

(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
2018年3月8日(08.03.2018)



(10) 国際公開番号

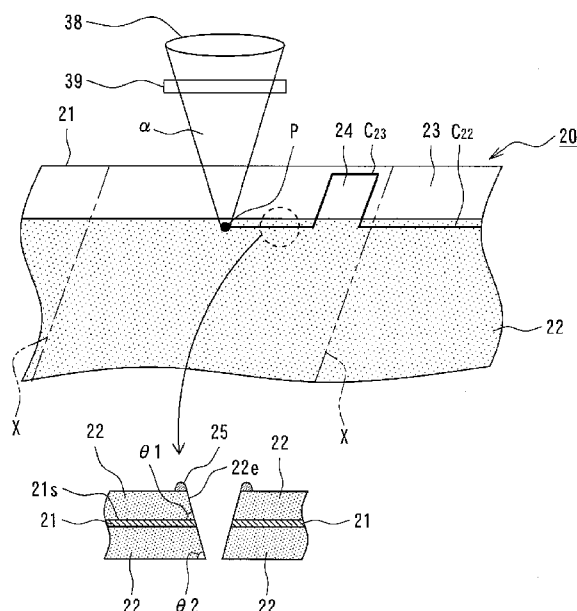
WO 2018/043443 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 4/04 (2006.01) H01M 4/02 (2006.01)
B23K 26/38 (2014.01) H01M 4/13 (2010.01)
H01M 2/26 (2006.01) H01M 4/139 (2010.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/030827
- (22) 国際出願日: 2017年8月29日(29.08.2017)
- (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 2016-170071 2016年8月31日(31.08.2016) JP
- (71) 出願人: 三洋電機株式会社(SANYO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5748534 大阪府大東市三洋町1番1号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 西尾 和也 (NISHIO Kazuya). 佐藤 哲也 (SATO Tetsuya). 吉永 光宏 (YOSINAGA Mituhiro).
- (74) 代理人: 徳田 佳昭, 外 (TOKUDA Yoshiaki et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内 Osaka (JP).
- (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,

(54) Title: SECONDARY BATTERY ELECTRODE, METHOD FOR MANUFACTURING SAME, SECONDARY BATTERY, AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 二次電池用電極及びその製造方法、並びに二次電池及びその製造方法

【図3】



(57) Abstract: Provided is a method for manufacturing a secondary battery electrode, said method enabling stable and high-speed manufacturing of a secondary battery electrode having a straight clean cut part. A method for manufacturing a secondary battery electrode (10) according to one embodiment of the present invention comprises a first step for forming an active material layer (22) on at least one surface of a long core body (21). The method for manufacturing the secondary

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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))

battery electrode (10) according to the one embodiment of the present invention further comprises a second step for cutting an electrode precursor (20) which is the long core body (21) having the active material layer (22) formed thereon, into a prescribed shape by using a continuous oscillation laser.

(57) 要約: 直線状の綺麗な切断部を有する二次電池用電極を高速で安定に製造できる二次電池用電極の製造方法を提供する。実施形態の一例である二次電池用電極(10)の製造方法は、長尺状芯体(21)の少なくとも一方の面に活物質層(22)を形成する第1工程を含む。さらに、実施形態の一例である二次電池用電極(10)の製造方法は、連続発振レーザを用いて、活物質層(22)が形成された長尺状芯体(21)である電極前駆体(20)を所定の形状に切断する第2工程とを含む。

明 細 書

発明の名称：

二次電池用電極及びその製造方法、並びに二次電池及びその製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、二次電池用電極及びその製造方法、並びに二次電池及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 二次電池に使用される電極は、例えば長尺状の芯体に活物質層を形成した後、当該芯体を所定の形状に切断し、個々の電極サイズに切断して製造される。特許文献1には、レーザを用いて長尺状の電極前駆体を所定の形状に切断する技術が開示されている。特許文献1の技術では、パルス方式のレーザ発振器が使用されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2007-14993号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、電極前駆体を綺麗に高速で切断し、電極の生産性を向上させることは重要な課題である。特に、二次電池の高容量化に伴い、積層型電極体の電極積層数が増加し、或いは巻回型電極体の電極巻回数が増加する傾向にあるため、切断速度の高速化に対する要求は高まっている。しかしながら、特許文献1の技術を含む従来の技術では、電極前駆体を綺麗に高速で切断することは困難であった。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示に係る二次電池用電極は、芯体と、芯体の少なくとも一方の面に形成された活物質層とを備え、活物質層の端面と芯体の表面とがなす角度が5

5° ～ 85° であり、活物質層の端面又はその近傍には突起痕が存在することを特徴とする。

[0006] 本開示に係る二次電池用電極の製造方法は、長尺状芯体の少なくとも一方の面に活物質層を形成する第1工程と、連続発振レーザを用いて、活物質層が形成された長尺状芯体である電極前駆体を所定の形状に切断する第2工程とを含むことを特徴とする。

発明の効果

[0007] 本開示に係る二次電池用電極の製造方法によれば、直線状の綺麗な切断部を有する電極を高速で安定に製造することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施形態の一例である二次電池用電極を示す図である。

