２繊維を含んでよい。上記の何れかの繊維構造体において、走査電子顕微鏡を用いて観察された繊維構造体の断面において、第１繊維の個数に対する第２繊維の個数の割合は、３０％未満であってよい。
【０００６】
上記の何れかの繊維構造体において、圧力が１００ｋＰａであり、常温である第１環境下において、ＪＩＳ　Ｌ　１９２７に準じて測定される繊維構造体の熱伝導率は、０．０２０Ｗ／ｍ・Ｋ以上、０．０４０Ｗ／ｍ・Ｋ以下であってよい。
請求項１に記載の繊維構造体。
【０００７】
上記の何れかの繊維構造体において、圧力が５ｋＰａであり、温度が－６０℃である第２環境下に配置されたＭＢ型アルミケースの内部の中心部に配置された熱電対の温度を２０℃以上３０℃以下に維持するために必要なヒータの電力実効値から推定される繊維構造体の熱伝導率は、０．００５Ｗ／ｍ・Ｋ以上、０．０３０Ｗ／ｍ・Ｋ以下であってよい。ヒータの電力実効値は、例えば、ＭＢ型アルミケースの全体が、その表面にアルミニウム蒸着層を有する繊維構造体に覆われた状態で測定される。ヒータの電力実効値の測定に用いられる繊維構造体の厚さは、例えば、９．０mmである。ヒータの電力実効値に測定に用いられるアルミニウム蒸着層の厚さは、例えば、１５０ｎmである。ヒータの電力実効値に測定に用いられるＭＢ型アルミケースの寸法は、例えば、長さ１４０mm、幅６０mm及び高さ１４０mmである。
【０００８】
本発明の第２の態様においては、繊維構造体が提供される。上記の繊維構造体は、例えば、湿式法により作製された複数の不織布を積層し、積層された複数の不織布の内部にポリイミド前駆体を分散させた後、ポリイミド前駆体をイミド化させて得られる。上記の繊維構造体において、複数の不織布のそれぞれは、例えば、実質的にポリイミド樹脂からなる複数の繊維を含む。上記の繊維構造体の厚さは、例えば、１mm以上である。
【０００９】
本発明の第３の態様においては、断熱材が提供される。上記の断熱材は、例えば、第１の態様又は第２の態様に係る何れかの繊維構造体を備える。
【００１０】
上記の断熱材は、輻射熱を反射する反射部を備えてもよい。上記の断熱材において、上記の反射部は、例えば、繊維構造体の表面の少なくとも一部に配される。
【００１１】
本発明の第４の態様においては、収容装置が提供される。上記の収容装置は、例えば、物品を収容するための収容部を備える。上記の収容装置において、収容部は、例えば、物品が載置される載置面を有する第１部材を備える。上記の収容装置において、収容部は、例えば、第１部材の載置面の側に配され、第１部材とともに、物品を収容するための空間を形成する第２部材を備える。上記の収容装置において、第２部材は、例えば、第１の態様又は第２の態様に係る何れかの繊維構造体を有する。
【００１２】
上記の収容装置において、収容部は、空間の内部の気体の圧力が予め定められた値よりも大きくなった場合に、空間の内部の気体を当該空間の外部に排出するための排出部材を

備えてよい。
【００１３】
本発明の第５の態様においては、電池が提供される。上記の電池は、例えば、上記の第４の態様に係る収容装置を備える。上記の電池は、例えば、収容装置の空間の内部に配される蓄電装置を備える。
【００１４】
本発明の第６の態様においては、飛行体が提供される。上記の飛行体は、例えば、上記の第５の態様に係る電池を備える。上記の飛行体は、例えば、電池に蓄積された電気エネルギーを利用して推進力を発生させる推進力発生装置を備える。
【００１５】
本発明の第７の態様においては、繊維構造体を生産する方法が提供される。上記の方法は、例えば、湿式法により作製された複数の不織布を積層し、１ｍｍ以上の厚さを有する積層体を作製する積層段階を有する。上記の方法は、例えば、積層体を構成する複数の不織布の内部にポリイミド前駆体を分散させる分散段階を有する。上記の方法は、例えば、ポリイミド前駆体をイミド化させるイミド化段階を有する。上記の方法において、複数の不織布のそれぞれは、例えば、実質的にポリイミド樹脂からなる複数の繊維を含む。
【００１６】
上記の何れかの方法において、積層段階は、複数の不織布のそれぞれに印加される圧力が５０Ｐａ未満となるように、複数の不織布を積層する段階を含んでよい。上記の何れかの方法において、分散段階は、複数の不織布のそれぞれに印加される圧力が５０Ｐａ未満となるように、複数の不織布の内部にポリイミド前駆体を分散させる段階を含んでよい。上記の何れかの方法において、イミド化段階は、複数の不織布のそれぞれに印加される圧力が５０Ｐａ未満となるように、ポリイミド前駆体をイミド化させる段階を含んでよい。
【００１７】
なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。
【図面の簡単な説明】
【００１８】
【図１】飛行体１００のシステム構成の一例を概略的に示す。
【図２】蓄電池１１０の断面図の一例を概略的に示す。
【図３】蓄電池１１０の平断面図の一例を概略的に示す。
【図４】断熱部材４１０の厚さ方向の断面の一例を概略的に示す。
【図５】蓄電池１１０の製造方法の一例を概略的に示す。
【図６】断熱部材２２０の製造方法の一例を概略的に示す。
【発明を実施するための形態】
【００１９】
本明細書において例示される一実施形態（本実施形態と称される場合がある。）によれば、複数の繊維を含む繊維構造体が提供される。上記の複数の繊維のそれぞれは、例えば、実質的にポリイミド樹脂からなる短繊維である。本実施形態において、繊維構造体は、上記の短繊維を主成分として含み、繊維構造体の質量に対する複数の繊維の質量の割合は、例えば、７０質量％以上である。
【００２０】
上記の繊維構造体は、例えば、厚さが１ｍｍ以上であり、秤量が４０ｇ／ｍ^{2}以上１５０ｇ／ｍ^{2}以下である。これにより、軽量で断熱特性に優れた材料が得られる。また、ポリイミド樹脂は、電気絶縁性、耐熱性、耐寒性、難熱性、耐薬品性、機械特性に優れている。そのため、上記の繊維構造体は、成層圏を飛行可能な飛行体に搭載される断熱装置の断熱材として特に適した組成、構造及び／又は物性を備える。
【００２１】
断熱装置の断熱材として、真空断熱パネル（ＶＩＰと称される場合がある。）が用いられる場合がある。しかしながら、ＶＩＰが成層圏を飛行可能な飛行体に搭載される断熱装

置の断熱材として用いられた場合、飛行体の上昇及び下降に伴う圧力変動によりＶＩＰ内部の残留空気が膨張し、ＶＩＰが破損する可能性がある。特に、断熱装置が飛行体に搭載される電池の断熱に用いられる場合、断熱装置のＶＩＰが破損すると、電池が極低温環境に曝露され、電池の充放電特性が大幅に低下する。

【００２２】

一方、ポリイミドフィルムは、上述された優れた特性を有し、航空・宇宙分野、自動車分野、通信分野などの幅広い分野において用いられている。しかしながら、ポリイミドフィルムは、フィルムが持つ特性上、断熱性を向上させることが難しい。

【００２３】

これに対して、本発明者らは、湿式法により作製された複数の不織布を積層し、積層された複数の不織布の内部にポリイミド前駆体を分散させた後、当該ポリイミド前駆体をイミド化させることで、実質的にポリイミド樹脂からなる繊維を主成分とし、厚さが１ｍｍ以上であり、秤量が４０ｇ／ｍ^{2}以上１５０ｇ／ｍ^{2}以下である繊維構造体が得られることを見出した。また、本発明者らは、実質的にポリイミド樹脂からなる繊維を主成分とし、厚さが１ｍｍ以上であり、秤量が４０ｇ／ｍ^{2}以上１５０ｋｇ／ｍ^{2}以下である繊維構造体が優れた断熱性を有することを見出した。さらに、本発明者らは、これらの繊維構造体が成層圏環境において優れた断熱性を有することを見出した。

