

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年4月28日(28.04.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/085561 A1

(51) 国際特許分類:
H01M 4/64 (2006.01) *H01M 10/0587* (2010.01)
H01M 4/66 (2006.01) *H01M 50/534* (2021.01)
H01M 10/04 (2006.01) *H01M 50/538* (2021.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/038073

(22) 国際出願日: 2021年10月14日(14.10.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2020-177768 2020年10月23日(23.10.2020) JP

(71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/

JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1
丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).

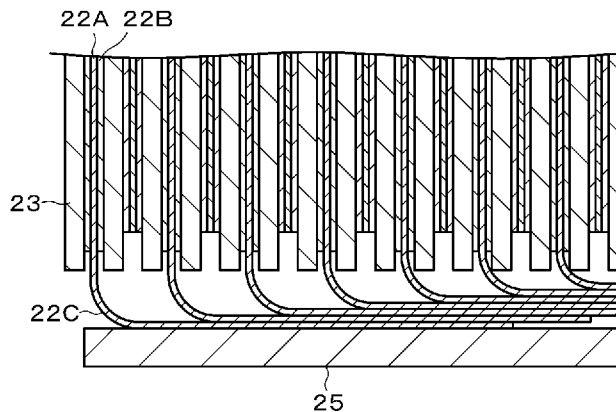
(72) 発明者: 井本 理 佳 子 (IMOTO, Rikako);
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番
1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 高橋 雅
(TAKAHASHI, Masashi); 〒6178555 京都府長
岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社村田製
作所内 Kyoto (JP). 中井 秀樹(NAKAI, Hideki);
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番
1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 杉浦特許事務所, 外
(SUGIURA PATENT OFFICE et al.); 〒1710022
東京都豊島区南池袋 1-1-11 カド
ラービル402 Tokyo (JP).

(54) Title: SECONDARY BATTERY, ELECTRONIC DEVICE, AND POWER TOOL

(54) 発明の名称: 二次電池、電子機器及び電動工具

図6



(57) Abstract: Provided is a battery having low internal resistance. A secondary battery comprises: an electrode winding having a structure in which a band-shaped positive electrode and a band-shaped negative electrode are stacked and wound, with a separator interposed therebetween; a positive electrode collector plate and a negative electrode collector plate; and an exterior can which accommodates the electrode winding, the positive electrode collector plate, and the negative electrode collector plate. The negative electrode includes a negative electrode active material coated section that is coated with a negative electrode active material layer on a band-shaped negative electrode foil, and a negative electrode active material non-coated section; the negative electrode active material non-coated section protrudes from one end of the electrode winding, and has a flat section formed by being bent toward the center axis of the electrode winding and caused to overlap; the flat surface is joined to the negative electrode collector plate; the negative electrode foil has a first main surface that opposes the center axis, and a second main surface that does not oppose the center axis; and when the glossiness

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

of the first main surface is G1 and that of the second main surface is G2, $G1 > G2$ is satisfied.

(57) 要約: 内部抵抗が低い電池を提供する。セパレータを介して帯状の正極と帯状の負極とが積層され、巻回された構造を有する電極巻回体と、正極集電板と負極集電板と、電極巻回体と正極集電板と負極集電板とを収容する外装缶とを備え、負極は、帯状の負極箔上に、負極活物質層によって被覆された負極活物質被覆部と、負極活物質非被覆部を有し、電極巻回体の一端から突出した負極活物質非被覆部が、電極巻回体の中心軸に向かって曲折し、重なり合うことによって形成された平坦面を有し、平坦面は負極集電板と接合され、負極箔は、中心軸に対向する第1の主面と、中心軸に対向しない第2の主面を有し、第1の主面の光沢度をG1とし、第2の主面の光沢度をG2とすると、 $G1 > G2$ を満たす二次電池である。

明 細 書

発明の名称：二次電池、電子機器及び電動工具

技術分野

[0001] 本発明は、二次電池、電子機器及び電動工具に関する。

背景技術

[0002] リチウムイオン電池は、電動工具や電気自動車といった高出力を要する用途に向けても開発されるようになってきている。高出力を行う一つの方法としては、電池から比較的大電流を流すハイレート放電が挙げられる。このような用途においては、電池の内部抵抗を小さくすることが重要である。

[0003] 例えば、下記特許文献1には、扁平状の電極巻回体の一方の端部に形成した負極芯体露出部と負極集電体とを抵抗溶接する構造の電池において、その負極芯体露出部の外面側の表面粗さが内面側の表面粗さよりも小さい電池が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2018-166079号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1の技術では、巻回電極体の一方の端部に形成した負極の芯体露出部と負極集電体とが接触する面積を充分大きく出来ていないため、電池の内部抵抗が充分小さくはないという問題があった。

[0006] 従って、本発明は、内部抵抗が低い電池を提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決するために、本発明は、セパレータを介して帯状の正極と帯状の負極とが積層され、巻回された構造を有する電極巻回体と、正極集電板と負極集電板と、電極巻回体と正極集電板と負極集電板とを収容する

外装缶とを備え、

負極は、帯状の負極箔上に、負極活物質層によって被覆された負極活物質被覆部と、負極活物質非被覆部を有し、

電極巻回体の一端から突出した負極活物質非被覆部が、電極巻回体の中心軸に向かって曲折し、重なり合うことによって形成された平坦面を有し、

平坦面は負極集電板と接合され、

負極箔は、中心軸に対向する第1の主面と、中心軸に対向しない第2の主面を有し、

第1の主面の光沢度をG1とし、第2の主面の光沢度をG2とするとき、 $G1 > G2$ を満たす二次電池である。

発明の効果

[0008] 本発明の少なくとも実施の形態によれば、電極巻回体の巻回終止側に切り欠き部を作製することで、負極の活物質非被覆部の折り曲げを上手に行うことができ、内部短絡を起こさない電池を提供できる。なお、本明細書で例示された効果により本発明の内容が限定して解釈されるものではない。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、一実施の形態に係る電池の断面図である。

[図2]図2は、電極巻回体における正極、負極とセパレータの配置関係の一例を説明する図である。

[図3]図3Aは、正極集電板の平面図であり、図3Bは負極集電板の平面図である。

[図4]図4Aから図4Fは、一実施の形態に係る電池の組み立て工程を説明する図である。

[図5]図5は、レーザー溶接痕の位置を説明するための図である。

[図6]図6は、実施例を説明するための部分断面図である。

[図7]図7は、比較例1から比較例3を説明するための部分断面図である。

[図8]図8は、比較例4を説明するための部分断面図である。

[図9]図9は、本発明の応用例としての電池パックの説明に使用する接続図で

ある。

[図10]図 1 0 は、本発明の応用例としての電動工具の説明に使用する接続図である。

[図11]図 1 1 は、本発明の応用例としての電動車両の説明に使用する接続図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施の形態等について図面を参照しながら説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

< 1. 一実施の形態 >

< 2. 変形例 >

< 3. 応用例 >

以下に説明する実施の形態等は本発明の好適な具体例であり、本発明の内容がこれらの実施の形態等に限定されるものではない。

[0011] 本発明の実施の形態では、二次電池として、円筒形状のリチウムイオン電池を例にして説明する。

[0012] < 1. 一実施の形態 >

まず、リチウムイオン電池の全体構成に関して説明する。図 1 は、リチウムイオン電池 1 の概略断面図である。リチウムイオン電池 1 は、例えば、図 1 に示すように、電池缶 1 1 の内部に電極巻回体 2 0 が収納されている円筒型のリチウムイオン電池 1 である。

[0013] 具体的には、リチウムイオン電池 1 は、例えば、円筒状の電池缶 1 1 の内部に、一对の絶縁板 1 2, 1 3 と、電極巻回体 2 0 とを備えている。ただし、リチウムイオン電池 1 は、例えば、さらに、電池缶 1 1 の内部に、熱感抵抗 (P T C) 素子及び補強部材などのうちのいずれか 1 種類又は 2 種類以上を備えていてもよい。

[0014] [電池缶]

電池缶 1 1 は、主に、電極巻回体 2 0 を収納する部材である。この電池缶 1 1 は、例えば、一端面が開放されると共に他端面が閉塞された円筒状の容

器である。すなわち、電池缶 11 は、開放された一端面（開放端面 11N）を有している。この電池缶 11 は、例えば、鉄、アルミニウム及びそれらの合金などの金属材料のうちのいずれか 1 種類又は 2 種類以上を含んでいる。ただし、電池缶 11 の表面には、例えば、ニッケルなどの金属材料のうちのいずれか 1 種類又は 2 種類以上が鍍金されていてもよい。

[0015] [絶縁板]

絶縁板 12, 13 は、電極巻回体 20 の中心軸に対して略垂直な面を有する円盤状の板である。また、絶縁板 12, 13 は、例えば、互いに電極巻回体 20 を挟むように配置されている。

[0016] [かしめ構造]

電池缶 11 の開放端面 11N には、電池蓋 14 及び安全弁機構 30 がガスケット 15 を介して、かしめられており、かしめ構造 11R（クリンプ構造）が形成されている。これにより、電池缶 11 の内部に電極巻回体 20 などが収納された状態において、その電池缶 11 は密閉されている。

[0017] [電池蓋]

電池蓋 14 は、主に、電池缶 11 の内部に電極巻回体 20 などが収納された状態において、その電池缶 11 の開放端面 11N を閉塞する部材である。この電池蓋 14 は、例えば、電池缶 11 の形成材料と同様の材料を含んでいる。電池蓋 14 のうちの中央領域は、例えば、+Z 方向に突出している。これにより、電池蓋 14 のうちの中央領域以外の領域（周辺領域）は、例えば、安全弁機構 30 に接触している。

[0018] [ガスケット]

ガスケット 15 は、主に、電池缶 11（折り曲げ部 11P）と電池蓋 14 との間に介在することにより、その折り曲げ部 11P と電池蓋 14 との間の隙間を封止する部材である。ただし、ガスケット 15 の表面には、例えば、アスファルトなどが塗布されていてもよい。

[0019] このガスケット 15 は、例えば、絶縁性材料のうちのいずれか 1 種類又は 2 種類以上を含んでいる。絶縁性材料の種類は、特に限定されないが、例え

ば、ポリブチレンテレフタレート（PBT）及びポリプロピレン（PP）などの高分子材料である。中でも、絶縁性材料は、ポリブチレンテレフタレートであることが好ましい。電池缶11と電池蓋14とを互いに電氣的に分離しながら、折り曲げ部11Pと電池蓋14との間の隙間が十分に封止されるからである。

[0020] [安全弁機構]

安全弁機構30は、主に、電池缶11の内部の圧力（内圧）が上昇した際に、必要に応じて電池缶11の密閉状態を解除することにより、その内圧を開放する。電池缶11の内圧が上昇する原因は、例えば、充放電時において電解液の分解反応に起因して発生するガスなどである。

[0021] [電極巻回体]

円筒形状のリチウムイオン電池では、帯状の正極21と帯状の負極22がセパレータ23を介して積層され、渦巻き状に巻回されて、電解液に含浸された状態で、電池缶11に収まっている。正極21は正極箔21Aの片面又は両面に正極活物質層を形成したものであり、正極箔21Aの材料は例えば、アルミニウムやアルミニウム合金でできた金属箔である。負極22は負極箔22Aの片面又は両面に負極活物質層を形成したものであり、負極箔22Aの材料は例えば、ニッケル、ニッケル合金、銅や銅合金でできた金属箔である。セパレータ23は多孔質で絶縁性のあるフィルムであり、正極21と負極22とを電氣的に絶縁しながら、イオンや電解液等の物質の移動を可能にしている。