[図2]実施形態の一例である二次電池用電極の製造方法を説明するための図である。

[図3]実施形態の一例である二次電池用電極の製造方法を説明するための図である。

[図4]実施形態の一例である電極前駆体の切断部の電子顕微鏡写真をあらわす図である。

[図5]レーザ出力と切断速度の関係を示す図である。

[図6]実施形態の一例である二次電池の断面図である。

発明を実施するための形態

[0009] 上述のように、二次電池の高容量化に伴い、電極前駆体を綺麗に高速で切断して電極の生産性を向上させることの重要性が高まっているが、カッター等を用いた従来の一般的な切断法では電極前駆体を高速で切断することは難しい。また、上記特許文献1に開示されるようなパルスレーザを用いた切断法では、電極前駆体の切断部が波打った形状となり、直線状に綺麗に切断することが難しい。さらに、パルスレーザを用いた場合は、切断部で活物質層が除去されてしまい芯体の表面が露出し易いといった課題もある。

[0010] これに対し、本開示に係る二次電池用電極の製造方法によれば、連続発振

レーザ（CWレーザ）を用いて電極前駆体を切断することにより、直線状の綺麗な切断部を高速で形成することができ、電極の生産性が大幅に向上する。連続発振レーザを用いた場合、活物質層の端面又はその近傍に正負極間の短絡の原因となり得る突起が形成され易いが、レーザ照射条件の調整により、或いは活物質層の圧縮工程により、突起を除去又は電池性能に影響がない程度に小さくできる。

[0011] 以下、図面を参照しながら、本開示に係る二次電池用電極及びその製造方法の実施形態の一例について詳細に説明する。実施形態の説明で参照する図面は、模式的に記載されたものであり、図面に描画された構成要素の寸法などは、現物と異なる場合がある。具体的な寸法等は、以下の説明を参酌して判断されるべきである。本明細書において「略～」との用語は、略同一を例に説明すると、完全に同一はもとより、実質的に同一と認められるものを含む意図である。

[0012] 以下では、積層型電極体に適用される二次電池用電極10を例示するが、本開示に係る二次電池用電極は巻回型電極体に適用されてもよく、本開示に係る製造方法は巻回型電極体用の電極の製造にも適用できる。

[0013] 図1は、実施形態の一例である二次電池用電極10を示す正面図であって、電極端部の断面図を併せて示している。図1に例示するように、二次電池用電極10は、芯体11と、芯体11の両面に形成された活物質層12とを備える。活物質層12は、芯体11の一方の面のみに形成されてもよいが、好ましくは芯体11の両面に形成される。二次電池用電極10は、正極、負極のいずれであってもよい。但し、正極と負極では、後述するように、芯体11を構成する材料、活物質層12に含まれる活物質等、電極サイズなどが互いに異なる。

[0014] 二次電池用電極10は、基部13と、基部13の一端から突出したリード部14とを有する。二次電池用電極10では、基部13とリード部14が一体成形されている。基部13は、活物質層12が形成される部分であって、芯体11の両面の全域に活物質層12が形成されている。基部13は、横方

向に長い正面視矩形形状を有するが、その形状は特に限定されない。リード部 14 は、基部 13 の短辺方向一端側において長辺方向一端から突出し、正面視矩形形状を有する。活物質層 12 は、一般的にリード部 14 の付け根にも形成されるが、リード部 14 の大部分には形成されない。

[0015] 二次電池用電極 10 は、積層型電極体に適用される。積層型電極体は、複数の正極と複数の負極を有し、正極と負極がセパレータを介して交互に積層されてなる電極体である。二次電池用電極 10 が正極である場合、セパレータと負極を介して積層された複数の正極のリード部 14 同士が溶接等により接合される。そして、当該リード部 14 が、直接あるいは金属製の集電部材を介して電池の正極端子に接続される。

[0016] 二次電池用電極 10 が適用される二次電池は、例えばリチウムイオン電池等の非水電解質二次電池であるが、これに限定されるものではない。また、二次電池としては、角形の金属製ケースを有する角形電池、金属層ラミネートフィルムで構成された外装体を有するラミネート電池などが例示できるが、他の形態の電池であってもよい。以下では、二次電池用電極 10 がリチウムイオン電池に適用されるものとして説明する。

[0017] 二次電池用電極 10 が正極である場合、芯体 11（正極集電体）には、アルミニウムやアルミニウム合金などの正極の電位範囲で安定な金属の箔、当該金属を表層に配置したフィルム等を用いることができる。正極集電体の厚みは、例えば $5\ \mu\text{m}$ ～ $30\ \mu\text{m}$ である。活物質層 12 が正極合材層である場合、活物質層 12 には、一般的にリチウム含有遷移金属酸化物等の正極活物質、導電材、及び結着材が含まれる。正極合材層の厚みは、例えば正極集電体の片側で $20\ \mu\text{m}$ ～ $200\ \mu\text{m}$ が好ましく、 $50\ \mu\text{m}$ ～ $150\ \mu\text{m}$ がより好ましい。特に限定されないが、導電材は炭素材料等が好ましく、また、結着材はポリフッ化ビニリデン等が好ましい。

[0018] 二次電池用電極 10 が負極である場合、芯体 11（負極集電体）には、銅や銅合金などの負極の電位範囲で安定な金属の箔、当該金属を表層に配置したフィルム等を用いることができる。負極集電体の厚みは、例えば $5\ \mu\text{m}$ ～

30 μm である。活物質層12が負極合材層である場合、活物質層12には、一般的に天然黒鉛、人造黒鉛等の炭素材料、Si、Sn等のリチウムと合金化する金属、合金、複合酸化物などの負極活物質、及び結着材が含まれる。負極合材層の厚みは、例えば負極集電体の片側で20 μm ～200 μm が好ましく、50 μm ～150 μm がより好ましい。特に限定されないが、結着材はスチレンブタジエンゴム等のゴム系の結着材等が好ましい。