【００２４】

上記の繊維構造体は、秤量が４０ｇ／ｍ^{2}以上１５０ｇ／ｍ^{2}以下であり、上述されたＶＩＰと比較して非常に軽量である。加えて、上記の繊維構造体は、ポリイミド樹脂を主成分とすることから、断熱材として機能するだけでなく耐火材としても機能し得る。つまり、電池用の断熱材としてＶＩＰが用いられた場合には、別途、耐火材が必要となるが、上記の繊維構造体が電池用の断熱材として用いられた場合には、追加の耐火材が不要となる又は追加の耐火材の質量を減少させることができる。その結果、上記の繊維構造体が電池用の断熱材として用いられることで、電池の単位質量当たりのエネルギー密度［Ｗｈ／ｋｇ－蓄電セル］、及び／又は、活物質の単位質量あたりの容量［ｍＡｈ／ｇ－活物質］が向上し得る。

【００２５】

以上のとおり、本実施形態によれば、例えば、充電式電池における質量当たりのエネルギー量を改善することができ、より軽量でより多くの電力を蓄えることができる充電式電池を実現できる。充電式電池は、例えば、災害現場へ持ち込まれ、被災者へのエネルギー供給などに活用され得る。そのため、本実施形態に係る繊維構造体、断熱材、収容装置、電池及び飛行体、並びに、これらの製造方法は、持続可能な開発目標（ＳＤＧｓ）の目標７「エネルギーをみんなにそしてクリーンに」又は目標１３「気候変動に具体的な対策を」などの達成に貢献できる。

【００２６】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【００２７】

本明細書において、数値範囲が「Ａ～Ｂ」と表記される場合、当該表記はＡ以上Ｂ以下を意味する。また、「置換又は非置換」とは、「任意の置換基で置換されている、又は、置換基で置換されていない」ことを意味する。上記の置換基の種類は、明細書中で言及されない限り、特に制限されない。また、上記の置換基の個数は、明細書中で言及されない限り、特に制限されない。

【００２８】

（飛行体１００の概要）

図１は、飛行体１００のシステム構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、飛行体１００は、蓄電池１１０と、電力制御回路１２０と、１又は複数の電動機１３０と、１又は複数のプロペラ１４０と、１又は複数のセンサ１５０と、制御装置１６０とを備え

る。本実施形態において、蓄電池１１０は、１又は複数（１以上と称される場合がある。）の蓄電パック１１２を有する。

【００２９】

本実施形態において、飛行体１００は、蓄電池１１０に蓄積された電気エネルギーを利用して飛行する。飛行体１００としては、飛行機、飛行船又は風船、気球、ヘリコプター、ドローンなどが例示される。

【００３０】

本実施形態において、蓄電池１１０は、電力制御回路１２０を介して、外部の充電装置（図示されていない。）から電気エネルギーを受領し、当該電気エネルギーを１以上の蓄電パック１１２に蓄積する。外部の充電装置は、飛行体１００に搭載された発電装置であってもよい。上記の発電装置としては、太陽光発電装置、燃料電池などが例示される。また、蓄電池１１０は、電力制御回路１２０を介して、１以上の蓄電パック１１２に蓄積された電気エネルギーを電動機１３０に供給する。

【００３１】

本実施形態において、蓄電パック１１２は、電気エネルギーを蓄積する（蓄電パック１１２の充電と称される場合がる）。また、蓄電パック１１２は、蓄積された電気エネルギーを放出する（蓄電パック１１２の放電と称される場合がある）。蓄電パック１１２は、二次電池であってよい。

【００３２】

蓄電パック１１２の質量エネルギー密度は、３５０［Ｗｈ／ｋｇ‐蓄電パック］以上であることが好ましく、４００Ｗｈ／ｋｇ‐蓄電パック］以上であることがより好ましく、５００Ｗｈ／ｋｇ‐蓄電パック］以上であることがより好ましく、６００Ｗｈ／ｋｇ‐蓄電パック］以上であることがより好ましく、７００［Ｗｈ／ｇ‐蓄電パック］以上であることがさらに好ましい。これにより、飛行体の電源の用途に特に適した蓄電パック１１２が得られる。

【００３３】

蓄電パック１１２の体積エネルギー密度は、３００［Ｗｈ／ｍ^3‐蓄電パック］以上１２００［Ｗｈ／ｍ^3‐蓄電パック］以下であってもよく、４００［Ｗｈ／ｍ^3‐蓄電パック］以上１０００［Ｗｈ／ｍ^3‐蓄電パック］以下であってもよい。蓄電パック１１２が飛行体１００の電源の一部として飛行体１００に搭載される場合、蓄電パック１１２の体積エネルギー密度は、６００［Ｗｈ／ｍ^3‐蓄電パック］以下であってもよく、８００［Ｗｈ／ｍ^3‐蓄電パック］以下であってもよい。

【００３４】

本実施形態において、電力制御回路１２０は、蓄電池１１０の電力の入力及び出力を制御する。電力制御回路１２０は、制御装置１６０からの命令に基づいて、蓄電池１１０の電力の入力及び出力を制御してよい。電力制御回路１２０は、例えば、制御装置１６０からの制御信号に基づいて動作する複数のスイッチング素子を含む。

【００３５】

本実施形態において、電動機１３０は、電力制御回路１２０を介して、蓄電池１１０から電気エネルギーを受領する。電動機１３０は、蓄電池１１０から受領した電気エネルギーを利用して、プロペラ１４０を回転させる。これにより、電動機１３０は、蓄電パック１１２に蓄積された電気エネルギーを利用して、飛行体１００の推進力を発生させることができる。

【００３６】

本実施形態において、センサ１５０は、飛行体１００の位置及び姿勢に関する各種の物理量を測定する。飛行体１００の位置及び姿勢に関する各種の物理量を測定するためのセンサとしては、ＧＰＳ信号受信機、加速度センサ、角加速度センサ、ジャイロセンサなどが例示される。センサ１５０は、蓄電池１１０の状態に関する各種の物理量を測定してよい。蓄電池１１０の状態に関する各種の物理量を測定するためのセンサとしては、温度センサ、電流センサ、電圧センサなどが例示される。

【００３７】
本実施形態において、制御装置１６０は、飛行体１００を制御する。制御装置１６０は、電力制御回路１２０を制御することで、蓄電池１１０の電力の入出力を制御してよい。例えば、制御装置１６０は、蓄電池１１０の出力電流、出力電圧、入力電流、入力電圧などを制御する。これにより、制御装置１６０は、飛行体１００の位置及び姿勢を制御することができる。制御装置１６０は、センサ１５０からの出力に基づいて電力制御回路１２０を制御することで、飛行体１００の位置及び姿勢を制御してよい。
【００３８】
蓄電池１１０は、電池の一例であってよい。蓄電パック１１２は、物品又は蓄電装置の一例であってよい。電動機１３０は、推進力発生装置の一例であってよい。
【００３９】
（別実施形態の一例）
本実施形態においては、飛行体１００が蓄電池１１０を備える場合を例として、飛行体１００の詳細が説明された。しかしながら、飛行体１００は本実施形態に限定されない。他の実施形態において、飛行体１００に搭載される電池が一次電池であってもよい。
【００４０】
（蓄電池１１０の概要）
図２及び図３を用いて、蓄電池１１０の一例が説明される。図２は、蓄電池１１０の断面図の一例を概略的に示す。図３は、蓄電池１１０の平断面図の一例を概略的に示す。本実施形態において、図２は図３におけるＢ－Ｂ'断面の一例を示し、図３は図２におけるＡ－Ａ'断面の一例を示す。
【００４１】
本実施形態において、蓄電池１１０は、例えば、蓄電パック１１２と、断熱装置２００とを備える。本実施形態において、断熱装置２００は、例えば、ベースプレート２１０と、断熱部材２２０と、反射部材２３０と、溶着部材２４０とを有する。本実施形態によれば、ベースプレート２１０及び断熱部材２２０により、断熱装置２００の内部に、蓄電パック１１２を収容するための収容空間２６０が形成される。
【００４２】
本実施形態において、ベースプレート２１０は、例えば、載置面２１２と、ベント弁２１４とを含む。本実施形態において、断熱部材２２０は、例えば、断熱部材２２０の面内方向に略平行な向きに配された短繊維２２２を含む。断熱部材２２０は、断熱部材２２０の厚さ方向に略平行な向きに配された短繊維２２４を含んでよい。
【００４３】
一実施形態によれば、複数の短繊維２２２が、化学的又は物理的に結合される。例えば、複数の短繊維２２２が、接着剤（図示されていない。）により接着される。他の実施形態によれば、複数の短繊維２２２及び複数の短繊維２２４が、化学的又は物理的に結合される。例えば、複数の短繊維２２２及び複数の短繊維２２４が、接着剤（図示されていない。）により接着される。
【００４４】
図２及び／又は図３において、載置面２１２の法線方向は、図中、ｚ方向として示される。同様に、載置面２１２の面内方向は、図中、ｘ方向又はｙ方向として示される。
【００４５】
（断熱装置２００の詳細）
本実施形態において、断熱装置２００は、蓄電パック１１２を収容する。断熱装置２００は、例えば、蓄電パック１１２を断熱することにより、蓄電パック１１２を保護する。
【００４６】
本実施形態において、ベースプレート２１０は、蓄電パック１１２を支持又は保持する。ベースプレート２１０は、断熱部材２２０とともに収容空間２６０を形成する。上述されたとおり、蓄電パック１１２は、断熱装置２００の収容空間２６０の内部に配される。蓄電パック１１２は、例えば、ベースプレート２１０の載置面２１２に載置される。一実