[0022] 正極活物質層と負極活物質層はそれぞれ、正極箔21Aと負極箔22Aとの多くの部分を覆うが、どちらも帯の短軸方向にある片方の端周辺を意図的に被覆していない。この活物質層が被覆されていない部分を、以下、適宜、活物質非被覆部21C、22Cと称し、活物質層が被覆されている部分を、以下、適宜、活物質被覆部21B、22Bと称する。円筒形状の電池では、電極巻回体20は正極の活物質非被覆部21Cと負極の活物質非被覆部22Cが逆方向を向くようにしてセパレータ23を介して重ねられて巻回されて

いる。

[0023] 図2に正極21、負極22とセパレータ23を積層した巻回前の構造の一例を示す。正極の活物質非被覆部21C（図2の上側のドット部分）の幅はAであり、負極の活物質非被覆部22C（図2の下側のドット部分）の幅はBである。一実施の形態では $A > B$ であることが好ましく、例えば $A = 7$ （mm）、 $B = 4$ （mm）である。正極の活物質非被覆部21Cがセパレータ23の幅方向の一端から突出した部分の長さはCであり、負極の活物質非被覆部22Cがセパレータ23の幅方向の他端から突出した部分の長さはDである。一実施の形態では $C > D$ であることが好ましく、例えば、 $C = 4.5$ （mm）、 $D = 3$ （mm）である。

[0024] 正極の活物質非被覆部21Cは例えばアルミニウムなどからなり、負極の活物質非被覆部22Cは例えば銅などからなるので、一般的に正極の活物質非被覆部21Cの方が負極の活物質非被覆部22Cよりも柔らかい（ヤング率が低い）。このため、一実施の形態では、 $A > B$ かつ $C > D$ がより好ましく、この場合、両極側から同時に同じ圧力で正極の活物質非被覆部21Cと負極の活物質非被覆部22Cとが折り曲げられるとき、折り曲げられた部分のセパレータ23の先端から測った高さは正極21と負極22とで同じくらいになることがある。このとき、活物質非被覆部21C、22Cが折り曲げられて適度に重なり合うので、活物質非被覆部21C、22Cと集電板24、25とのレーザー溶接による接合を容易に行うことができる。一実施の形態における接合とは、電氣的に接続していることを意味するが、接合方法はレーザー溶接に限定されない。

[0025] 正極21は、活物質非被覆部21Cと活物質被覆部21Bとの境界を含む幅3mmの区間が絶縁層101（図2の灰色の領域部分）で被覆されている。そして、セパレータを介して負極の活物質被覆部22Bに対向する正極の活物質非被覆部21Cの全ての領域が絶縁層101で覆われている。絶縁層101は、負極の活物質被覆部22Bと正極の活物質非被覆部21Cとの間に異物が侵入したときに、電池1の内部短絡を確実に防ぐ効果がある。また

、絶縁層 101 は、電池 1 に衝撃が加わったときに、その衝撃を吸収し、正極の活物質非被覆部 21C が折れ曲がりや、負極 22 との短絡を確実に防ぐ効果がある。

[0026] 電極巻回体 20 の中心には、貫通孔 26 が空いている。貫通孔 26 は電極巻回体 20 の組み立て用の巻き芯と溶接用の電極棒を差し込むための孔である。電極巻回体 20 は、正極の活物質非被覆部 21C と負極の活物質非被覆部 22C が逆方向を向くように重ねて巻回してあるので、電極巻回体の端面の一方（端面 41）には、正極の活物質非被覆部 21C が集まり、電極巻回体 20 の端面の他方（端面 42）には、負極の活物質非被覆部 22C が集まる。電流を取り出すための集電板 24、25 との接触を良くするために、活物質非被覆部 21C、22C は曲折されて、端面 41、42 が平坦面となっている。曲折する方向は端面 41、42 の外縁部 27、28 から貫通孔 26 に向かう方向であり、巻回された状態で隣接する周の活物質非被覆部同士が重なって曲折している。なお、本明細書において「平坦面」とは、完全に平坦な面のみならず、活物質非被覆部と集電板が接合可能な程度において、多少の凹凸や表面粗さを有する表面も含む。

[0027] 活物質非被覆部 21C、22C がそれぞれ重なるようにして曲折することで、一見、端面 41、42 を平坦面にすることが可能に思われるが、曲折する前に何らの加工もないと、曲折するときに端面 41、42 にシワやボイド（空隙、空間）が発生して、端面 41、42 が平坦面とならない。ここで、「シワ」や「ボイド」とは曲折した活物質非被覆部 21C、22C に偏りが生じ、端面 41、42 が平坦面とはならない部分である。このシワやボイドの発生を防止するために、貫通孔 26 から放射方向に予め溝 43（例えば図 4B を参照）が形成されている。溝 43 は端面 41、42 の外縁部 27、28 から貫通孔 26 まで延在している。電極巻回体 20 の中心には貫通孔 26 があり、貫通孔 26 はリチウムイオン電池 1 の組み立て工程で、溶接器具を差し込む孔として使用される。貫通孔 26 の付近にある、正極 21 と負極 22 との巻き始めの活物質非被覆部 21C、22C には切欠きがある。これは

貫通孔 2 6 に向かって曲折したとき貫通孔 2 6 を塞がないようにするためである。溝 4 3 は、活物質非被覆部 2 1 C, 2 2 C を曲折した後も平坦面内に残っており、溝 4 3 の無い部分が、正極集電板 2 4 又は負極集電板 2 5 と接合（溶接等）されている。なお、平坦面のみならず、溝 4 3 が集電板 2 4, 2 5 の一部と接合されていてもよい。

電極巻回体 2 0 の詳細な構成、すなわち正極 2 1、負極 2 2、セパレータ 2 3 及び電解液のそれぞれの詳細な構成に関しては、後述する。

[0028] [集電板]

通常のリチウムイオン電池では例えば、正極と負極の一か所ずつに電流取出し用のリードが溶接されているが、これでは電池の内部抵抗が大きく、放電時にリチウムイオン電池が発熱し高温になるため、ハイレート放電には適さない。そこで、一実施の形態のリチウムイオン電池では、端面 4 1, 4 2 に正極集電板 2 4 と負極集電板 2 5 とを配置し、端面 4 1, 4 2 に存在する正極や負極の活物質非被覆部 2 1 C, 2 2 C と多点で溶接することで、電池の内部抵抗を低く抑えている。端面 4 1, 4 2 が曲折して平坦面となっていることも低抵抗化に寄与している。

[0029] 図 3 A 及び図 3 B に、集電板の一例を示す。図 3 A が正極集電板 2 4 であり、図 3 B は負極集電板 2 5 である。正極集電板 2 4 の材料は例えば、アルミニウムやアルミニウム合金の単体若しくは複合材でできた金属板であり、負極集電板 2 5 の材料は例えば、ニッケル、ニッケル合金、銅や銅合金の単体若しくは複合材（クラッド材）でできた金属板である。図 3 A に示すように、正極集電板 2 4 の形状は平坦な扇形をした板状部 3 1 に、矩形の帯状部 3 2 が付いた形状になっている。板状部 3 1 の中央付近に孔 3 5 があいていて、孔 3 5 の位置は貫通孔 2 6 に対応する位置である。

[0030] 図 3 A の斜線で示す部分は帯状部 3 2 に絶縁テープが貼付されているか絶縁材料が塗布された絶縁部 3 2 A であり、図面の斜線部より下側の部分は外部端子を兼ねた封口板への接続部 3 2 B である。なお、貫通孔 2 6 に金属製のセンターピン（図示せず）を備えていない電池構造の場合には帯状部 3 2

が負極電位の部位と接触する可能性が低いため、絶縁部 3 2 A が無くても良い。その場合には、正極 2 1 と負極 2 2 との幅を絶縁部 3 2 A の厚さに相当する分だけ大きくして充放電容量を大きくすることができる。

[0031] 負極集電板 2 5 の形状は正極集電板 2 4 と殆ど同じ形状だが、帯状部が異なっている。図 3 B の負極集電板の帯状部 3 4 は、正極集電板の帯状部 3 2 より短く、絶縁部 3 2 A に相当する部分がない。帯状部 3 4 には、複数の丸印で示される丸型の突起部（プロジェクション） 3 7 がある。抵抗溶接時には、電流が突起部に集中し、突起部が溶けて帯状部 3 4 が電池缶 1 1 の底に溶接される。正極集電板 2 4 と同様に、負極集電板 2 5 には板状部 3 3 の中央付近に孔 3 6 があいていて、孔 3 6 の位置は貫通孔 2 6 に対応する位置である。正極集電板 2 4 の板状部 3 1 と負極集電板 2 5 の板状部 3 3 は扇形の形状をしているため、端面 4 1, 4 2 の一部を覆うようになっている。全部を覆わない理由は、電池を組み立てる際に電極巻回体へ電解液を円滑に浸透させる為、あるいは電池が異常な高温状態や過充電状態になったときに発生したガスを電池外へ放出しやすくする為である。

[0032] [正極]

正極活物質層は、リチウムを吸蔵及び放出することが可能である正極材料（正極活物質）を少なくとも含み、さらに、正極結着剤及び正極導電剤などを含んでいてもよい。正極材料は、リチウム含有複合酸化物又はリチウム含有リン酸化合物が好ましい。リチウム含有複合酸化物は、例えば、層状岩塩型又はスピネル型の結晶構造を有している。リチウム含有リン酸化合物は、例えば、オリビン型の結晶構造を有している。

[0033] 正極結着剤は、合成ゴム又は高分子化合物を含んでいる。合成ゴムは、スチレンブタジエン系ゴム、フッ素系ゴム及びエチレンプロピレンジエンなどである。高分子化合物は、ポリフッ化ビニリデン（PVdF）及びポリイミドなどである。

[0034] 正極導電剤は、黒鉛、カーボンブラック、アセチレンブラック又はケッチェンブラックなどの炭素材料である。ただし、正極導電剤は、金属材料及び

導電性高分子でもよい。

[0035] 正極箔 21A の厚みは $5\ \mu\text{m}$ 以上、 $20\ \mu\text{m}$ 以下にすることが好ましい。正極箔 21A の厚みを $5\ \mu\text{m}$ 以上にする事で、正極 21 と負極 22 とセパレータ 23 とを重ねて巻回する際に正極 21 が破断することなく製造することが可能になるためである。正極箔 21A の厚みを $20\ \mu\text{m}$ 以下にする事で、電池 1 のエネルギー密度の低下を防ぐことができると共に、正極 21 と負極 22 との対向面積が大きくなり、出力の大きい電池 1 にすることができるからである。

[0036] [負極]

負極箔 22A の表面は、負極活物質層との密着性向上のために粗面化されていることが好ましい。負極活物質層は、リチウムを吸蔵及び放出することが可能である負極材料（負極活物質）を少なくとも含み、さらに、負極結着剤及び負極導電剤などを含んでいてもよい。

[0037] 負極材料は、例えば、炭素材料を含む。炭素材料は、易黒鉛化性炭素、難黒鉛化性炭素、黒鉛、低結晶性炭素、又は非晶質炭素である。炭素材料の形状は、繊維状、球状、粒状又は鱗片状を有している。