[0019] 二次電池用電極10は、直線状の綺麗な切断部を有する。二次電池用電極10では、例えば一方側の活物質層12の端面12eと芯体表面11sとがなす角度 θ_1 が55°～85°となるようにすることが好ましい。角度 θ_1 は、例えば反対側の活物質層22の表面と端面22eとがなす角度 θ_2 と略同一となる。また、端面12e又はその近傍に突起痕15が存在する場合がある。突起痕15は、後述する突起25の痕であって、例えば走査型電子顕微鏡(SEM)により他の部分とコントラストが異なる塊状部分(粒子状部分)として観察される。突起痕15は、活物質層12に埋まっているが、電池性能に影響のない程度の高さで活物質層12上に隆起していてもよい。なお、突起痕15の大きさは、レーザの走査方向に対して垂直な断面、例えば図1に示す断面において、30 μm ～300 μm とすることが好ましく、30 μm ～150 μm とすることがより好ましい。突起痕15は、例えば後述する活物質層の圧縮工程で突起25を圧縮して形成される。

[0020] 以下、図2～図5を参照しながら、二次電池用電極10の製造方法の一例について詳細に説明する。図2は、レーザシステム30の全体構成を示す。図2及び図3は、レーザシステム30から出力されるレーザ光 α により電極前駆体20を切断する様子を示す。ここでは、電極前駆体20の切断により二次電池用電極10の芯体11となる部材を長尺状芯体21、活物質層12となる層を活物質層22とする。

[0021] 図2及び図3に例示するように、二次電池用電極10は、長尺状芯体21の両面に活物質層22が形成された長尺状の電極前駆体20を所定の形状に切断して製造される。二次電池用電極10の製造工程は、長尺状芯体21の

少なくとも一方の面に活物質層 22 を形成する第 1 工程と、連続発振レーザ（CWレーザ）を用いて、電極前駆体 20 を切断する第 2 工程とを含む。本実施形態では、第 1 の工程で長尺状芯体 21 の両面に活物質層 22 が形成される。第 1 工程では、活物質層 22 の構成材料を含む合材スラリーを調製し、当該スラリーを長尺状芯体 21 の両面に塗布し、塗膜を乾燥させて、活物質層 22 を形成する。

[0022] 第 1 工程では、電極前駆体 20 の長手方向に沿って、芯体表面 21 s が露出した露出部 23 を形成する。露出部 23 は、長尺状芯体 21 の幅方向一端から略一定の幅で形成されることが好ましい。露出部 23 の幅は、例えば長尺状芯体 21 の幅の $1/5$ 以下である。露出部 23 は、長尺状芯体 21 の両面の全域に活物質層 22 を形成した後、活物質層 22 の一部を剥離除去して形成されてもよいが、好ましくは長尺状芯体 21 の一部に合材スラリーを塗布しないことにより形成される。長尺状芯体 21 は、例えば幅方向に 2 枚の二次電池用電極 10 を形成可能な幅を有する。この場合、電極前駆体 20 の幅方向両端部に露出部 23 が形成される。

[0023] 第 2 工程では、レーザシステム 30 から出力されるレーザ光 α を電極前駆体 20 に照射して、電極前駆体 20 を所定の形状に切断する。第 2 工程では、電極前駆体 20 とレーザシステム 30 の加工ヘッドとの相対位置を変化させながら、電極前駆体 20 に対してレーザ光 α を照射する。電極前駆体 20 を固定した状態でレーザ光 α を走査することも可能であるが、長尺状の電極前駆体 20 を加工する場合は、電極前駆体 20 を搬送しながら切断処理を行うことが好ましい。電極前駆体 20 を搬送しながら、レーザ光 α を走査してもよい。

[0024] 図 2 に例示するように、レーザシステム 30 は、レーザ発振器 31 と、ガルバノスキャナー 33 を内蔵する加工ヘッドとを備える。ガルバノスキャナー 33 を用いることで、加工ヘッド自体を固定した状態でレーザ光 α を走査することができる。レーザ発振器 31 は、連続発振が可能な発振器である。レーザ発振器 31 の例としては、連続発振モードでレーザ光 α を出力可能な

YAGレーザ、CO₂レーザ、Arレーザ、ファイバーレーザなどが挙げられる。好適な一例は、ファイバーレーザである。発振波長の好適な範囲の一例は、900nm～1200nmである。レーザシステム30では、レーザ発振器31とガルバノスキャナー33の間に、レーザ発振器31から出力されたレーザ光 α を平行なビームとするコリメータ32が設けられている。

[0025] ガルバノスキャナー33は、レーザ発振器31側から順に、反射ミラー34、光学素子35、X軸ミラー36、Y軸ミラー37、及びF θ レンズ38を有する。光学素子35には、例えば回折格子等が用いられる。コリメータ32を通過した連続波であるレーザ光 α は、反射ミラー34で光学素子35側に曲げられ、光学素子35を通過して、X軸ミラー36、Y軸ミラー37に導かれる。X軸ミラー36及びY軸ミラー37を動かすことでレーザ光 α を走査し、二次元平面内で照射スポットPの位置を変更することができる。X軸ミラー36及びY軸ミラー37で反射されたレーザ光 α は、F θ レンズ38及び保護ガラス39を通して電極前駆体20に照射される。