施形態において、蓄電パック１１２は、載置面２１２に接して配される。他の実施形態において、蓄電パック１１２は、他の部材を介して載置面２１２の上に配される。

【００４７】

本実施形態において、ベント弁２１４は、収容空間２６０の内部と、収容空間２６０の外部との間における物質の移動を制御する。ベント弁２１４は、収容空間２６０の内部の気体の圧力が予め定められた値よりも大きくなった場合には閉じており、収容空間２６０の内部の気体の圧力が予め定められた値よりも大きくなった場合には開くように構成される。これにより、ベント弁２１４は、収容空間２６０の内部の気体の圧力が予め定められた値よりも大きくなった場合に、収容空間２６０の内部の気体を収容空間２６０の外部に排出することができる。

【００４８】

本実施形態において、断熱部材２２０は、収容空間２６０の内部と、収容空間２６０の外部との間の熱の移動を抑制する。断熱部材２２０は、例えば、フィルム状、シート状又は板状の形状を有する。断熱部材２２０は、ベースプレート２１０の載置面２１２の側に配される。断熱部材２２０は、ベースプレート２１０とともに収容空間２６０を形成する。断熱部材２２０の詳細は後述される。

【００４９】

本実施形態において、反射部材２３０は、輻射熱を反射する。反射部材２３０は、例えば、断熱部材２２０の表面の少なくとも一部に配される。断熱部材２２０がフィルム状、シート状又は板状の形状を有する場合、反射部材２３０は、例えば、断熱部材２２０の２つの面のうち、収容空間２６０の側の面とは反対側の面の少なくとも一部に配される。反射部材２３０は、例えば、フィルム状、シート状又は板状の形状を有する。

【００５０】

反射部材２３０としては、金属箔、金属蒸着層、金属蒸着フィルム、ラミネートフィルムなどが例示される。上記の部材に用いられる金属としては、アルミニウムが例示される。ラミネートフィルムは、例えば、（ｉ）複数の樹脂層と、（ｉｉ）当該複数の樹脂層に含まれる２個の樹脂層の間に配され、輻射熱を反射する反射層とを含む。反射層としては、金属層が例示される。金属層としては、アルミニウム層が例示される。これにより、ラミネートフィルムが反射部材２３０として用いられた場合、反射部材２３０は、蓄電パック１１２の熱暴走により発生したガス又は炎に耐えられるだけの強度を有し得る。

【００５１】

本実施形態において、溶着部材２４０は、ベースプレート２１０と、反射部材２３０とを結合する。溶着部材２４０は、例えば、溶着により、ベースプレート２１０と、反射部材２３０とを結合する。溶着部材２４０は、ベースプレート２１０と、断熱部材２２０とを結合してもよい。溶着部材２４０は、例えば、溶着により、ベースプレート２１０と、断熱部材２２０とを結合する。溶着部材２４０としては、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂などの熱可塑性樹脂が例示される。

【００５２】

本実施形態において、収容空間２６０は、その内部に蓄電パック１１２を収容する。上述されたとおり、ベースプレート２１０の載置面２１２の上に断熱部材２２０が配されることで、ベースプレート２１０の載置面２１２の側に収容空間２６０が形成される。

【００５３】

（断熱部材２２０の詳細）

本実施形態において、断熱部材２２０は、繊維構造体を有する。断熱部材２２０は、実質的に繊維構造体からなる部材であってよい。断熱部材２２０の質量に対する繊維構造体の質量の割合は、７０質量％以上であってよい。

【００５４】

断熱部材２２０は、例えば、フィルム状、シート状又は板状の形状を有する。断熱部材２２０は、フィルム状、シート状又は板状の形状を有する繊維構造体であってもよい。

【００５５】

（繊維構造体の詳細）
（繊維構造体の組成）
上記の繊維構造体は、複数の繊維を含む。上記の繊維構造体の質量に対する複数の繊維の質量の割合は、７０質量％以上であってよい。上記の繊維構造体の質量に対する、特定の特徴を有する繊維の質量の割合が７０質量％以上であってもよい。特定の特徴の詳細は後述される。上記の割合は、好ましくは８０質量％以上であり、より好ましくは９０質量％以上である。
【００５６】
上記の繊維構造体は、複数の繊維と、当該繊維同士を接着するための接着剤とを含んでよい。接着剤として用いられる樹脂の種類は特に限定されるものではないが、接着剤としては、ポリイミド樹脂、ビスマレイイミド樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリビニルアルコール樹脂などが例示される。上記の繊維構造体の質量に対する接着剤の質量の割合は、３０質量％以下であってよい。上記の割合は、好ましくは２０質量％以下であり、より好ましくは１０質量％以下である。
【００５７】
上記の繊維構造体は、パルプ成分を実質的に含まなくてもよい。パルプ成分は、例えば、直径（幅と称される場合がある。）に対する長さの比率が３００を超える繊維（長繊維と称される場合がある。）として定義される。上記の繊維構造体の質量に対するパルプ成分の質量の割合は、３０質量％未満であってよい。上記の割合は、好ましくは１５質量％以下であり、より好ましくは５質量％以下である。
【００５８】
（繊維）
繊維構造体に含まれる複数の繊維のそれぞれは、実質的にポリイミド樹脂からなる繊維であってよい。複数の繊維の質量に対するポリイミド樹脂の質量の割合は、７０質量％以上であってよい。複数の繊維のそれぞれは、ポリイミド樹脂の原材料中に存在したり、ポリイミド樹脂の製造工程において不可避的に混入したりする不純物（不可避不純物と称される場合がある。）を含んでもよい。上記のポリイミド樹脂は、非熱可塑性ポリイミド樹脂であってよい。
【００５９】
繊維構造体に含まれる複数の繊維のそれぞれの長さは、１．０mm以上１０．０mm以下であってよい。繊維の長さは、当該繊維の長手方向の大きさを示す。上記の繊維構造体の質量に対する、１．０mm以上１０．０mm以下の長さを有する繊維（短繊維と称される場合がある。）の質量の割合は、７０質量％以上であってよい。
【００６０】
複数の繊維のそれぞれの長さは、好ましくは１．０mm以上１０．０mm以下であり、より好ましくは２．０mm以上５．０mm以下である。繊維の長さが上記の数値範囲に合致する場合、上記の繊維構造体が優れた断熱特性を示す。上記の繊維構造体は、特に、成層圏環境下において優れた断熱特性を示す。
【００６１】
繊維構造体に含まれる複数の繊維のそれぞれの幅は、１μm以上１００μm以下であってよい。繊維の幅は、当該繊維の短手方向の大きさ又は当該繊維の直径を示す。上記の繊維構造体の質量に対する、１μm以上１００μm以下の幅を有する繊維の質量の割合は、７０質量％以上であってよい。
【００６２】
複数の繊維のそれぞれの幅は、好ましくは３μm以上７５μm以下であり、より好ましくは５μm以上５０μm以下である。繊維の幅が上記の数値範囲に合致する場合、上記の繊維構造体が優れた断熱特性を示す。上記の繊維構造体は、特に、成層圏環境下において優れた断熱特性を示す。
【００６３】
繊維構造体に含まれる複数の繊維のそれぞれは、長さが１．０mm以上１０．０mm以

下であり、幅が１μｍ以上１００μｍ以下の短繊維であってよい。上記の繊維構造体の質量に対する、上記の長さ及び幅を有する短繊維の質量の割合は、７０質量％以上であってよい。