[0038] また、負極材料は、例えば金属系材料を含む。金属系材料の例としては、Li（リチウム）、Si（ケイ素）、Sn（スズ）、Al（アルミニウム）、Zr（亜鉛）、Ti（チタン）が挙げられる。金属系元素は、他の元素と化合物、混合物又は合金を形成しており、その例としては、酸化ケイ素（ SiO_x （ $0 < x \leq 2$ ））、炭化ケイ素（ SiC ）又は炭素とケイ素の合金、チタン酸リチウム（LTO）が挙げられる。

[0039] 負極箔 22A の厚みは $5\ \mu\text{m}$ 以上、 $20\ \mu\text{m}$ 以下にすることが好ましい。負極箔 22A の厚みを $5\ \mu\text{m}$ 以上にする事で、正極 21 と負極 22 とセパレータ 23 とを重ねて巻回する際に負極 22 が破断することなく製造することが可能になるためである。負極箔 22A の厚みを $20\ \mu\text{m}$ 以下にする事で、電池 1 のエネルギー密度の低下を防ぐことができると共に、正極 21 と負極 22 との対向面積が大きくなり、出力の大きい電池 1 にすることができる。

るからである。

[0040] [セパレータ]

セパレータ 23 は、樹脂を含む多孔質膜であり、2 種類以上の多孔質膜の積層膜でもよい。樹脂は、ポリプロピレン及びポリエチレンなどである。セパレータ 23 は、多孔質膜を基材層として、その片面又は両面に樹脂層を含んでいてもよい。正極 21 及び負極 22 のそれぞれに対するセパレータ 23 の密着性が向上するため、電極巻回体 20 の歪みが抑制されるからである。

[0041] 樹脂層は、P V d F などの樹脂を含んでいる。この樹脂層を形成する場合には、有機溶剤に樹脂が溶解された溶液を基材層に塗布したのち、その基材層を乾燥させる。なお、溶液中に基材層を浸漬させたのち、その基材層を乾燥させてもよい。樹脂層には、無機粒子又は有機粒子を含んでいることが、耐熱性、電池の安全性向上の観点で好ましい。無機粒子の種類は、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、ベーマイト、タルク、シリカ、雲母などである。また、樹脂層に代えて、スパッタ法、A L D（原子層堆積）法などで形成された、無機粒子を主成分とする表面層を用いてもよい。

[0042] セパレータ 23 の厚さは $4\ \mu\text{m}$ 以上 $30\ \mu\text{m}$ 以下が好ましい。セパレータの厚さを $4\ \mu\text{m}$ 以上とすることで、セパレータ 23 を介して対向する正極 21 と負極 22 との接触による内部短絡を防止できる。セパレータ 23 の厚さを $30\ \mu\text{m}$ 以下とすることで、リチウムイオンや電解液がセパレータ 23 を通過しやすくでき、また、巻回したとき、正極 21 と負極 22 の電極密度を高くすることができる。

[0043] [電解液]

電解液は、溶媒及び電解質塩を含み、必要に応じてさらに添加剤などを含んでいてもよい。溶媒は、有機溶媒などの非水溶媒、又は水である。非水溶媒を含む電解液を非水電解液という。非水溶媒は、環状炭酸エステル、鎖状炭酸エステル、ラクトン、鎖状カルボン酸エステル又はニトリル（モノニトリル）などである。

[0044] 電解質塩の代表例はリチウム塩であるが、リチウム塩以外の塩を含んでもよい。リチウム塩は、六フッ化リン酸リチウム (LiPF_6)、四フッ化ホウ酸リチウム (LiBF_4)、過塩素酸リチウム (LiClO_4)、メタンスルホン酸リチウム (LiCH_3SO_3)、トリフルオロメタンスルホン酸リチウム (LiCF_3SO_3)、六フッ化ケイ酸二リチウム (Li_2SF_6) などである。これらの塩を混合して用いることもでき、中でも、 LiPF_6 、 LiBF_4 を混合して用いることが、電池特性向上の観点で好ましい。電解質塩の含有量は特に限定されないが、溶媒に対して 0.3 mol/kg から 3 mol/kg であることが好ましい。

[0045] [リチウムイオン電池の作製方法]

図4Aから図4Fを参照して、一実施の形態のリチウムイオン電池1の作製方法について述べる。まず、正極活物質を、帯状の正極箔21Aの表面に塗着させ、これを正極21の被覆部とし、負極活物質を、帯状の負極箔22Aの表面に塗着させ、これを負極22の被覆部とした。このとき、正極21の短手方向の一端と負極22の短手方向の一端に、正極活物質と負極活物質が塗着されていない活物質非被覆部21C、22Cを作製した。活物質非被覆部21C、22Cの一部であって、巻回するときの巻き始めに当たる部分に、切欠きを作製した。正極21と負極22とは乾燥等の工程を行った。そして、正極の活物質非被覆部21Cと負極の活物質非被覆部22Cが逆方向となるようにセパレータ23を介して重ね、中心軸に貫通孔26ができるように、且つ、作製した切欠きが中心軸付近に配置されるように、渦巻き状に巻回して、図4Aのような電極巻回体20を作製した。

[0046] 次に、図4Bのように、薄い平板（例えば厚さ 0.5 mm ）などの端を端面41、42に対して垂直に押し付けることで、端面41と端面42の一部に溝43を作製した。この方法で貫通孔26から放射状に延びる溝43を作製した。図4Bに示される、溝43の数や配置はあくまでも一例である。そして、図4Cのように、両極側から同時に同じ圧力を端面41、42に対して略垂直方向に加え、正極の活物質非被覆部21Cと負極の活物質非被覆部

22Cを折り曲げて、端面41、42が平坦面となるように形成した。このとき、端面41、42にある活物質非被覆部が、中心軸に向かって曲折し重なり合うように、平板の板面などで荷重を加えた。その後、端面41に正極集電板24の板状部31をレーザー溶接し、端面42に負極集電板25の板状部33をレーザー溶接し、接合した。

[0047] その後、図4Dのように、集電板24、25の帯状部32、34を折り曲げ、正極集電板24と負極集電板25に絶縁板12、13（又は絶縁テープ）を貼り付け、図4Eに示される電池缶11内に上記のように組立てを行った電極巻回体20を挿入し、電池缶11の底の溶接を行った。電解液を電池缶11内に注入後、図4Fのように、ガスケット15及び電池蓋14にて封止を行った。

実施例

[0048] 以下、上記のようにして作製したリチウムイオン電池1を用い、電池の内部抵抗について比較した実施例に基づいて本発明を具体的に説明する。なお、本発明は、以下に説明する実施例に限定されるものではない。

[0049] 以下の全ての実施例及び比較例において、円筒形電池のサイズを21700（直径21mm、長さ70mm）とし、溝43の数を8とし、溝43を略等角間隔に配置した。正極集電板24と正極の活物質非被覆部21Cとの接合及び負極集電板25と負極の活物質非被覆部22Cとの接合に、図5で示されるような配置でレーザー溶接を行った。図5はレーザー溶接痕の位置を説明する為に、集電板24、25を通して電極巻回体の端面41、42および溝43を透視するように表現した模式図である。図5の黒色の太実線部で示される部分はレーザー溶接痕51である。レーザー溶接痕51を隣り合う溝43の間ごとに1本ずつ、孔35、36付近から外周部まで、略等角間隔に線状に配置した。図5のように、集電板24、25が覆う部分で、レーザー溶接痕51を6本配置し、レーザー溶接痕51の1本当たりの長さを6mmとした。

[0050] 負極22の材料である負極箔（銅箔）の作製条件を調整し、様々な光沢度

を有する表面を備えた負極箔（銅箔）を作製した。負極活物質を被覆する前の負極箔（銅箔）に対して、負極 22 の短手方向に光を入射して光沢度を測定した。ここでいう負極箔は、基本的には、負極作製後の負極箔 22 A と負極の活物質非被覆部 22 C と同じものである。なお、光沢度の測定は負極活物質を被覆する前の負極箔（銅箔）に対して行うことができるが、完成した電池から取り出した銅箔に対して行うこともできる。電池を完全放電したのち解体して巻回体を解きほぐして分離した負極板を、例えばジメチルカーボネート（DMC）を使って洗浄し、乾燥させる。次に、負極板から銅箔が露出している部位、すなわち活物質が塗工されていない部位を所定の大きさに切り出す。このようにして分離した銅箔片に対して光沢度を測定することができる。本発明において、光沢度とは、JIS Z 8741 : 1997 に準拠したものであり、光の入射角を 60° とした $G_s(60^\circ)$ である。 $G_s(60^\circ)$ は、屈折率が 1.567 であるガラス表面での鏡面光沢度の値を 100 とした値である。予め光沢度を測定した負極箔を用いて負極を作製し、リチウムイオン電池 1 を組み立てた。負極箔（銅箔）の厚さは $5\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下が好ましい。

[0051] 本発明において、負極 22 の材料である負極箔（銅箔）には電解銅箔を用いた。電解銅箔は、回転するドラムを陰極として連続的に銅めっきがドラムの表面に析出する一方で、析出した銅めっきがドラムから剥離して巻取られることにより製造される。製造された電解銅箔のドラムに接していた面（ドラム面）と液側の析出した面（析出面）とは性質が異なる。ドラム面は、ドラムの表面の研磨状態を忠実に反映して表面粗度が小さく、光沢度が高い。また、ドラム面は析出開始面であるために結晶粒径が小さく、結晶粒径のばらつきが小さい傾向がある。一方、析出面は結晶の成長方向となるため、表面粗度が大きく、光沢度が低く、結晶粒径が大きく、結晶粒径のばらつきが大きい傾向がある。

[0052] 上述の電極巻回体において、負極箔（銅箔）の巻き内面をドラム面、巻き外面を析出面にすることにより、全周にわたって負極箔（銅箔）が一定の位

置で折れて重なり合って整列するので、端面42の平坦度を高くするとすることが出来る。一方で、巻き内面が析出面、巻き外面がドラム面の場合には、負極箔（銅箔）は折れ位置のばらつきが大きくなったり、S字状に折れたりすることが多い。そのため、端面42の平坦度が低くなる。

[0053] 負極箔（銅箔）のドラム面は、結晶粒径が小さいために降伏応力が高くなり、結晶粒径のばらつきが小さいために降伏応力がほぼ均一となる。負極箔（銅箔）の巻き内面をドラム面、巻き外面を析出面として電極巻回体を作製した場合には、内側に向かって折る力が、降伏応力より小さいうちには負極集電箔は耐えているが、降伏応力を超えたときには電極巻回体の外周側から内周側に渡って一斉に、一定の位置で折れ曲がる。その結果、折れ位置より先端側の負極箔（銅箔）が重なり合って整列するため、端面42の平坦度が高くなると考えられる。

[0054] 一方、負極箔（銅箔）の析出面は、結晶粒径が大きいために降伏応力が低く、結晶粒径のばらつきが大きいために降伏応力のばらつきも大きくなる。巻き内が析出面、巻き外面がドラム面として電極巻回体を作製した場合には、負極箔（銅箔）はその降伏応力に応じて場所ごとに異なる位置で折れ曲がる。その結果、負極箔（銅箔）が整列せず乱雑な状態となり、負極端面42の一部に凹部が発生して平坦度が低くなると考えられる。