[0026] 図3に例示するように、第2工程では、連続発振レーザを用いて、電極前駆体20の活物質層22が設けられた部分を露出部23に沿って切断すると共に、略一定周期で切断方向を変えて露出部23を切断することによりリード部14となる凸部24を形成する。レーザ光 α は、活物質層22が設けられた部分と露出部23の境界位置に照射することもできるが、この場合、照射スポットPの僅かなズレでリード部14以外の部分に芯体表面11sの露出部が形成される。リード部14以外の部分に形成される露出部は、正負極間の低抵抗な短絡を招くおそれがあるため、特に正極では当該露出部が形成されないように電極前駆体20を切断することが好ましい。このため、露出部23の近傍の活物質層22が設けられた部分にレーザ光 α を照射して電極前駆体20を切断することが好ましい。

[0027] レーザ光 α は、露出部23（電極前駆体20の長手方向）に沿って走査され、凸部24に対応する部分で露出部23側（電極前駆体20の幅方向）に走査される。活物質層22が設けられた部分と露出部23との境界位置にお

いてもレーザ光 α は連続的に照射されるため、活物質層22が設けられた部分の切断部 C_{22} と、露出部23の切断部 C_{23} とは、連続した1本の線状に形成される。略一定周期で切断方向を変えて露出部23を切断することで、電極前駆体20の長手方向に略等間隔で並ぶ複数の凸部24が形成される。そして、活物質層12が全体に形成された基部13と、付け根に活物質層12が形成されたリード部14とを有する二次電池用電極10が得られる。

[0028] 第2工程では、連続発振レーザを用いて、電極前駆体20を電極サイズに切断してもよい。上述のように、長尺状芯体21が幅方向に2枚の二次電池用電極10が形成可能な幅を有する場合、凸部24を形成する切断工程後に、電極前駆体20の幅方向中央で長手方向に沿って電極前駆体20を切断する。幅方向中央で電極前駆体20を切断すると、1枚の二次電池用電極10に対応する幅に切断された電極前駆体20が得られるが、当該切断工程には、連続発振レーザを用いることが好ましい。詳しくは後述するが、1枚の二次電池用電極10に対応する幅にサイズ調整された電極前駆体20が、活物質層22の圧縮工程に供給されてもよい。

[0029] なお、電極前駆体20を切断予定部Xで切断して個々の電極サイズとした後、活物質層を圧縮してもよい。電極前駆体20を切断予定部Xで切断する工程は、連続発振レーザを用いて行われてもよく、カッター等を用いた従来の一般的な切断法を用いて行われてもよい。

[0030] 図4は、電極前駆体20の切断部 C_{22} 及びその近傍の断面を撮影した走査型電子顕微鏡（SEM）写真である。図3及び図4に示すように、連続発振されたレーザ光 α を電極前駆体20の活物質層22が形成された部分に照射すると、切断部 C_{22} において、活物質層22の端面22e又はその近傍に突起25が形成される場合がある。この突起25は、レーザが照射されることにより熔融した活物質層22が両側に広がり、隣接する活物質層22上で凝固したものである。なお、突起25の活物質層22の上面からの突出高さは、 $10\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ であることが好ましく、 $10\mu\text{m}\sim 80\mu\text{m}$ であることがより好ましい。図3に示す例では、レーザ光 α が先に入射する側の活物質

層 2 2 の表面に突起 2 5 が形成されている。このような突起 2 5 は、正負極間の短絡の原因となるおそれがあるため、除去することが好ましい。例えば、活物質層 2 2 を圧縮することで、活物質層 2 2 に突起 2 5 を埋め込む、或いは活物質層 2 2 上から突起 2 5 を脱落させることができる。また、レーザ照射条件を制御して突起 2 5 の形成を抑制することもできる。

[0031] レーザ光 α を電極前駆体 2 0 の活物質層 2 2 が形成された部分に照射すると、レーザ光 α が先に入射する側の活物質層 2 2 の端面 2 2 e と芯体表面 2 1 s とがなす角度 $\theta 1$ は、例えば $55^{\circ} \sim 85^{\circ}$ とすることが好ましい。切断部 C_{22} では芯体表面 2 1 s が活物質層 2 2 に覆われて露出することがなく、切断部 C_{22} , C_{23} のいずれも直線状の綺麗な切断部となる。角度 $\theta 1$ は、例えば反対側の活物質層 2 2 の表面と端面 2 2 e とがなす角度 $\theta 2$ と略同一とすることが好ましい。

[0032] レーザ照射条件は、長尺状芯体 2 1 及び活物質層 2 2 の材質、厚み、切断形状等に基づいて調整することが好ましいが、概ね、連続発振レーザ（レーザ発振器 3 1）の出力は $500\text{W} \sim 5000\text{W}$ 、レーザ光 α のスポット径は $5\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ とすることが好ましい。また、連続発振レーザによる電極前駆体 2 0 の切断速度は、例えば $500\text{mm/s} \sim 8000\text{mm/s}$ とすることが好ましい。電極前駆体 2 0 が正極の前駆体である場合と、負極の前駆体である場合とで、照射条件を変更してもよい。一般的には、正極前駆体の方が切断し易い。

[0033] レーザ出力、スポット径、及び切断速度に関するより好適な範囲の一例は下記の通りである。

- ・レーザ出力は、 $1000\text{W} \sim 3000\text{W}$ であることが好ましい。
- ・スポット径は、 $10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ であることが好ましく、 $10\mu\text{m} \sim 40\mu\text{m}$ であることが更に好ましい。
- ・切断速度は、 $1000\text{mm/s} \sim 5000\text{mm/s}$ であることがより好ましい。