【００６４】

複数の繊維のそれぞれは、ポリイミド樹脂の削り出し工程により得られる短繊維であってよい。ポリイミド樹脂の削り出し工程は、例えば、下記の手順により実施される。まず、ポリイミドフィルムのロールを準備する。例えば、帯状のポリイミドフィルムを筒状に巻き付けることで、ポリイミドフィルムのロールを作製する。次に、ポリイミドフィルムのロールを回転させる。次に、ポリイミドフィルムを削るための刃物を、回転しているポリイミドフィルムのロールの側面に押し当てる。これにより、ポリイミドフィルムの厚さと、削り出し幅に応じたポリイミド繊維の束が得られる。その後、上記のポリイミド繊維の束を切断する。これにより、ポリイミド樹脂の短繊維が得られる。

【００６５】

ポリイミド繊維の束を作製する工程において、ポリイミドフィルムの厚さ、及び／又は、削り幅を調整することで、上記の短繊維の幅が調整され得る。上記の短繊維の長さは、ポリイミド繊維の束を切断する工程において調整され得る。

【００６６】

（ポリイミド樹脂）

本実施形態において、ポリイミド樹脂は、例えば、芳香族ジアミン成分と芳香族酸無水物成分とを有機溶媒中で重合させることにより得られる。芳香族ジアミン成分としては、パラフェニレンジアミン、１，３－ビス（４－アミノフェノキシ）ベンゼン、４，４'－ジアミノジフェニルエーテル及び３，４'－ジアミノジフェニルエーテルからなる群から選ばれる１以上の成分が例示される。上記の芳香族ジアミン成分以外の芳香族ジアミン成分がポリイミド樹脂の原料として用いられてもよい。芳香族酸無水物成分としては、４，４'－オキシジフタル酸無水物、ピロメリット酸二無水物及び３，３'，４，４'－ビフェニルテトラカルボン酸二無水物からなる群から選ばれる１以上の成分が例示される。上記の芳香族酸無水物成分以外の芳香族酸無水物成分がポリイミド樹脂の原料として用いられてもよい。

【００６７】

（繊維構造体の構造）

上記の繊維構造体は、例えば、フィルム状、シート状又は板状の形状を有する。上記の繊維構造体の厚さは、１ｍｍ以上であってよい。繊維構造体の厚さは、例えば、当該繊維構造体の幅、長さ及び高さのそれぞれの測定値のうちの最小値として定義される。繊維構造体の厚さは、好ましくは１ｍｍ以上２０ｍｍ以下であり、より好ましくは３ｍｍ以上１５ｍｍ以下である。

【００６８】

繊維構造体の厚さが上記の数値範囲に合致する場合、当該繊維構造体は、優れた断熱特性を示す。上記の繊維構造体は、特に、成層圏環境下において優れた断熱特性を示す。繊維構造体の断熱特性の詳細は後述される。

【００６９】

上記の繊維構造体は、上記の繊維の集積体であってよい。上記の繊維構造体は、例えば、湿式法により作製された複数の不織布を積層し、積層された複数の不織布の内部にポリイミド前駆体を分散させた後、ポリイミド前駆体をイミド化させて得られる。上記の不織布のそれぞれは、複数の繊維を含んでよい。

【００７０】

不織布に含まれる複数の繊維のそれぞれは、上述された繊維構造体に含まれる複数の繊維と同様の構成を有してよい。不織布に含まれる複数の繊維のそれぞれは、実質的にポリイミド樹脂からなる繊維であってよい。不織布に含まれる複数の繊維の質量に対するポリイミド樹脂の質量の割合は、７０質量％以上であってよい。複数の繊維のそれぞれは、上述された不可避不純物を含んでよい。

【００７１】
湿式法によれば、紙と同様の製法により不織布が作製される。湿式法によれば、乾式法と比較して短い繊維を用いて不織布を作製することができる。また、湿式法により作製された不織布に含まれる短繊維は、多くの場合、当該短繊維の長さ方向が当該不織布の面内方向に略平行となるように配される。不織布の面内方向は、例えば、不織布の厚さ方向に垂直な方向として定義される。
【００７２】
本実施形態によれば、上記の繊維構造体の製造工程において、湿式法により作製された複数の不織布が積層されるので、上記の繊維構造体は、上述された短繊維２２２を含む。上記の繊維構造体は、上述されたパルプ成分（長繊維）を含んでもよい。上記の繊維構造体は、上述されたパルプ成分を実質的に含まなくてもよい。走査電子顕微鏡を用いて観察された繊維構造体の断面において、短繊維２２２の個数に対する短繊維２２４の個数の割合は、３０％未満であってよい。なお、上記の繊維構造体は、上述されたパルプ成分又は長繊維を含んでもよく、当該パルプ成分又は長繊維を実質的に含まなくてもよい。
【００７３】
繊維構造体の厚さをｔとすると、走査電子顕微鏡による観察エリアの幅はＮｔ（Ｎは、０．０５以上１０以下である。）であってよい。観察エリアの高さはＭｔ（Ｍは、０．５以上１以下である。）であってよい。観察エリアの幅は、繊維構造体の面内方向に略平行であってよく、観察エリアの高さは、繊維構造体の厚さ方向に略平行であってよい。
【００７４】
本実施形態によれば、上記の繊維構造体の製造工程において、積層された複数の不織布の内部にポリイミド前駆体を分散させた後、ポリイミド前駆体をイミド化させる工程が含まれる。これにより、上記の繊維構造体の主な破壊モードが凝集破壊モードとなる。つまり、上記の繊維構造体の製造工程において複数の不織布が積層されているにもかかわらず、複数の不織布の層間における界面破壊が抑制される。
【００７５】
（繊維構造体の物性）
上記の繊維構造体の秤量は、４０ｇ／ｍ^{2}以上１５０ｇ／ｍ^{2}以下であってよい。繊維構造体の秤量は、例えば、試料片の重さ及び面積を計測し、試料片の重さを試料片の面積で除することにより導出される。
【００７６】
上記の繊維構造体の秤量は、好ましくは４０ｇ／ｍ^{2}以上１２０ｇ／ｍ^{2}以下であり、より好ましくは４０ｇ／ｍ^{2}以上１００ｇ／ｍ^{2}以下である。繊維構造体の秤量が上記の数値範囲に合致する場合、当該繊維構造体は、優れた断熱特性を示す。上記の繊維構造体は、特に、成層圏環境下において優れた断熱特性を示す。上記の数値範囲に合致する秤量を有する繊維構造体は、成層圏を飛行可能な飛行体に搭載される断熱装置の断熱材として特に適している。
【００７７】
（繊維構造体の断熱特性）
断熱部材２２０を構成する繊維構造体は、上述された新規な構成により優れた断熱特性を有する。具体的には、上記の繊維構造体は、熱伝導率が非常に小さい。
【００７８】
一実施形態において、圧力が１００ｋＰａであり、常温（例えば、１５℃以上２５℃以下である。）の環境下（第１環境下と称される場合がある。）において、定常法により測定される繊維構造体の熱伝導率は、０．０２０Ｗ／ｍ・Ｋ以上、０．０４０Ｗ／ｍ・Ｋ以下である。上記の熱伝導率は、例えば、ＪＩＳ　Ｌ　１９２７に準じて測定される。上記の第１環境下における上記の熱伝導率は、好ましくは、０．０２５Ｗ／ｍ・Ｋ以上、０．０３５Ｗ／ｍ・Ｋ以下であり、さらに好ましくは、０．０２７Ｗ／ｍ・Ｋ以上、０．０３３Ｗ／ｍ・Ｋ以下である。
【００７９】

他の実施形態において、圧力が５ｋＰａであり、温度が－６０℃である環境下（第２環境下と称される場合がある。）に配置されたＭＢ型アルミケースの内部の中心部に設置した熱電対の温度を２０℃以上３０℃以下に維持するために必要なヒータの電力実効値から推定される繊維構造体の熱伝導率は、０．００５Ｗ／ｍ・Ｋ以上、０．０３０Ｗ／ｍ・Ｋ以下である。上記の第２環境下における上記の熱伝導率の推定値は、好ましくは、０．０１０Ｗ／ｍ・Ｋ以上、０．０２０Ｗ／ｍ・Ｋ以下であり、さらに好ましくは、０．０１２Ｗ／ｍ・Ｋ以上、０．０１８Ｗ／ｍ・Ｋ以下である。