[0055] 以下では、負極箔の両主面（表裏）のうち、負極22が電極巻回体20を構成したとき、電極巻回体20の中心軸（貫通孔26）に対向する主面（第1の主面）を巻き内面と称し、電極巻回体の中心軸（貫通孔26）に対向しない主面（第2の主面）を巻き外面と称した。負極22の光沢度が巻き内面と巻き外面で異なるように作製した。負極箔の材質を銅とし、厚さを $10\mu\text{m}$ とした。

[0056] 以下の全ての実施例及び比較例について、特に指定がない場合、図2に示されるような、正極21、負極22とセパレータ23を積層した巻回前の構造において、負極の活物質非被覆部22Cがセパレータ23の幅方向の他端から突出した部分の長さをDとするとき、 $D=3\text{mm}$ とした。

[0057] まずは、巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きい負極箔（銅箔）について、検討した。

[0058] [実施例 1 ～ 3]

巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きい銅箔を用意し、この銅箔を用いて負極 2 2 を作製し、電池 1 を作製した。

[0059] [比較例 1 ～ 3]

巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度以下となるような銅箔を用意し、この銅箔を用いて負極 2 2 を作製し、電池 1 を作製した。

[0060] [評価]

上記の電池 1 について、電池 1 の内部抵抗（DCR）を計測し、評価を行った。直流抵抗は、放電電流を 5 秒間で 0（A）から 100（A）まで上昇させたときの電圧の傾きを算出することで得られる。1 つの実施例又は比較例について、計測した電池 1 の本数を 30 本とした。電池 1 の内部抵抗（DCR）は 30 本の計測値についての平均値を表し、電池 1 の内部抵抗（DCR）が 11.0 mΩ 以下を OK と判定し、それ以外を NG と判定した。以下の表 1 に、結果を示す。

[0061] [表 1]

	巻き内面の 光沢度	巻き外面の 光沢度	巻き内面の光沢度と 巻き外面の光沢度との差	電池の内部抵抗 DCR(mΩ)
実施例 1	195	120	75	10.19
実施例 2	182	118	64	10.20
実施例 3	172	122	50	10.24
比較例 1	111	113	-2	14.89
比較例 2	120	130	-10	15.25
比較例 3	115	122	-7	13.98

[0062] 実施例 1 から実施例 3 では、電池 1 の内部抵抗の値は 11.0 mΩ 以下（判定 OK）であり、溶接不良（穴あきやスパッタ等）が発生しなかったのに対し、比較例 1 から比較例 3 では、電池 1 の内部抵抗の値は 11.0 mΩ より大きく（判定 NG）、溶接不良が発生した。実施例 1 から実施例 3 では、図 6 に示されるように、負極の活物質非被覆部 2 2 C が電極巻回体 2 0 の中心軸に向かって一定の位置で折れ曲がり、折れ位置より先端側の活物質非被

覆部 2 2 C が重なり合って整列するため、端面 4 2 が平坦面を形成していると考えられる。比較例 1 から比較例 3 では、図 7 に示されるように、負極の活物質非被覆部 2 2 C がそれぞれ異なる位置で S 字状に折れ曲がり、活物質非被覆部 2 2 C が整列せず乱雑な状態となり、端面 4 2 に凹凸があるために、平坦度が低い箇所があると考えられる。実施例では、端面 4 2 と負極集電板 2 5 とが隙間なく密着できるために、レーザー溶接の不良が発生しない。そのため、電池 1 の内部抵抗が低いと考えられる。表 1 より、負極箔の巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きいとき、電池の内部抵抗が低いと判断できる。

[0063] 次に、巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きい負極箔（銅箔）について、巻き内面の光沢度がある一定値（150 又は 200）以上及び一定値未満となる場合について検討した。

[0064] [実施例 4 ～ 6]

巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きく、巻き内面の光沢度が 150 以上である銅箔を用意し、この銅箔を用いて負極 2 2 を作製し、電池 1 を作製した。

[0065] [実施例 7 ～ 9]

巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きく、巻き内面の光沢度が 200 以上である銅箔を用意し、この銅箔を用いて負極 2 2 を作製し、電池 1 を作製した。

[0066] [実施例 10 ～ 12]

巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きく、巻き内面の光沢度が 150 未満である銅箔を用意し、この銅箔を用いて負極 2 2 を作製し、電池 1 を作製した。

[0067] [評価]

実施例 4 から実施例 12 の電池 1 について、上記同様に評価を行った。以下の表 2 に、その結果を示す。

[0068] [表 2]

	巻き内面の 光沢度	巻き外面の 光沢度	巻き内面の光沢度と 巻き外面の光沢度との差	電池の内部抵抗 DCR(mΩ)
実施例 4	187	108	79	10.35
実施例 5	180	105	75	10.42
実施例 6	170	99	71	10.33
実施例 7	205	127	78	10.08
実施例 8	202	128	74	10.10
実施例 9	204	125	79	10.15
実施例 10	145	89	56	10.56
実施例 11	143	91	52	10.64
実施例 12	148	93	55	10.61

[0069] 実施例 4 から実施例 12 の電池の内部抵抗の値は 11.0 mΩ 以下（判定 OK）であり、溶接不良が発生しなかった。実施例 4 から実施例 6 の電池 1 の内部抵抗の値は、実施例 10 から実施例 12 より低く、実施例 7 から実施例 9 の電池 1 の内部抵抗の値は、実施例 4 から実施例 6 より低かった。表 2 より、負極箔は、巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きく、巻き内面の光沢度が 150 以上であるとき、電池 1 の内部抵抗が低いと判断できる。特に、負極箔の巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きく、巻き内面の光沢度が 200 以上であるとき、電池 1 の内部抵抗がより低いと判断できる。

[0070] 次に、巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きい負極箔（銅箔）について、巻き外面の光沢度がある一定値（110 又は 130）以上及び一定値未満となる場合について検討した。

[0071] [実施例 13～15]

巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きく、巻き外面の光沢度が 110 以上である負極箔（銅箔）を用意し、この銅箔を用いて負極 22 を作製し、電池 1 を作製した。

[0072] [実施例 16～18]

巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きく、巻き外面の光沢度が 130 以上である負極箔（銅箔）を用意し、この銅箔を用いて負極 22 を作製し、電池 1 を作製した。

[0073] [実施例 19～21]

巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きく、巻き外面の光沢度が 110 未満である負極箔（銅箔）を用意し、この銅箔を用いて負極 22 を作製し、電池 1 を作製した。

[0074] [評価]

実施例 13 から実施例 21 の電池について、上記同様に評価を行った。以下の表 3 に、その結果を示す。

[0075] [表 3]

	巻き内面の 光沢度	巻き外面の 光沢度	巻き内面の光沢度と 巻き外面の光沢度との差	電池の内部抵抗 DCR(mΩ)
実施例 13	195	120	75	10.19
実施例 14	182	118	64	10.20
実施例 15	172	122	50	10.24
実施例 16	191	135	56	10.08
実施例 17	195	140	55	10.12
実施例 18	199	142	57	10.14
実施例 19	187	108	79	10.35
実施例 20	180	105	75	10.42
実施例 21	170	99	71	10.33

[0076] 実施例 13 から実施例 21 では、電池の内部抵抗が 11.0 mΩ 以下（判定 OK）であり、溶接不良が発生しなかった。実施例 13 から実施例 15 の内部抵抗の値は、実施例 19 から実施例 21 より低く、実施例 16 から実施例 18 の内部抵抗の値は、実施例 13 から実施例 15 より低かった。表 3 より、負極箔は、巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きく、巻き外面の光沢度が 110 以上であるとき、電池 1 の内部抵抗が低いと判断できる。特に、負極箔の巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きく、巻き外面の光沢度が 130 以上であるとき、電池 1 の内部抵抗がより低いと判断できる。

[0077] 次に、巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きい負極箔（銅箔）について、巻き内面の光沢度と巻き外面の光沢度との差がある一定値（50 又は 80）以上及び一定値未満となる場合について検討した。

[0078] [実施例 22～24]

巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きく、巻き内面の光沢度と巻

き外面の光沢度との差が50以上である負極箔（銅箔）を用いて負極22を作製し、電池1を作製した。

[0079] [実施例25～27]

巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きく、巻き内面の光沢度と巻き外面の光沢度との差が80以上である負極箔（銅箔）を用いて負極22を作製し、電池1を作製した。

[0080] [実施例28～30]

巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きく、巻き内面の光沢度と巻き外面の光沢度との差が50未満である負極箔（銅箔）を用いて負極22を作製し、電池1を作製した。

[0081] [評価]

実施例22から実施例30の電池について、上記同様に評価を行った。以下の表4に、その結果を示す。

[0082] [表4]

	巻き内面の 光沢度	巻き外面の 光沢度	巻き内面の光沢度と 巻き外面の光沢度との差	電池の内部抵抗 DCR(mΩ)
実施例22	205	127	78	10.08
実施例23	202	128	74	10.10
実施例24	204	125	79	10.15
実施例25	210	125	85	10.01
実施例26	224	128	96	10.06
実施例27	209	118	91	10.04
実施例28	199	152	47	10.40
実施例29	190	155	35	10.31
実施例30	182	148	34	10.36

[0083] 実施例22から実施例30では、電池の内部抵抗が11.0mΩ以下（判定OK）であり、溶接不良が発生しなかった。実施例22から実施例24の電池1の内部抵抗の値は、実施例28から実施例30より低く、実施例25から実施例27の内部抵抗の値は、実施例22から実施例24より低かった。表4より、負極箔（銅箔）は、巻き内面の光沢度が巻き外面の光沢度より大きく、巻き内面の光沢度と巻き外面の光沢度との差が50以上であるとき、電池1の内部抵抗が低いと判断できる。特に、負極箔（銅箔）は、巻き内

面の光沢度と巻き外面の光沢度との差が80以上であるとき、電池1の内部抵抗がより低いと判断できる。

[0084] 次に、図2に示されるような、正極21、負極22とセパレータ23を積層した巻回前の構造において、負極の活物質非被覆部22Cがセパレータ23の幅方向の他端から突出した部分の長さDを変化させたときの電池1について検討した。

[0085] [実施例31]

実施例1と同様の銅箔を用意し、この銅箔を用いて負極22を作製し、電池1を作製した。D=3mmとした。

[0086] [比較例4]

D=2mmとした以外は、実施例31と同様にした。

[0087] [評価]

実施例31と比較例4の電池について、上記同様に評価を行った。以下の表4に、その結果を示す。

[0088] [表5]

	巻き内面の 光沢度	巻き外面の 光沢度	巻き内面の光沢度と 巻き外面の光沢度との差	D(mm)	電池の内部抵抗 DCR(mΩ)
実施例31	195	120	75	3	10.19
比較例4	195	120	75	2	14.92

[0089] 実施例31では、電池1の内部抵抗の値は11.0mΩ以下（判定OK）であり、溶接不良が発生しなかったのに対し、比較例4では、電池1の内部抵抗の値は11.0mΩより大きく（判定NG）、溶接不良（穴あきやスパッタ等）が発生した。実施例31では、実施例1と同様、図6のように、負極の活物質非被覆部22Cが電極巻回体20の中心軸に向かって一方向に折れ曲がり、負極の活物質非被覆部22Cがよく重なっていると考えられ、比較例4では、図8に示されるように、負極の活物質非被覆部22Cが短いため、折れ曲がって重なり合った負極の活物質非被覆部22Cの重なる面積が小さい、または、端面42を構成する負極の活物質非被覆部22C同士の間隙に隙間があいていると考えられる。負極の活物質非被覆部22Cが整列して