[0034] 図 5 は、レーザ出力と切断速度との関係を示す図である。上述のように、

レーザ出力は1000W～3000W、切断速度は1000mm/s～5000mm/sが好ましいが、レーザ出力と切断速度は、図5の三角形で示す関係とすることがより好ましい。即ち、レーザ出力：1000W、切断速度：1000mm/sの第1の点と、レーザ出力：3000W、切断速度：1000mm/sの第2の点と、レーザ出力：3000W、切断速度：5000mm/sの第3の点とを頂点とする三角形の中に入るように、レーザ出力と切断速度を調整することが好適である。

[0035] 図5の三角形で示す範囲にレーザ出力と切断速度を調整することで、直線状の綺麗な切断部を形成し易くなり、さらに突起25の形成も抑えられる。また、1000mm/s以上の切断速度とすれば、良好な生産性も確保できる。なお、長尺状芯体21及び活物質層22の材質、厚み、切断形状等に応じて、さらに当該三角形の範囲内で照射条件を適宜変更することは好ましい。例えば、レーザ出力：3000W、切断速度：5000mm/sの第3の点に近い条件を適用した場合、他の2点に近い条件を適用した場合と比較して、高速な切断が可能であるが、切断部が粗くなる傾向が見られる。このため、切断形状が単純である場合に、第3の点に近い条件を適用してもよい。

[0036] 二次電池用電極10の製造工程は、連続発振レーザにより切断された活物質層を圧縮する工程をさらに含むことが好ましい。活物質層の圧縮は、例えば電極前駆体20を両側から挟む圧延ローラを用いて行われる。活物質層の圧縮工程は、電極前駆体20の切断工程である第2工程の前に実施されてもよいが、好ましくは第2工程後に実施される。圧縮される前の電極前駆体20を連続発振レーザにより切断することで、直線状の綺麗な切断部を有する二次電池用電極を高速でより確実に作製することができる。また、圧縮工程を第2工程後に実施すると、連続発振レーザによる切断で突起25が形成されたとしても、突起25を押し潰して活物質層に埋め込む、或いは活物質層上から突起25を脱落させることができる。圧縮工程は、電極前駆体20を個々の電極サイズに切断した後に実施されてもよいが、生産性を考慮すると、例えば1枚の二次電池用電極10に対応する幅にサイズ調整された電極前

駆体 20 の状態で行われることが好ましい。そして、圧縮工程の後、電極前駆体 20 を電極サイズに切断することが好ましい。

[0037] 以上のように、連続発振レーザを用いて電極前駆体 20 を切断することにより、直線状の綺麗な切断部 C_{22} , C_{23} 等を高速で形成することができ、二次電池用電極 10 の生産性が大幅に向上する。

[0038] 以下に二次電池用電極 10 を用いた二次電池 100 の構成について説明する。

図 6 に示すように、二次電池 100 は、複数枚の正極と複数枚の負極とがセパレータを介して交互に積層された電極体 50 が、電解液（不図示）とともに、電池ケース 60 内に收容されている。ここで、正極ないし負極として、二次電池用電極 10 を用いる。電池ケース 60 の開口部は、封口体 61 によって封口されている。正極端子 62 及び負極端子 63 が、それぞれ、樹脂部材 64、65 を介して、封口体 61 に固定されている。正極は正極リード部 51 及び正極集電部材 52 を介して正極端子 62 に電氣的に接続されている。負極は負極リード部 53 及び負極集電部材 54 を介して負極端子 63 に電氣的に接続されている。封口体 61 には、電解液を注液する注液孔が設けられ、この注液孔は、電解液を注液した後、封止部材 66 で封止される。また、封口体 61 には、電池ケース 60 の内部圧力が上昇したときに、圧力を開放するガス排出弁 67 が設けられている。電池ケース 60 が金属製である場合、電極体 50 を箱状又は袋状の絶縁シート 55 の内部に配置した状態で電池ケース 60 内に配置することが好ましい。

[0039] なお、各正極から突出した正極リード部 51 は、湾曲した状態とし、正極集電部材 52 において、封口体 61 と略平行に配置される部分に接続されることが好ましい。また、各負極から突出した負極リード部 53 は、湾曲した状態とし、負極集電部材 54 において、封口体 61 と略平行に配置される部分に接続されることが好ましい。これにより、体積エネルギー密度のより高い二次電池となる。

[0040] また、連続発振レーザにより切断した端面を有する上述の方法で作製した

正極ないし負極は、正極と負極の間に配置されるセパレータに接着されていることが好ましい。接着の方法としては、ポリプロピレンやポリエチレン等のポリオレフィン製のセパレータの表面あるいは、電極の活物質層表面に接着層を設け、この接着層によりセパレータと活物質層を接着することが好ましい。接着としては圧着や熱溶着等が好ましい。接着層は特に限定されないが、セパレータよりも柔らかい層であることが好ましい。また、接着層として、樹脂製のものが好ましく、例えば、ポリフッ化ビニリデン、カルボキシメチルセルロース、ポリビニルアルコール等を用いることができる。

[0041] 活物質層とセパレータを接着層により接着する場合は、接着層が突起痕 15 と接するようにすることが好ましい。これにより、二次電池を使用する際に突起痕 15 が活物質層から滑落することを防止できる。