【００８０】

（成層圏環境下における熱伝導率の推定手順）

上記の第２環境下における繊維構造体の熱伝導率の推定値は、成層圏環境下における繊維構造体の熱伝導率の推定値を示す。一般的に、物体の熱伝導率は、圧力が１００ｋＰａであり、常温の条件下において、ＪＩＳ　Ｌ　１９２７に準拠して測定される。しかしながら、成層圏環境下においては圧力が非常に小さいことから、ＪＩＳ　Ｌ　１９２７に準拠して繊維構造体の熱伝導率を測定することができない。そこで、本実施形態において、成層圏環境下における繊維構造体の熱伝導率は、下記の手順により推定される。

【００８１】

まず、ＭＢ型アルミケース（株式会社タカチ電機工業製、ＭＢ１４－６－１４）を準備する。上記のＭＢ型アルミケースの寸法は、長さ１４０ｍｍ、幅６０ｍｍ及び高さ１４０ｍｍである。ＭＢ型アルミケースは、蓄電パック１１２を模した物品の一例であってよい。

【００８２】

次に、ＭＢ型アルミケースの内部に、５．４Ωフィルムヒータ（ＭＩＮＣＯ製　ＨＫ５４１７Ｒ５．３Ｌ１２Ｂ）を設置する。ヒータは、ＭＢ型アルミケースの底面の中央近傍に設置される。また、ＭＢ型アルミケースの内部に１２個のサーミスタ（ＲＳ　ＰＲＯ製　８２７－５９３７）を設置する。上記のサーミスタは、ＭＢ型アルミケースの８個の角部のそれぞれと、ＭＢ型アルミケースの天面の中央近傍の２箇所と、ヒータ上と、ＭＢ型アルミケース内部の略中心位置とに配される。ＭＢ型アルミケース内部の略中心位置に配されるサーミスタは、例えば、ＭＢ型アルミケースの天面から吊り下げられる。天面の中央近傍に配された２個のサーミスタのうちの１つは、例えば、フィルムヒータを制御するために用いられる。ケース内部の略中心位置に配されたサーミスタの出力は、例えば、フィルムヒータの電力実効値を計算するために用いられる。

【００８３】

次に、熱伝導率の推定対象となる繊維構造体を準備する。繊維構造体の厚さは、例えば、９．０ｍｍである。次に、熱伝導率の推定対象となる繊維構造体の一方の側の面に、厚さが１５０ｎｍのアルミニウム蒸着層を形成する。アルミニウム蒸着層の作製手順は、任意の公知の手順が採用され得る。その後、上記のＭＢ型アルミケースの外表面の全体を、表面にアルミニウム蒸着層を有する上記の繊維構造体で覆う。これにより、成層圏環境下における熱伝導率を推定するためのサンプルが準備される。

【００８４】

次に、恒温槽（ＥＳＰＥＣ会社製、ＭＺＨ－３２Ｈ）の内部に、上記のサンプルを配置する。上記の恒温槽としては、１辺の長さが１５００ｍｍである立方体の容器が用いられる。

【００８５】

次に、恒温槽の内部の圧力を常圧（具体的には、１００ｋＰａである。）に調整する。また、恒温槽の内部の温度を－６０℃に調整する。次に、ヒータに１０．５Ｖの電圧を印加し、当該ヒータの電流値の測定を開始する。また、デジタル温度調節器（ミスミ製　ＭＴＣＴＲ）を用いて、ＭＢ型アルミケース内部の略中心位置に設置されたサーミスタにより測定される温度が２０℃以下になるとヒータがＯＮになり、当該温度が３０℃以下になるとヒータがＯＦＦになるように、ヒータの動作を制御する。その後、デジタル温度調節器を用いて、ヒータのＯＮ／ＯＦＦサイクルが略一定となるまでヒータの出力時間を測定する。また、上記の測定結果に基づいて、圧力が１００ｋＰａであり、温度が－６０℃で

ある条件におけるヒータの電力実効値を導出する。
【００８６】
次に、恒温槽の内部の温度を－６０℃に維持したまま、恒温槽の内部の圧力を高度６０，０００フィードに相当する圧力（具体的には、５ｋＰａである。）に調整する。恒温槽の内部の圧力を調整する間もヒータに１０．５Ｖの電圧を印加したままにしておき、当該ヒータの電流値の測定を開始する。また、デジタル温度調節器（ミスミ製　ＭＴＣＴＲ）を用いて、ＭＢ型アルミケース内部の略中心位置に設置されたサーミスタにより測定される温度が２０℃以下になるとヒータがＯＮになり、当該温度が３０℃以下になるとヒータがＯＦＦになるように、ヒータの動作を制御する。その後、デジタル温度調節器を用いて、ヒータのＯＮ／ＯＦＦサイクルが略一定となるまでヒータの出力時間を測定する。また、上記の測定結果に基づいて、圧力が５ｋＰａであり、温度が－６０℃である条件におけるヒータの電力実効値を導出する。
【００８７】
次に、圧力が１００ｋＰａであり、温度が－６０℃である環境下（上述された第１環境下である。）におけるヒータの電力実効値（第１電力実効値と称される場合がある。）と、圧力が５ｋＰａであり、温度が－６０℃である環境下（上述された第２環境下である。）におけるヒータの電力実効値（第２電力実効値と称される場合がある。）とを比較する。また、上記の比較結果と、第１環境下における繊維構造体の熱伝導率とに基づいて、第２環境下における繊維構造体の熱伝導率を推定する。
【００８８】
例えば、第２電力実効値が第１電力実効値の１／２であった場合、第２環境下における繊維構造体の断熱効果は、第１環境下における繊維構造体の断熱効果の２倍であると推定することができる。そのため、例えば、第２電力実効値が第１電力実効値の１／２であった場合、第２環境下における繊維構造体の熱伝導率は、第１環境下における繊維構造体の熱伝導率の２倍であると推定され得る。
【００８９】
断熱装置２００は、収容装置又は収容部の一例であってよい。ベースプレート２１０は、第１部材の一例であってよい。載置面２１２は、物品が載置される載置面の一例であってよい。ベント弁２１４は、排出部材の一例であってよい。断熱部材２２０は、断熱材又は第２部材の一例であってよい。短繊維２２２は、第１繊維の一例であってよい。短繊維２２４は、第２繊維の一例であってよい。反射部材２３０は、反射部の一例であってよい。断熱部材２２０及び反射部材２３０の組み合わせは、断熱材の一例であってよい。
【００９０】
（別実施形態の一例）
本実施形態においては、ベースプレート２１０及び反射部材２３０が、溶着部材２４０により溶着される場合を例として、断熱装置２００の詳細が説明された。しかしながら、断熱装置２００は本実施形態に限定されない。他の実施形態において、断熱装置２００は、溶着部材２４０を備えなくてよい。
【００９１】
図４は、断熱部材４１０の厚さ方向の断面の一例を概略的に示す。断熱部材４１０は、断熱部材２２０の他の例であってよい。本実施形態において、断熱部材４１０は、１以上のポリイミド層４２０と、１以上のエアロゲル層４３０とを備える。
【００９２】
ポリイミド層４２０は、実質的にポリイミド樹脂からなる複数の繊維を含む。一実施形態おいて、１以上のポリイミド層４２０の少なくとも１つは、厚さが１ｍｍ未満の不織布であってもよい。ポリイミド層４２０は、乾式法により作製された不織布であってもよく、湿式法により作製された不織布であってもよい。他の実施形態において、１以上のポリイミド層４２０の少なくとも１つは、上述された繊維構造体であってもよく、上述された繊維構造体を含む層であってもよい。さらに他の実施形態において、１以上のポリイミド層４２０の少なくとも１つは、ポリイミド樹脂の発泡体であってよい。