重なり合っている実施例 3 1 では、レーザー溶接不良が発生しないため、電池 1 の内部抵抗が比較的低いと考えられる。実施例 3 1 では $D = 3 \text{ mm}$ であったが、 $D > 3 \text{ mm}$ についても、同様であると考えられる。表 5 より、負極の活物質非被覆部 2 2 C がセパレータ 2 3 の幅方向の他端から突出した部分の長さが 3 mm 以上であるとき、電池 1 の内部抵抗が低いと判断できる。

[0090] < 2. 変形例 >

以上、本発明の一実施の形態について具体的に説明したが、本発明の内容は上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

[0091] 一実施の形態では、図 5 に示されるように、隣り合う溝 4 3 の間ごとに 1 本ずつのレーザー溶接痕を配置したが、隣り合う溝 4 3 の間ごとに複数本のレーザー溶接痕を配置してもよい。この場合、レーザー溶接痕の面積がより増えるので、電池の内部抵抗がより低くなる。

[0092] 実施例及び比較例では、溝 4 3 の数を 8 としていたが、これ以外の数であってもよい。また、電池サイズを円筒形の 2 1 7 0 0（直径 21 mm 、高さ 70 mm ）としていたが、1 8 6 5 0（直径 18 mm 、高さ 65 mm ）やこれら以外のサイズであってもよい。

正極集電板 2 4 と負極集電板 2 5 は、扇形の形状をした板状部 3 1, 3 3 を備えていたが、それ以外の形状であってもよい。

[0093] 一実施の形態では、正極 2 1 と負極 2 2 が、活物質非被覆部 2 1 C, 2 2 C が折り曲げられて集電板 2 4, 2 5 と溶接される構造を取っていたが、正極 2 1 については、それ以外の構造であってもよい。

[0094] 本発明の趣旨を逸脱しない限り、本発明は、リチウムイオン電池以外の他の電池や、円筒形状以外の電池（例えば、ラミネート型電池、角型電池、コイン型電池、ボタン型電池）に適用することも可能である。この場合において、「電極巻回体の端面」の形状は、円筒形状のみならず、楕円形状や扁平形状なども採り得る。

[0095] < 3. 応用例 >

(1) 電池パック

図9は、本発明の実施の形態又は実施例にかかる電池1を電池パック300に適用した場合の回路構成例を示すブロック図である。電池パック300は、組電池301、充電制御スイッチ302aと、放電制御スイッチ303a、を備えるスイッチ部304、電流検出抵抗307、温度検出素子308、制御部310を備えている。制御部310は各デバイスの制御を行い、さらに異常発熱時に充放電制御を行ったり、電池パック300の残容量の算出や補正を行ったりすることが可能である。電池パック300の正極端子321及び負極端子322は、充電器や電子機器に接続され、充放電が行われる。

[0096] 組電池301は、複数の二次電池301aを直列及び／又は並列に接続してなる。図9では、6つの二次電池301aが、2並列3直列（2P3S）に接続された場合が例として示されている。

[0097] 温度検出部318は、温度検出素子308（例えばサーミスタ）と接続されており、組電池301又は電池パック300の温度を測定して、測定温度を制御部310に供給する。電圧検出部311は、組電池301及びそれを構成する各二次電池301aの電圧を測定し、この測定電圧をA/D変換して、制御部310に供給する。電流測定部313は、電流検出抵抗307を用いて電流を測定し、この測定電流を制御部310に供給する。

[0098] スイッチ制御部314は、電圧検出部311及び電流測定部313から入力された電圧及び電流をもとに、スイッチ部304の充電制御スイッチ302a及び放電制御スイッチ303aを制御する。スイッチ制御部314は、二次電池301aが過充電検出電圧（例えば4.20V±0.05V）以上若しくは過放電検出電圧（2.4V±0.1V）以下になったときに、スイッチ部304にOFFの制御信号を送ることにより、過充電又は過放電を防止する。

[0099] 充電制御スイッチ302a又は放電制御スイッチ303aがOFFした後は、ダイオード302b又はダイオード303bを介することによってのみ

、充電又は放電が可能となる。これらの充放電スイッチは、MOSFETなどの半導体スイッチを使用することができる。なお、図9では+側にスイッチ部304を設けているが、一側に設けても良い。

[0100] メモリ317は、RAMやROMからなり、制御部310で演算された電池特性の値や、満充電容量、残容量などが記憶され、書き換えられる。

[0101] (2) 電子機器

上述した本発明の実施の形態又は実施例に係る電池1は、電子機器や電動輸送機器、蓄電装置などの機器に搭載され、電力を供給するために使用することができる。

[0102] 電子機器としては、例えばノート型パソコン、スマートフォン、タブレット端末、PDA（携帯情報端末）、携帯電話、ウェアラブル端末、デジタルスチルカメラ、電子書籍、音楽プレイヤー、ゲーム機、補聴器、電動工具、テレビ、照明機器、玩具、医療機器、ロボットが挙げられる。また、後述する電動輸送機器、蓄電装置、電動工具、電動式無人航空機も、広義では電子機器に含まれ得る。

[0103] 電動輸送機器としては電気自動車（ハイブリッド自動車を含む。）、電動バイク、電動アシスト自転車、電動バス、電動カート、無人搬送車（AGV）、鉄道車両などが挙げられる。また、電動旅客航空機や輸送用の電動式無人航空機も含まれる。本発明に係る二次電池は、これらの駆動用電源のみならず、補助用電源、エネルギー回生用電源などとしても用いられる。

[0104] 蓄電装置としては、商業用又は家庭用の蓄電モジュールや、住宅、ビル、オフィスなどの建築物用又は発電設備用の電力貯蔵用電源などが挙げられる。

[0105] (3) 電動工具

図10を参照して、本発明が適用可能な電動工具として電動ドライバの例について概略的に説明する。電動ドライバ431には、シャフト434に回転動力を伝達するモータ433と、ユーザが操作するトリガースイッチ432が設けられている。電動ドライバ431の把手の下部筐体内に、本発明に

係る電池パック４３０及びモータ制御部４３５が収納されている。電池パック４３０は、電動ドライバ４３１に対して内蔵されているか、又は着脱自在とされている。電池パック４３０を構成する電池に、本発明の電池１を適用できる。

[0106] 電池パック４３０及びモータ制御部４３５のそれぞれには、マイクロコンピュータ（図示せず）が備えられており、電池パック４３０の充放電情報が相互に通信できるようにしてもよい。モータ制御部４３５は、モータ４３３の動作を制御すると共に、過放電などの異常時にモータ４３３への電源供給を遮断することができる。

[0107] （４）電動車両用蓄電システム

本発明を電動車両用の蓄電システムに適用した例として、図１１に、シリーズハイブリッドシステムを採用したハイブリッド車両（ＨＶ）の構成例を概略的に示す。シリーズハイブリッドシステムはエンジンを動力とする発電機で発電された電力、あるいはそれをバッテリーに一旦貯めておいた電力を用いて、電力駆動力変換装置で走行する車である。

[0108] このハイブリッド車両６００には、エンジン６０１、発電機６０２、電力駆動力変換装置６０３（直流モータ又は交流モータ。以下単に「モータ６０３」という。）、駆動輪６０４ａ、駆動輪６０４ｂ、車輪６０５ａ、車輪６０５ｂ、バッテリー６０８、車両制御装置６０９、各種センサ６１０、充電口６１１が搭載されている。バッテリー６０８としては、本発明の電池パック３００、又は本発明の電池１を複数搭載した蓄電モジュールが適用され得る。

[0109] バッテリー６０８の電力によってモータ６０３が作動し、モータ６０３の回転力が駆動輪６０４ａ、６０４ｂに伝達される。エンジン６０１によって産み出された回転力によって、発電機６０２で生成された電力をバッテリー６０８に蓄積することが可能である。各種センサ６１０は、車両制御装置６０９を介してエンジン回転数を制御したり、図示しないスロットルバルブの開度を制御したりする。

[0110] 図示しない制動機構によりハイブリッド車両６００が減速すると、その減

速時の抵抗力がモータ 603 に回転力として加わり、この回転力によって生成された回生電力がバッテリー 608 に蓄積される。またバッテリー 608 は、ハイブリッド車両 600 の充電口 611 を介して外部の電源に接続されることで充電することが可能である。このようなHV車両を、プラグインハイブリッド車（PHV又はPHEV）という。

[0111] なお、本発明に係る二次電池を小型化された一次電池に応用して、車輪 604、605 に内蔵された空気圧センサシステム（TPMS: Tire Pressure Monitoring system）の電源として用いることも可能である。

[0112] 以上では、シリーズハイブリッド車を例として説明したが、エンジンとモータを併用するパラレル方式、又は、シリーズ方式とパラレル方式を組み合わせたハイブリッド車に対しても本発明は適用可能である。さらに、エンジンを用いない駆動モータのみで走行する電気自動車（EV又はBEV）や、燃料電池車（FCV）に対しても本発明は適用可能である。

符号の説明

[0113] 1・・・リチウムイオン電池, 12・・・絶縁板, 21・・・正極, 21A・・・正極箔, 21B・・・正極活物質被覆部, 21C・・・正極の活物質非被覆部, 22・・・負極, 22A・・・負極箔, 22B・・・負極活物質被覆部, 22C・・・負極の活物質非被覆部, 23・・・セパレータ, 24・・・正極集電板, 25・・・負極集電板, 26・・・貫通孔, 27, 28・・・外縁部, 41, 42・・・端面, 43・・・溝, 51・・・レーザー溶接痕

請求の範囲

- [請求項1] セパレータを介して帯状の正極と帯状の負極とが積層され、巻回された構造を有する電極巻回体と、正極集電板と負極集電板と、前記電極巻回体と前記正極集電板と前記負極集電板とを収容する外装缶とを備え、
- 前記負極は、帯状の負極箔上に、負極活物質層によって被覆された負極活物質被覆部と、負極活物質非被覆部を有し、
- 前記電極巻回体の一端から突出した前記負極活物質非被覆部が、前記電極巻回体の中心軸に向かって曲折し、重なり合うことによって形成された平坦面を有し、
- 前記平坦面は前記負極集電板と接合され、
- 前記負極箔は、前記中心軸に対向する第1の主面と、前記中心軸に対向しない第2の主面を有し、
- 前記第1の主面の光沢度をG1とし、前記第2の主面の光沢度をG2とすると、 $G1 > G2$ を満たす二次電池。
- [請求項2] $G1 - G2 \geq 50$ を満たす請求項1に記載の二次電池。
- [請求項3] $G1 - G2 \geq 80$ を満たす請求項1に記載の二次電池。
- [請求項4] $G1 \geq 150$ を満たす請求項1に記載の二次電池。
- [請求項5] $G1 \geq 200$ を満たす請求項1に記載の二次電池。
- [請求項6] $G2 \geq 110$ を満たす請求項2に記載の二次電池。
- [請求項7] $G2 \geq 130$ を満たす請求項2に記載の二次電池。
- [請求項8] 前記負極活物質非被覆部が前記セパレータの幅方向の他端から突出した部分の長さが3mm以上である請求項1から7の何れかに記載の二次電池。
- [請求項9] 前記負極箔の材質は銅または銅合金を含み、前記負極箔の厚さが5 μm 以上20 μm 以下である請求項1から7の何れかに記載の二次電池。
- [請求項10] 前記電極巻回体の一端から突出した前記正極活物質非被覆部が、前