[0042] なお、セパレータと活物質層が接着されると、活物質層内に電解液が浸透し難くなる可能性がある。しかしながら、上述のように、活物質層 12 の端面 12 e と芯体表面 11 s とがなす角度 $\theta 1$ が $55^\circ \sim 85^\circ$ となるようにすると、活物質層端面の面積が大きくなるため活物質層内への電解液が浸透し易くなる。

[0043] <その他>

リード部 14 において活物質層 22 と隣接する部分に、アルミナ、ジルコニア、チタニア等のセラミック粒子及び結着材からなる保護層を設けることもできる。また保護層に炭素材料等の導電材を含有させることもできる。

[0044] 長尺状の正極と長尺状の負極をセパレータを介して巻回した巻回型電極体に用いる、正極又は負極の製造方法として、本開示に係る二次電池用電極の製造方法を適用することが可能である。この場合、巻回型電極体の巻回軸が延びる方向における一方の端部側に、正極に設けられた複数の正極リード部と、負極に設けられた複数の負極リード部がそれぞれ配置されるようにすることが好ましい。これにより、より体積エネルギー密度の高い二次電池となる。なお、長尺状の正極に設けられた複数の正極リード部は等間隔ではなく、巻回型電極体において複数の正極リード部が積層されるように、間隔を変

えて形成されることが好ましい。長尺状の負極に設けられた複数の負極リード部の形成位置についても同様である。

- [0045] 長尺状の正極が芯体の両面に活物質層が形成されたものであり、一方面側の活物質層（図1においては上方の活物質層）の活物質層の量が、他方面側の活物質層（図1においては下方の活物質層）の量よりも少ない場合、活物質層の量が少ない一方面側の活物質層が巻回型電極体の巻回中心側に配置されるようにすることが好ましい。巻回型電極体において正極に対して内側に位置する負極活物質層の量は、通常、外側に位置する負極活物質層の量よりも小さくなる。したがって、上述の構成であると、正極活物質層と負極活物質層の対向バランスがより好ましい状態となる。

符号の説明

- [0046] 10 二次電池用電極、11 芯体、11s 芯体表面、12 活物質層、12e, 22e 端面、13 基部、14 リード部、15 突起痕、20 電極前駆体、21 長尺状芯体、21s 芯体表面、22 活物質層、22e 端面、23 露出部、24 凸部、25 突起、30 レーザシステム、31 レーザ発振器、32 コリメータ、33 ガルバノスキャナー、34 反射ミラー、35 光学素子、36 X軸ミラー、37 Y軸ミラー、38 F θ レンズ、39 保護ガラス、100 二次電池、C₂₂, C₂₃ 切断部、 α レーザ光、P 照射スポット、X 切断予定部

請求の範囲

- [請求項1] 長尺状芯体の少なくとも一方の面に活物質層を形成する第1工程と、
連続発振レーザを用いて、前記活物質層が形成された前記長尺状芯体である電極前駆体を所定の形状に切断する第2工程と、
を含む二次電池用電極の製造方法。
- [請求項2] 前記第1工程では、前記電極前駆体の長手方向に沿って、前記長尺状芯体の表面が露出した露出部を形成し、
前記第2工程では、前記連続発振レーザを用いて、前記電極前駆体の前記活物質層が設けられた部分を前記露出部に沿って切断すると共に、所定のタイミングで切断方向を変えて前記露出部を切断することにより電極リードとなる凸部を形成する、請求項1に記載の二次電池用電極の製造方法。
- [請求項3] 前記第2工程では、前記連続発振レーザを用いて、前記電極前駆体を電極サイズに切断する、請求項1又は2に記載の二次電池用電極の製造方法。
- [請求項4] 前記連続発振レーザにより切断された前記活物質層を圧縮する工程をさらに含む、請求項1～3のいずれか1項に記載の二次電池用電極の製造方法。
- [請求項5] 前記連続発振レーザの出力は、1000W～3000Wであり、
前記連続発振レーザから出力されたレーザ光のスポット径は、10 μ m～100 μ mであり、
前記連続発振レーザによる前記電極前駆体の切断速度は、1000mm/s～5000mm/sである、請求項1～4のいずれか1項に記載の二次電池用電極の製造方法。
- [請求項6] 前記第2工程では、連続発振レーザを用いて切断された部分において前記活物質層の端面と前記長尺状芯体の表面とがなす角度が、55°～85°であり、前記活物質層の端面又はその近傍には、突起が存