【００９３】
エアロゲル層４３０は、実質的にシリカエアロゲルからなる層であってよく、シリカエアロゲルを含む不織布であってもよい。上記の不織布の材料としては、ガラス繊維、セラミック繊維、ポリイミド繊維、アラミド繊維などが例示される。
【００９４】
（蓄電池１１０の製造方法）
図５は、蓄電池１１０の製造方法の一例を概略的に示す。本実施形態によれば、まず、ステップ５１２（ステップがＳと省略される場合がある。）において、蓄電パック１１２が準備される。次に、Ｓ５１４において、断熱部材２２０が準備される。断熱部材２２０を準備する工程の詳細は後述される。次に、Ｓ５１６において、ベースプレート２１０、反射部材２３０及び溶着部材２４０が準備される。例えば、断熱部材２２０の一方の面の表面に反射部材２３０が形成される。その後、Ｓ５１８において、蓄電池１１０が組み立てられる。具体的には、例えば、ベースプレート２１０の載置面２１２の上に蓄電パック１１２が載置される。また、ベースプレート２１０の載置面２１２の側に、断熱部材２２０が配される。断熱部材２２０は、蓄電パック１１２を覆うように配される。断熱部材２２０は、例えば、断熱部材２２０の面のうち反射部材２３０が形成されている面の反対側の面と、蓄電パック１１２の表面とが接するように配される。これにより、蓄電池１１０が作製される。
【００９５】
（断熱部材２２０の製造方法）
図６は、断熱部材２２０の製造方法の一例を概略的に示す。図６は、図５におけるＳ５１４の一例であってよい。
【００９６】
本実施形態によれば、まず、Ｓ６１２において、ポリイミド樹脂の短繊維が準備される。ポリイミド樹脂の短繊維は、上述されたポリイミド樹脂の削り出し工程により得られる。上述されたとおり、ポリイミド樹脂の短繊維は、実質的にポリイミド樹脂からなる。上記のポリイミド樹脂は、非熱可塑性ポリイミド樹脂であってよい。
【００９７】
また、上記の削り出し工程により削り出されたポリイミド繊維が、長手方向に繊維の長さが１．０mm以上１０mm以下になるように切断される。これにより、ポリイミド樹脂の短繊維が得られる。
【００９８】
次に、Ｓ６１４において、ポリイミド樹脂の短繊維がシート状に加工される。これにより、ポリイミド樹脂の短繊維を主成分として含む繊維ウェッブ（フリースと称される場合がある。）を作製する。上記のフリースは、湿式法により作製された不織布（湿式不織布と称される場合がある。）であってよい。
【００９９】
湿式不織布の作製手順は特に限定されるものではないが、湿式不織布の作製手順は、例えば、スラリー形成工程及び抄紙工程を含む。湿式不織布の作製手順の詳細は、例えば、下記のとおりである。
【０１００】
まず、スラリー形成工程において、水と、水溶性高分子化合物と、ポリイミド樹脂の短繊維とが混合され、ポリイミド樹脂の短繊維が水中に分散したスラリーが作製される。上記のスラリーは、紙又は湿式不織布の生産に用いられる各種の添加剤を含んでもよい。上記の添加剤としては、分散剤、消泡剤、粘度調整剤などが例示される。次に上記スラリーを用いて次に、抄紙工程において、公知の抄紙技術を用いて上記のスラリーを処理することにより、水溶性高分子をバインダーとしてポリイミド樹脂の短繊維が仮止めされた湿式不織布（仮止め紙、繊維ウェッブ、フリースなどと称される場合がある。）が作製される。抄紙工程において得られる仮止め紙の厚みは、例えば、１．０mm以下である。
【０１０１】

上記の水溶性高分子化合物は、水溶性であり、且つ、分解温度がポリイミドのガラス転移点よりも小さな高分子化合物であればよく、その種類は特に限定されない。水溶性高分子化合物としては、デンプン、アルギン酸、カルボキシメチルセルロース、ガゼイン、ビニロン、ポリビニルアルコール、酢酸ビニル、ポリ酢酸ビニル、及び／又は、これらの誘導体などが例示される。

【０１０２】

次に、Ｓ６２２及びＳ６２４において、複数の仮止め紙が積層された積層体の内部に、ポリイミドの前駆体溶液を含侵させる。これにより、その内部にポリイミドの前駆体が分散した仮止め紙の積層体が得られる。

【０１０３】

本実施形態においては、Ｓ６２２において、複数の仮止め紙を積層して積層体を作製した後、Ｓ６２４において、積層体の内部にポリイミドの前駆体溶液を含侵させる場合を例として、ポリイミドの前駆体を含む積層体を作製する手順の詳細が説明される。しかしながら、ポリイミドの前駆体を含む積層体を作製する手順は本実施形態に限定されない。他の実施形態によれば、複数の仮止め紙のそれぞれの内部にポリイミドの前駆体溶液を含侵させた後、当該複数の仮止め紙を積層することで、ポリイミドの前駆体を含む積層体を作製する。

【０１０４】

ポリイミド前駆体としては、イミド化反応により非熱可塑性ポリイミドとなるポリアミック酸が例示される。ポリイミド前駆体は、（ｉ）芳香族ジアミン成分と芳香族酸無水物成分とを有機溶媒中で重合させることにより得られる非熱可塑性ポリイミドの前駆体であってもよく、（ｉｉ）縮重合後に、重合の時とは異なる溶媒へ置換した非熱可塑性ポリイミド前駆体であってもよい。

【０１０５】

次に、Ｓ６２６において、積層体の内部に分散しているポリイミド前駆体をイミド化させる。具体的には、ポリイミドの前駆体を含む積層体を加熱する。Ｓ６２６において、ポリイミドの前駆体を含む積層体は、ポリイミド樹脂の短繊維の仮止めに用いられた水溶性高分子の分解温度以上であって、且つ、ポリイミド前駆体のイミド化が促進される温度以上の温度に加熱される。ポリイミドの前駆体を含む積層体は、例えば、３００℃以上に加熱される。

【０１０６】

これにより、ポリイミド前駆体は、仮止め紙に含まれる短繊維を結合するポリイミド樹脂となる。また、積層体を構成する複数の仮止め紙が、ポリイミド樹脂により結合される。その結果、ポリイミド樹脂を主成分とした１．０ｍｍ以上の厚みを有する繊維構造体が得られる。また、上記の手順によれば、主な破壊モードが凝集破壊モードである繊維構造体が得られる。

【０１０７】

（仮止め紙に印加される圧力）

Ｓ６２２においては、仮止め紙に印加される圧力が５０Ｐａ未満となるように、各種の設定が調整されてよい。これにより、秤量が４０ｇ／ｍ^{2}以上１５０ｇ／ｍ^{2}以下である繊維構造体を有する断熱部材２２０が作製され得る。Ｓ６２２、Ｓ６２４及びＳ６２６の少なくとも１つにおいて、仮止め紙又は積層体に印加される圧力が５０Ｐａ未満となるように、各種の設定が調整されてよい。これにより、秤量が４０ｇ／ｍ^{2}以上１５０ｇ／ｍ^{2}以下である繊維構造体を有する断熱部材２２０が作製され得る。Ｓ６２２、Ｓ６２４及びＳ６２６において仮止め紙又は積層体に印加される圧力が５０Ｐａ未満である場合、秤量の小さな繊維構造体が作製される。秤量の小さな繊維構造体は、飛行体用の断熱部材２２０の材料として特に適した性質を有する。