記電極巻回体の中心軸に向かって曲折し、重なり合うことによって形成された平坦面を有し、

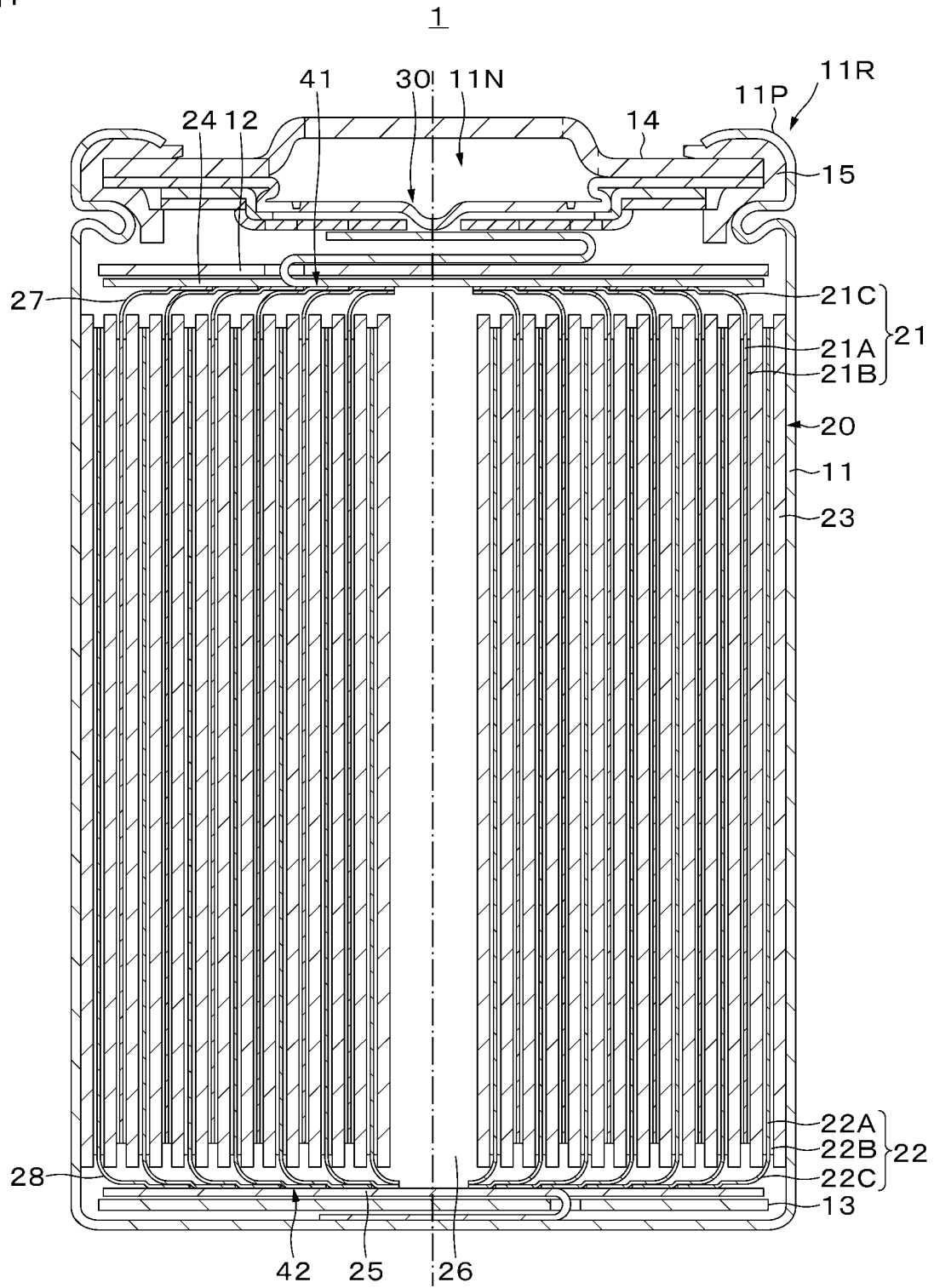
前記平坦面は前記正極集電板と接合された、請求項 1 から 9 の何れかに記載の二次電池。

[請求項11] 請求項 1 から 10 の何れかに記載の二次電池を有する電子機器。

[請求項12] 請求項 1 から 10 の何れかに記載の二次電池を有する電動工具。

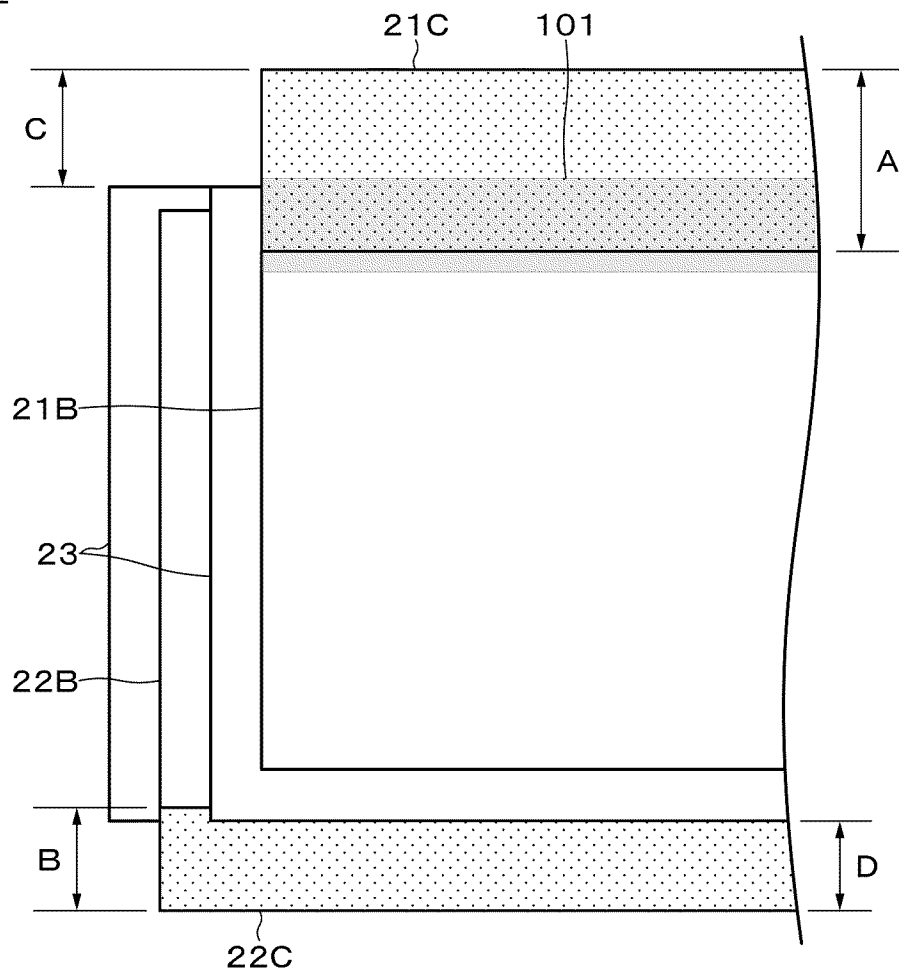
[図1]

図1



[図2]

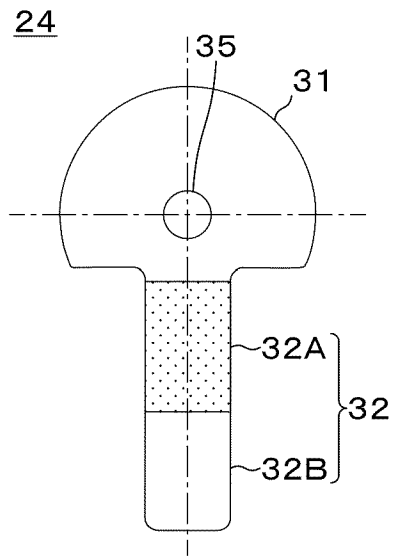
図2



[図3]

図3

A



B

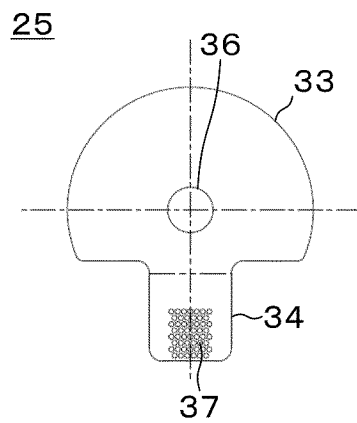
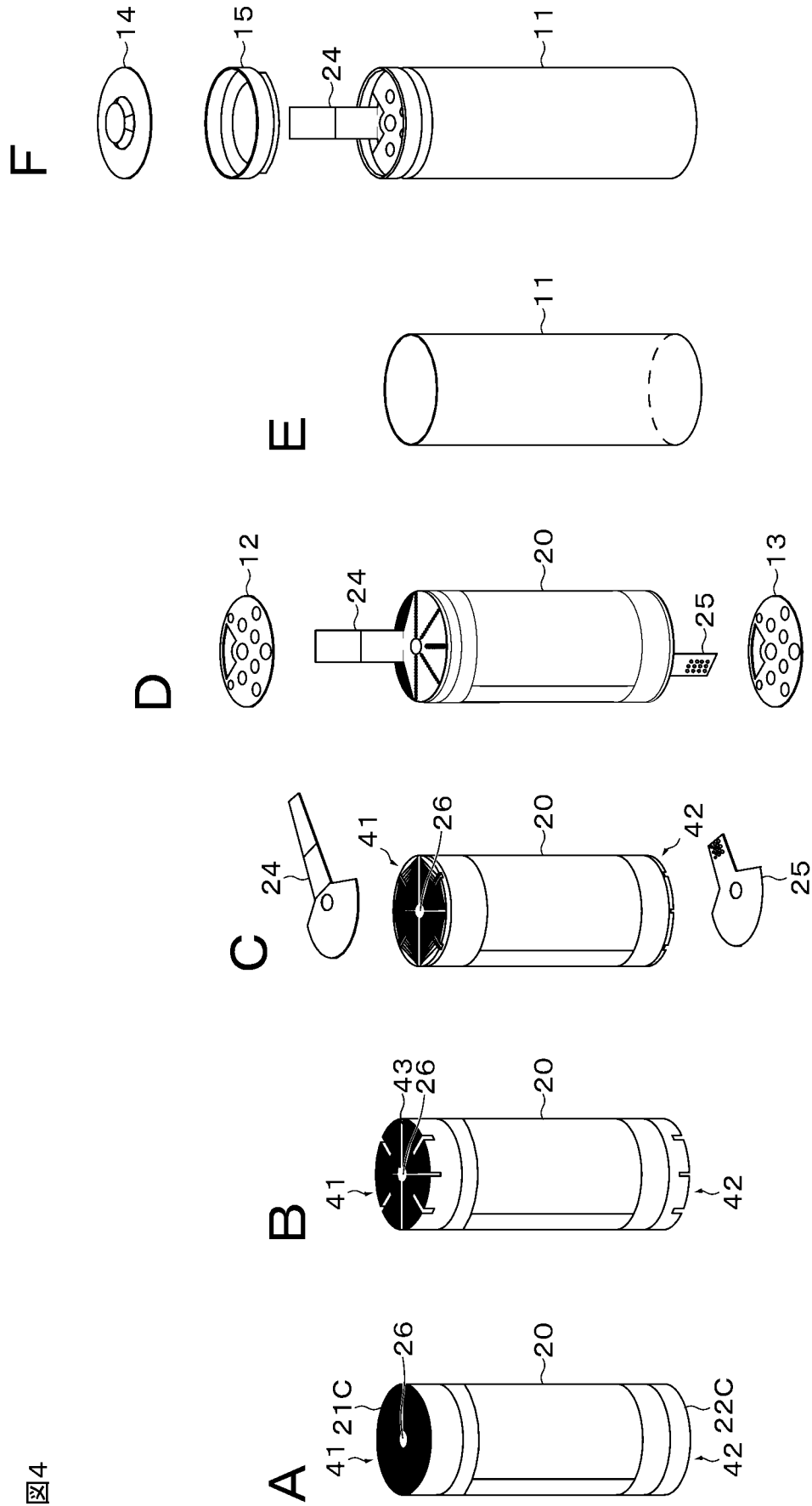
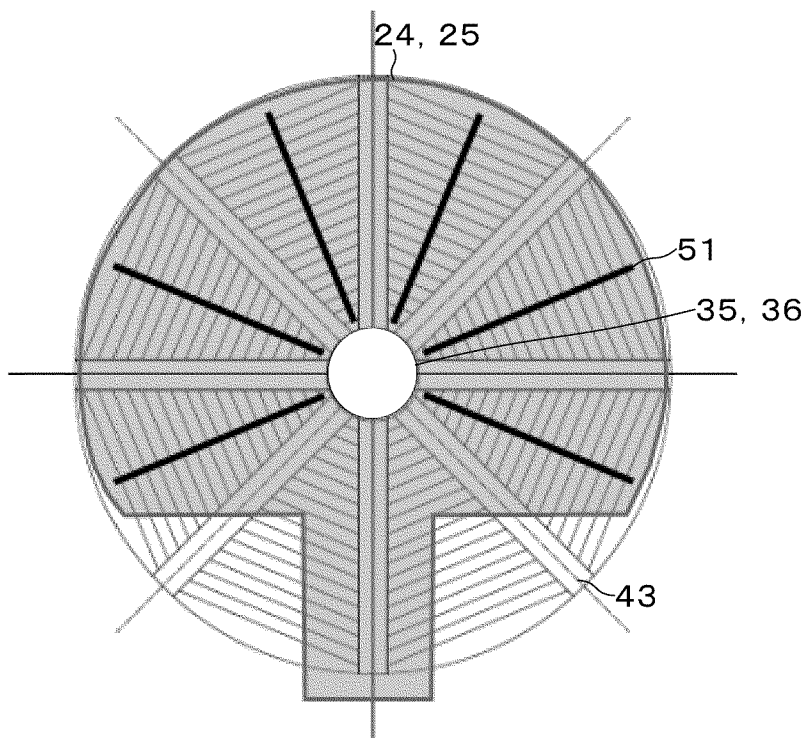