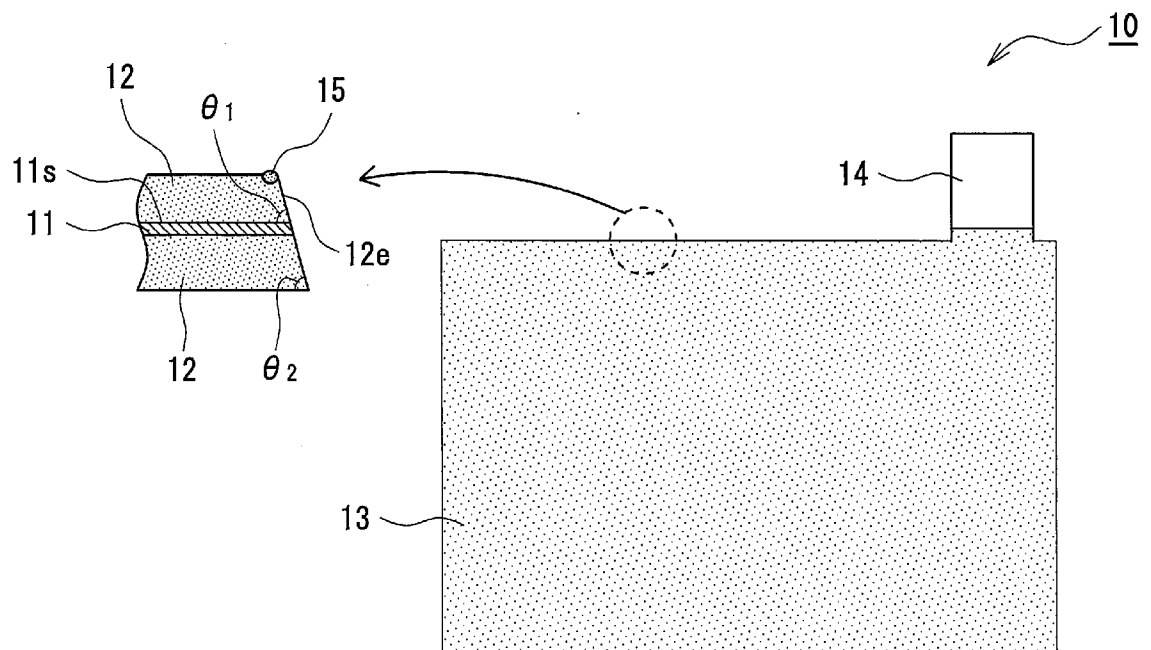
在する、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の二次電池用電極の製造方法。

[請求項7] 請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の製造方法で作製された二次電池用電極を用いた二次電池の製造方法。

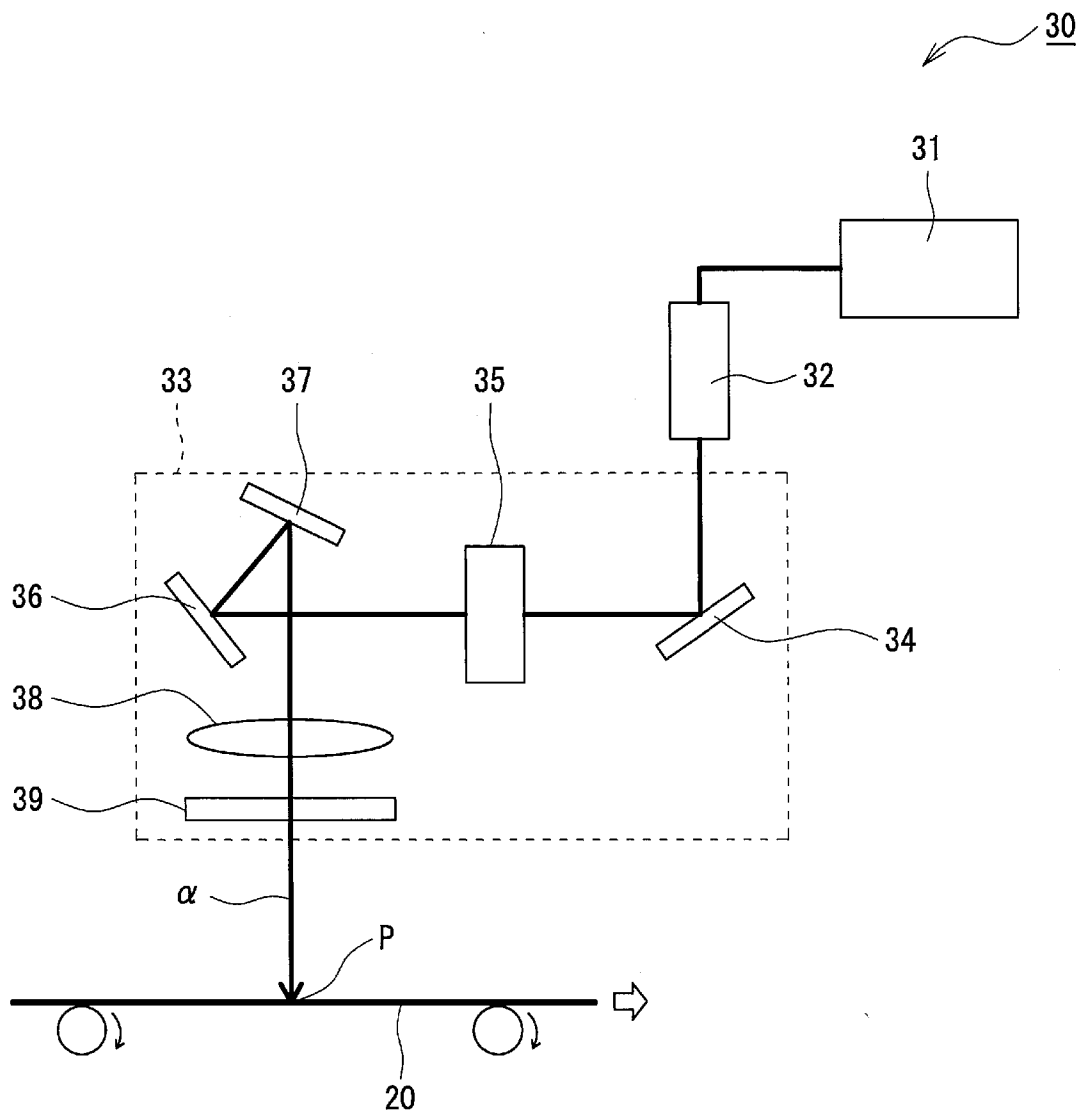
[請求項8] 芯体と、
前記芯体の少なくとも一方の面に形成された活物質層と、
を備え、
前記活物質層の端面と前記芯体の表面とがなす角度が、 $55^{\circ} \sim 85^{\circ}$ であり、
前記活物質層の端面又はその近傍には、突起痕が存在する、二次電池用電極。