【０１０８】

Ｓ６２２は、積層段階の一例であってよい。Ｓ６２４は、分散段階の一例であってよい。Ｓ６２６は、イミド化段階の一例であってよい。

【実施例】
【０１０９】
蓄電池１１０又は断熱部材２２０をさらに具体的に説明することを目的として、下記の実施例により蓄電池１１０又は断熱部材２２０の詳細が説明される。しかしながら、下記の実施例に対して多様な変更または改良が加えられてよく、蓄電池１１０及び断熱部材２２０は下記の実施例に限定されるものではない。
【０１１０】
（実施例１）
実施例１においては、下記の手順に従って、繊維構造体を作製した。まず、ポリイミドフィルム（東レ・デュポン株式会社製、カプトン１００Ｈ）をロール状に巻き取り、ポリイミドフィルムのロールを準備した。ポリイミドフィルムの厚さは２５μｍであった。上述された手順に従って、ポリイミドフィルムのロールから、ポリイミド樹脂の短繊維を削り出した。カナダ標準ろ水度試験器（ＪＩＳ　Ｐ　８２２６－２：２０１１）により測定された短繊維の長さの平均値（個数基準）は、３ｍｍであった。同様に、光学顕微鏡による観察により測定された短繊維の幅の平均値（個数基準）は、５０μｍであった。
【０１１１】
次に、分解温度がポリイミドのガラス転移温度よりも低い水溶性高分子と上記ポリイミド樹脂の短繊維からなるスラリーを用いて抄紙し、ポリイミド樹脂の短繊維が水溶性高分子で仮止めされたロール状の繊維紙を得た。上記の繊維紙の厚さは０．４ｍｍであった。
【０１１２】
次に、上記のロール状の繊維紙から、２００ｍｍ×３００ｍｍのシートを２４枚切り出した。２４枚のシートを積層し、２０Ｐａの圧力を印加することで、積層体を得た。
【０１１３】
次に、ポリイミドの前駆体溶液を準備し、上記の積層体の全体を浸漬させた。これにより、その内部にポリイミドの前駆体が分散した積層体が得られた。
【０１１４】
次に、ポリイミドの前駆体を含む積層体を、３８０℃の温度で１５分間加熱した。これにより、ポリイミド樹脂を主成分とする繊維構造体が得られた。
【０１１５】
（厚さ）
ダイヤルシックネスゲージ（Ｈタイプ）を用いて、実施例１で得られた繊維構造体の厚さを測定した。表１に示されるとおり、実施例１で得られた繊維構造体の厚さは、９ｍｍであった。
【０１１６】
（秤量）
実施例１で得られた繊維構造体の質量を測定した。繊維構造体の質量の測定値を繊維構造体の面積で除することで、繊維構造体の坪量を導出した。なお、実施例１で得られた繊維構造体の面積は、上述されたシートの面積と同一であり、２００ｍｍ×３００ｍｍである。表１に示されるとおり、実施例１で得られた繊維構造体の秤量は、９０ｇ／ｍ^{2}であった。
【０１１７】
（第１環境下における熱伝導率）
定常法により、実施例１で得られた繊維構造体の第１環境下における熱伝導率を測定した。具体的には、カトーテックス（株）製ＫＥＳ－Ｆ７　ＩＩサーモラボ（ＪＩＳ　Ｌ　１９２７準拠）を用いて、定常法により、上記の熱伝導率を測定した。表１に示されるとおり、実施例１で得られた繊維構造体の第１環境下における熱伝導率は、０．０３Ｗ／ｍ・Ｋであった。
【０１１８】
（第２環境下における熱伝導率）
上述された手順に従って、実施例１で得られた繊維構造体の第２環境下における熱伝導

率を推定した。具体的には、まず、実施例１で得られた繊維構造体の一方の表面に、アルミニウム蒸着層を形成した。アルミニウム蒸着層の厚さは、１５０ｎｍであった。次に、ＭＢ型アルミケース（株式会社タカチ電機工業製、ＭＢ１４－６－１４）を準備した。また、上述された手順に従って、ＭＢ型アルミケースの内部に、１２個のサーミスタと、５．４Ωフィルムヒータ（ＭＩＮＣＯ製　ＨＫ５４１７Ｒ５．３Ｌ１２Ｂ）とを設置した。

【０１１９】

上記のＭＢ型アルミケースを恒温槽（ＥＳＰＥＣ会社製、ＭＺＨ－３２Ｈ）の内部に設置した後、上記の５．４Ωフィルムヒータを、デジタル温度調節器（ミスミ製　ＭＴＣＴＲ）を介して電源に接続した。上記の恒温槽の寸法は、幅１５００mm、長さ１５００mm及び高さ１５００mmであった。

【０１２０】

次に、第１環境下におけるヒータ電力実効値を測定した。具体的には、まず、恒温槽の内部の圧力を１００ｋＰａに調整した。また、恒温槽の内部の温度を－６０℃に調整した。次に、ヒータに１０．５Ｖの電圧を印加し、当該ヒータの電流値の測定を開始した。また、上記のデジタル温度調節器を用いて、ＭＢ型アルミケース内部の略中心位置に設置されたサーミスタにより測定される温度が２０℃以下になるとヒータがＯＮになり、当該温度が３０℃以下になるとヒータがＯＦＦになるように、ヒータの動作を制御した。その後、デジタル温度調節器を用いて、ヒータのＯＮ／ＯＦＦサイクルが略一定となるまでヒータの出力時間を測定した。

【０１２１】

ヒータの出力時間に基づいて第１環境下におけるヒータ電力実効値を導出した。表１に示されるとおり、第１環境下におけるヒータ電力実効値は、１９．５Ｗであった。

【０１２２】

次に、第２環境下におけるヒータ電力実効値を測定した。具体的には、恒温槽の内部の圧力を５ｋＰａに調整した点を除き、第１環境下におけるヒータ電力実効値と同様の手順により、第２環境下におけるヒータ電力実効値を測定した。表１に示されるとおり、第２環境下におけるヒータ電力実効値は、９．７Ｗであった。

【０１２３】

第１環境下におけるヒータ電力実効値と、第２環境下におけるヒータ電力実効値との比率に基づいて、実施例１で得られた繊維構造体の第２環境下における熱伝導率を推定した。表１に示されるとおり、実施例１で得られた繊維構造体の第２環境下における熱伝導率の推定値は、０．００６Ｗ／ｍ・Ｋであった。なお、第２環境下における熱伝導率の推定値第２環境下での熱伝導特性の一例であってよい。

【０１２４】

（比較例１）

繊維構造体を作製する代わりに、厚さが７mmの発泡ポリイミド樹脂（ＢＯＹＤ社製、ＳＯＬＩＭＩＤＥ　ＴＡ－３０１）を準備した点を除き、実施例１と同様の手順により、第１環境下における熱伝導率を測定し、第２環境下における熱伝導率とを推定した。測定結果及び推定結果を表１に示す。また、発泡ポリイミド樹脂の厚さ及び秤量のカタログ値を表１に示す。

【０１２５】

（参考例１）

繊維構造体を作製する代わりに、厚さが１０mmの真空断熱パネル（パナソニック株式会社製、Ｕ－Ｖａｃｕａシリーズ　ＴＺＢ９８３０Ｅ）を準備した点を除き、実施例１と同様の手順により、第１環境下における熱伝導率を測定し、第２環境下における熱伝導率とを推定した。測定結果及び推定結果を表１に示す。また、真空断熱パネルの厚さ及び秤量のカタログ値を表１に示す。なお、上記の真空断熱パネルは、実質的に空気が残存しておらず、第２環境下においても破損することはなかった。

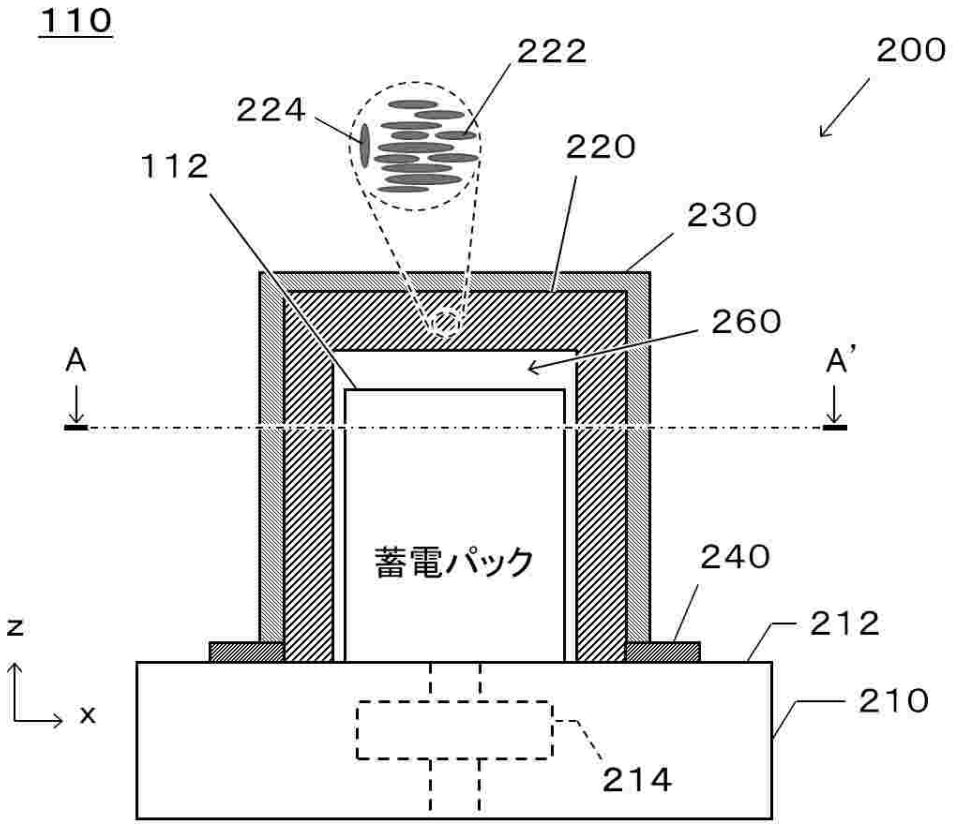
【０１２６】

【表１】

評価項目	単位	実施例1	比較例1	参考例1
厚さ	mm	9	7	10
秤量	g／m^2	90	44．8	3700
第1環境下での熱伝導度	W／m･K	0．03	0．046	0．003
第1環境下でのヒータ電力実効値	W	19．5	90．0	9．0
第2環境下でのヒータ電力実効値	W	9．7	52．0	5．2
第2環境下での熱伝導特性	W／m･K	0．006	0．030	0．003