図4



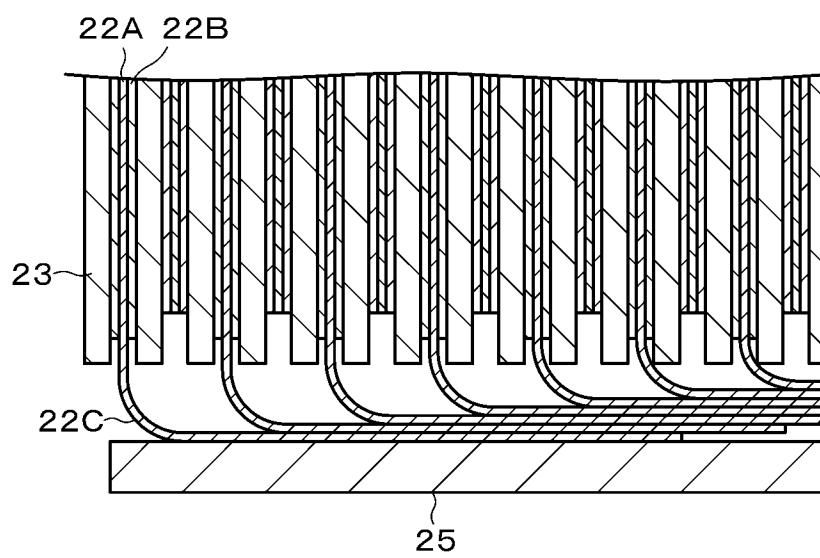
[図5]

図5



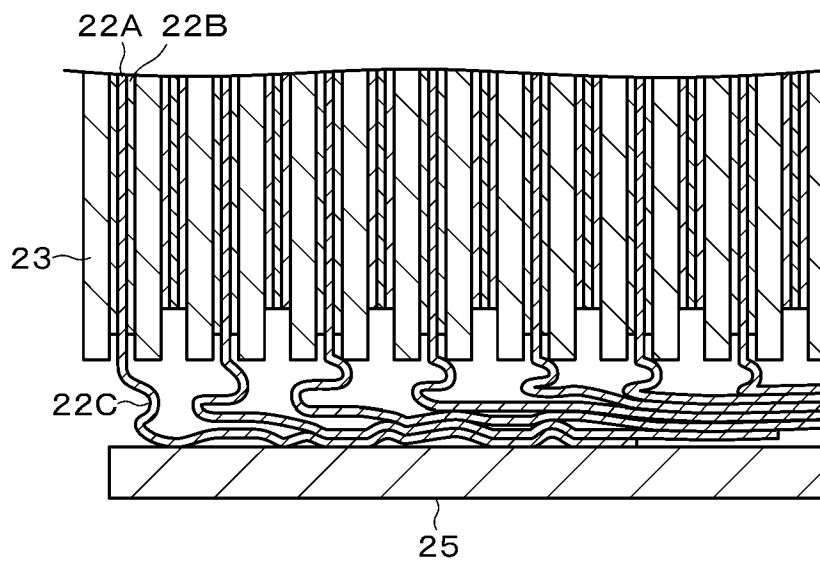
[図6]

図6



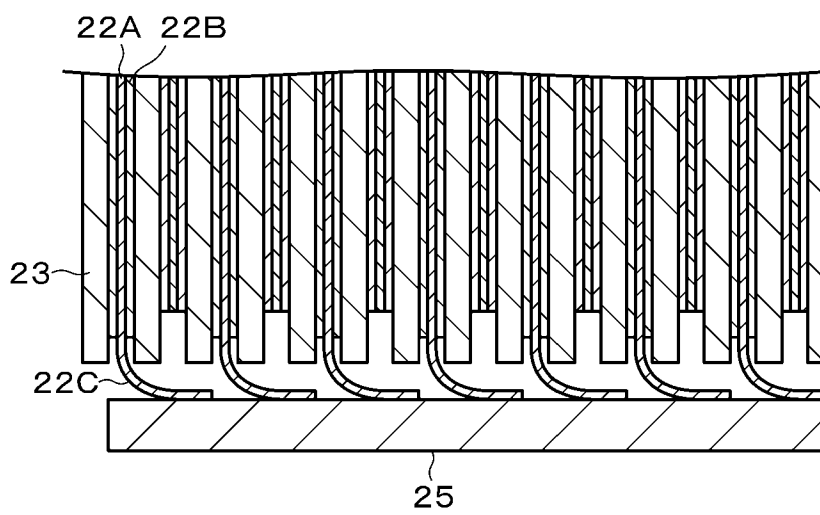
[図7]

図7



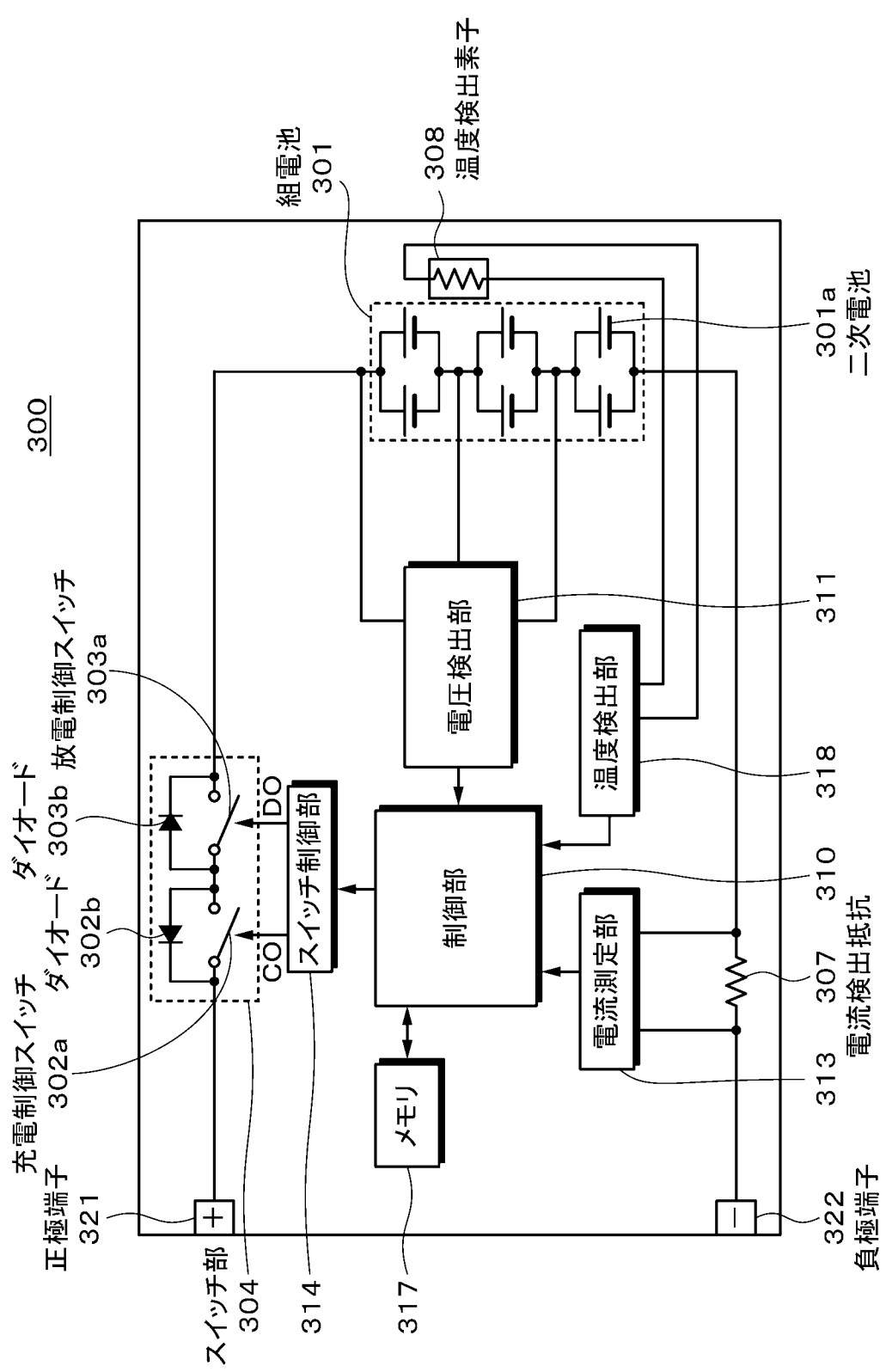
[図8]