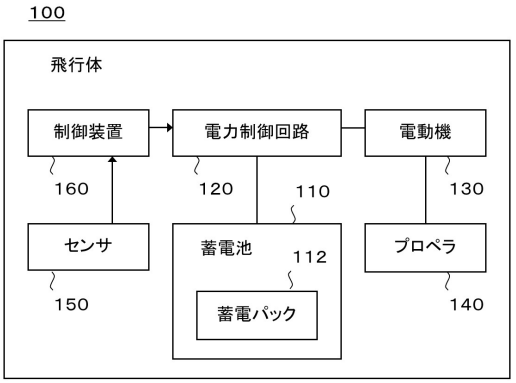
【０１２７】
以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。
【０１２８】
特許請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階などの各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」などと明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。特許請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず」、「次に」などを用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。
【符号の説明】
【０１２９】
１００　飛行体、１１０　蓄電池、１１２　蓄電パック、１２０　電力制御回路、１３０　電動機、１４０　プロペラ、１５０　センサ、１６０　制御装置、２００　断熱装置、２１０　ベースプレート、２１２　載置面、２１４　ベント弁、２２０　断熱部材、２２２　短繊維、２２４　短繊維、２３０　反射部材、２４０　溶着部材、２６０　収容空間、４１０　断熱部材、４２０　ポリイミド層、４３０　エアロゲル層

【要約】　　（修正有）
【課題】優れた断熱性を有する繊維構造体を提供する。
【解決手段】繊維構造体が、実質的にポリイミド樹脂からなる複数の繊維を含む。繊維構造体の質量に対する複数の繊維の質量の割合は、７０質量％以上である。繊維構造体の厚さは、１ｍｍ以上である。繊維構造体の秤量は、４０ｇ／ｍ^{2}以上１５０ｇ／ｍ^{2}以下である。複数の繊維のそれぞれの長さは、１．０ｍｍ以上１０．０ｍｍ以下であってよい。複数の繊維のそれぞれの幅は、１μｍ以上１００μｍ以下であってよい。ＪＩＳＬ１９２７に準じて測定される繊維構造体の熱伝導率は、０．０２０Ｗ／ｍ・Ｋ以上、０．０４０Ｗ／ｍ・Ｋ以下であってよい。
【選択図】図２

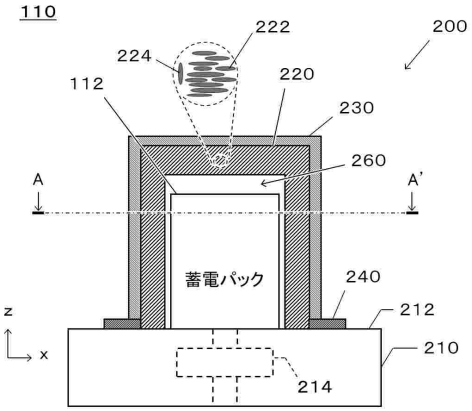


【図面】

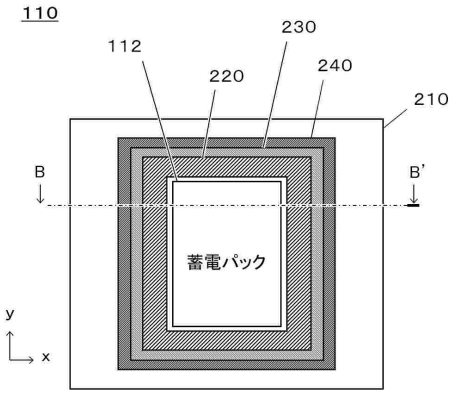
【図１】


100
飛行体
制御装置
電力制御回路
電動機
160
120
110
130
センサ
蓄電池
112
プロペラ
150
蓄電パック
140

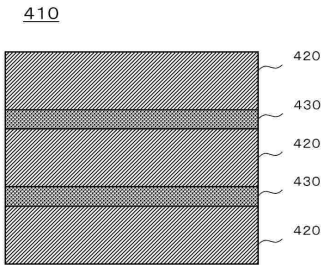
【図２】


110
222
200
224
112
220
230
260
A
A'
蓄電パック
240
z
x
212
210
214

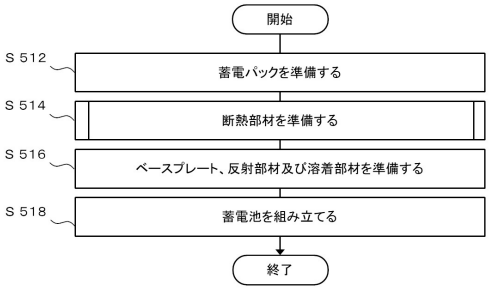
【図３】


110
112
230
220
240
210
B
B'
蓄電パック
y
x

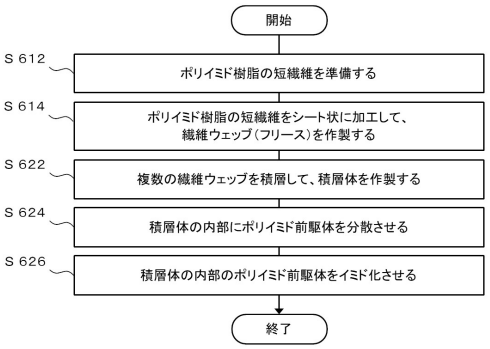
【図４】


410
420
430
420
430
420

【図５】


開始
S 512
蓄電パックを準備する
S 514
断熱部材を準備する
S 516
ベースプレート、反射部材及び溶着部材を準備する
S 518
蓄電池を組み立てる
終了

【図６】


開始
S 612
ポリイミド樹脂の短繊維を準備する
S 614
ポリイミド樹脂の短繊維をシート状に加工して、
繊維ウェッブ（フリース）を作製する
S 622
複数の繊維ウェッブを積層して、積層体を作製する
S 624
積層体の内部にポリイミド前駆体を分散させる
S 626
積層体の内部のポリイミド前駆体をイミド化させる
終了

フロントページの続き

(51)国際特許分類		FI		
B32B	*5/02 (2006.01)*	B32B	5/02	A
D04H	*1/4326(2012.01)*	D04H	1/4326	
D21H	*17/54 (2006.01)*	D21H	17/54	
D21H	*27/30 (2006.01)*	D21H	27/30	B
H01M	*10/658(2014.01)*	H01M	10/658	
H01M	*50/231(2021.01)*	H01M	50/231	
H01M	*10/61 (2014.01)*	H01M	10/61	
H01M	*50/342(2021.01)*	H01M	50/342	201
H01M	*10/625(2014.01)*	H01M	10/625	

東京都港区海岸一丁目７番１号 ソフトバンク株式会社内

(72)発明者 町田 英明

東京都中央区日本橋本町一丁目１番１号 東レ・デュポン株式会社内

審査官 下原 浩嗣

(56)参考文献 特開２０２２－１８８７６６（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１３３２６０（ＪＰ，Ａ）
特開２０１９－０３５１５７（ＪＰ，Ａ）
特開２０２３－０５１２４７（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０２０／１７０８８８（WO，Ａ１）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)

Ｄ２１Ｈ １３／２６
Ｂ６４Ｕ ５０／１９
Ｂ６４Ｕ ２０／６５
Ｂ３２Ｂ ２７／３４
Ｂ３２Ｂ ７／０２７
Ｂ３２Ｂ ５／０２
Ｄ０４Ｈ １／４３２６
Ｄ２１Ｈ １７／５４
Ｄ２１Ｈ ２７／３０
Ｈ０１Ｍ １０／６５８
Ｈ０１Ｍ ５０／２３１
Ｈ０１Ｍ １０／６１
Ｈ０１Ｍ ５０／３４２
Ｈ０１Ｍ １０／６２５