図8



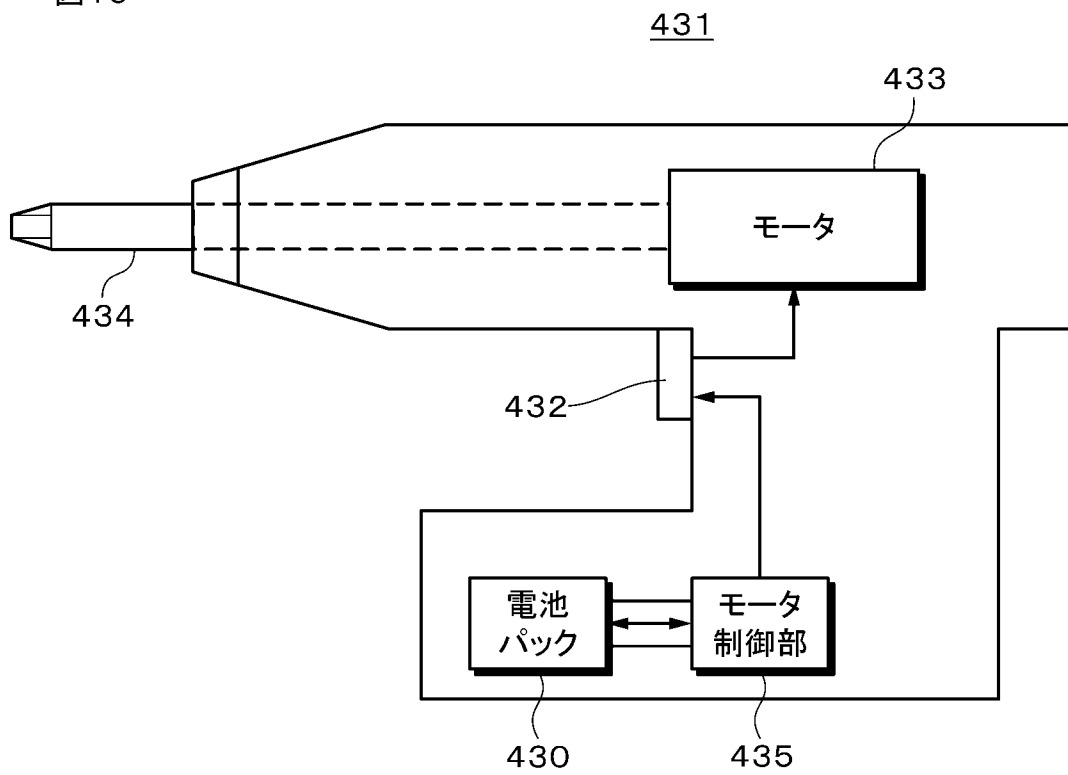
[図9]

図9

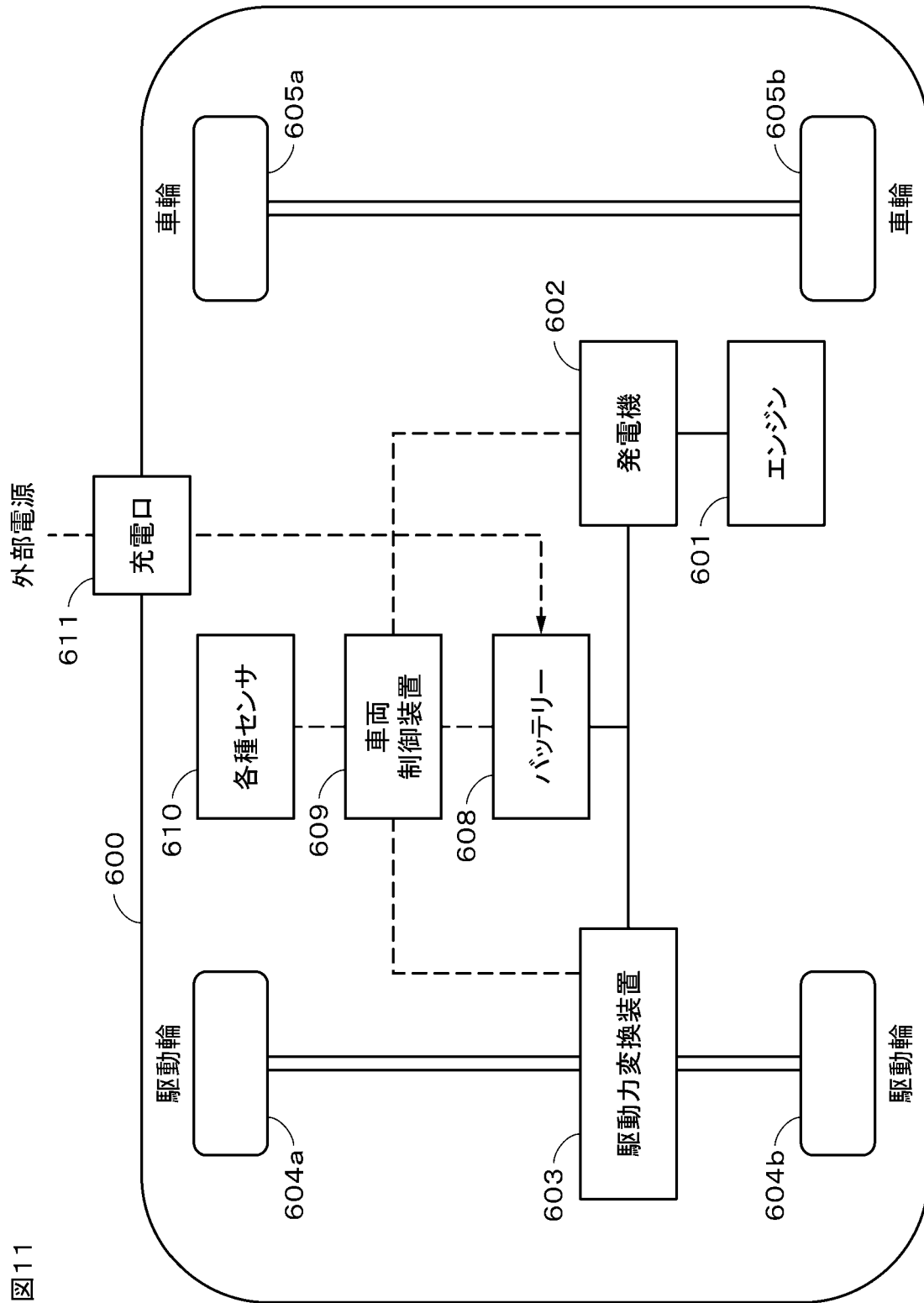


[図10]

図10



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/038073

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 4/64(2006.01)i; **H01M 4/66**(2006.01)i; **H01M 10/04**(2006.01)i; **H01M 10/0587**(2010.01)i; **H01M 50/534**(2021.01)i; **H01M 50/538**(2021.01)i

FI: H01M50/538; H01M10/04 W; H01M10/0587; H01M4/66 A; H01M4/64 A; H01M50/534

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M4/64; H01M4/66; H01M10/04; H01M10/0587; H01M50/534; H01M50/538

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-144762 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 28 May 1999 (1999-05-28) claims, paragraphs [0002], [0010]-[0011], [0030], [0036], [0044]	1-12
Y	WO 2013/001821 A1 (NIPPON CHEMI-CON CORPORATION) 03 January 2013 (2013-01-03) fig. 6, 12, 16-17	1-12
Y	JP 2004-111120 A (SANYO ELECTRIC CO LTD) 08 April 2004 (2004-04-08) fig. 6	1-12
Y	JP 2003-022842 A (NGK INSULATORS LTD) 24 January 2003 (2003-01-24) fig. 18(b)	1-12
Y	WO 2017/061066 A1 (SONY CORP) 13 April 2017 (2017-04-13) fig. 8	12
A	JP 2018-166079 A (SANYO ELECTRIC CO LTD) 25 October 2018 (2018-10-25) claims	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 November 2021

Date of mailing of the international search report

07 December 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/038073

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-075298 A (SANYO ELECTRIC CO LTD) 16 May 2019 (2019-05-16) paragraphs [0042]-[0044], fig. 9-10	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/038073

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	11-144762	A	28 May 1999	(Family: none)	
WO	2013/001821	A1	03 January 2013	US 2014/0113185 A1 fig. 6, 12, 16-17 EP 2728647 A1 CN 103620824 A KR 10-2014-0047091 A	
JP	2004-111120	A	08 April 2004	(Family: none)	
JP	2003-022842	A	24 January 2003	US 2002/0164524 A1 fig. 18(b) EP 1255310 A2	
WO	2017/061066	A1	13 April 2017	US 2018/0203069 A1 fig. 8 CN 108139445 A	
JP	2018-166079	A	25 October 2018	US 2018/0287214 A1 claims CN 108666631 A	
JP	2019-075298	A	16 May 2019	US 2019/0115611 A1 paragraphs [0066]-[0068], fig. 9-10 CN 109671969 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01M 4/64(2006.01)i; H01M 4/66(2006.01)i; H01M 10/04(2006.01)i; H01M 10/0587(2010.01)i; H01M 50/534(2021.01)i; H01M 50/538(2021.01)i FI: H01M50/538; H01M10/04 W; H01M10/0587; H01M4/66 A; H01M4/64 A; H01M50/534		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01M4/64; H01M4/66; H01M10/04; H01M10/0587; H01M50/534; H01M50/538		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 11-144762 A（住友電気工業株式会社）28.05.1999（1999-05-28） 特許請求の範囲，段落[0002]，[0010]-[0011]，[0030]，[0036]，[0044]	1-12
Y	WO 2013/001821 A1（日本ケミコン株式会社）03.01.2013（2013-01-03） 図6，12，16-17	1-12
Y	JP 2004-111120 A（三洋電機株式会社）08.04.2004（2004-04-08） 図6	1-12
Y	JP 2003-022842 A（日本碍子株式会社）24.01.2003（2003-01-24） 図18(b)	1-12
Y	WO 2017/061066 A1（ソニー株式会社）13.04.2017（2017-04-13） 図8	12
A	JP 2018-166079 A（三洋電機株式会社）25.10.2018（2018-10-25） 特許請求の範囲	1-12
A	JP 2019-075298 A（三洋電機株式会社）16.05.2019（2019-05-16） 段落[0042]-[0044]，図9-10	1-12
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 24.11.2021		国際調査報告の発送日 07.12.2021
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 原 和秀 4X 4039 電話番号 03-3581-1101 内線 3477

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/038073

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	11-144762	A	28.05.1999	(ファミリーなし)	
WO	2013/001821	A1	03.01.2013	US 2014/0113185	A1
				図6, 12, 16-17	
				EP 2728647	A1
				CN 103620824	A
				KR 10-2014-0047091	A
JP	2004-111120	A	08.04.2004	(ファミリーなし)	
JP	2003-022842	A	24.01.2003	US 2002/0164524	A1
				図18(b)	
				EP 1255310	A2
WO	2017/061066	A1	13.04.2017	US 2018/0203069	A1
				図8	
				CN 108139445	A
JP	2018-166079	A	25.10.2018	US 2018/0287214	A1
				請求の範囲	
				CN 108666631	A
JP	2019-075298	A	16.05.2019	US 2019/0115611	A1
				段落[0066]-[0068], 図9-10	
				CN 109671969	A