[請求項9] 芯体と、
前記芯体の少なくとも一方の面に形成された活物質層と、
を備え、
前記活物質層の端面と前記芯体の表面とがなす角度が、 $55^{\circ} \sim 85^{\circ}$ であり、
前記活物質層の端面又はその近傍には、突起痕が存在する、二次電池用電極を備える二次電池。

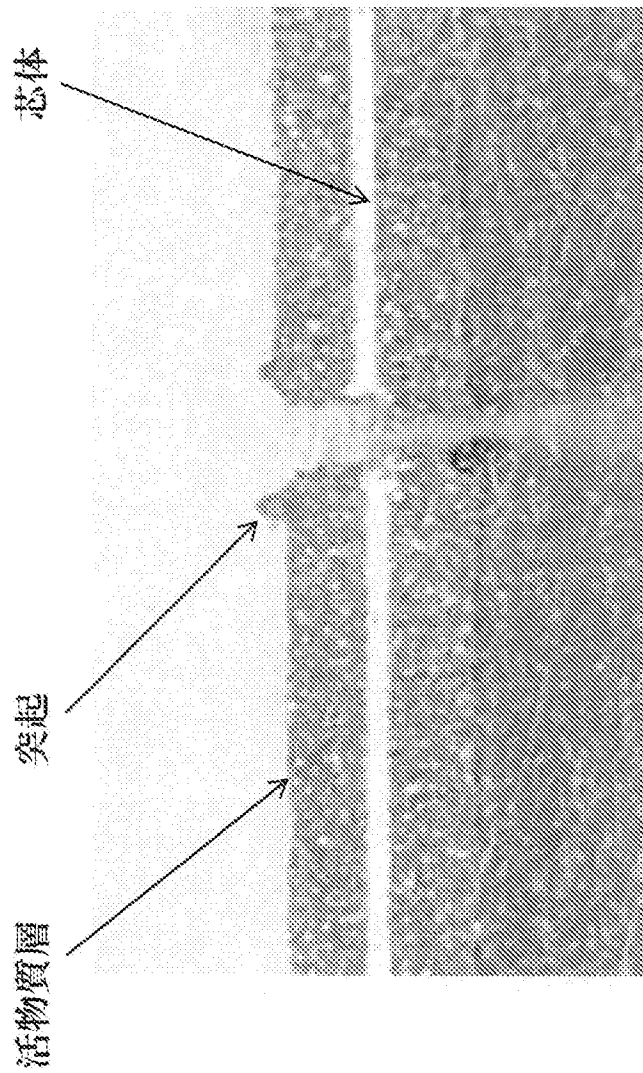
[図1]



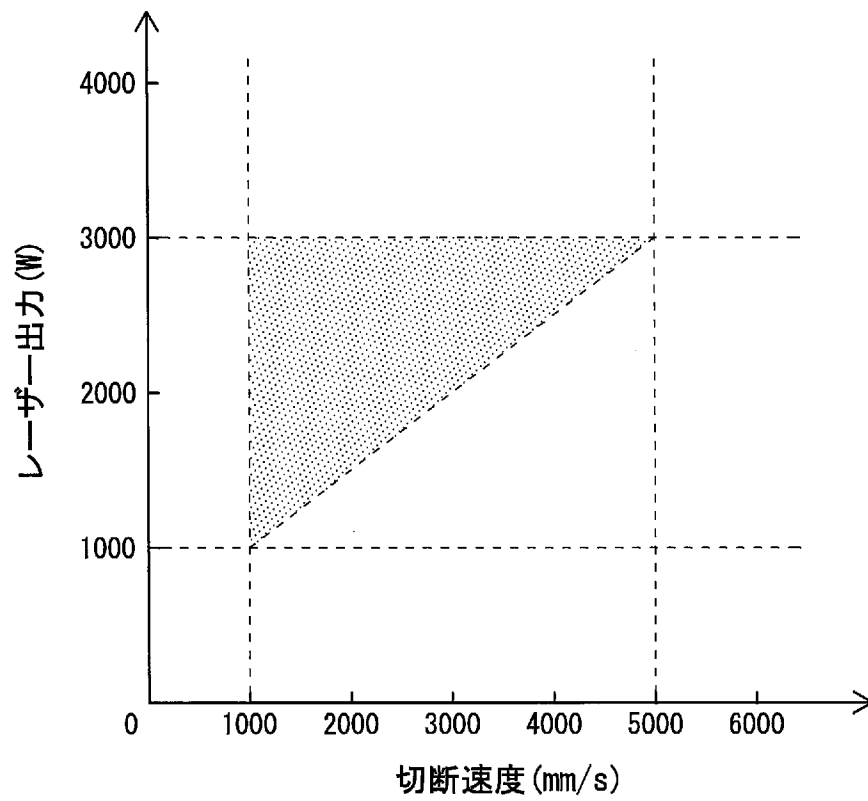
[図2]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/030827

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M4/04(2006.01)i, B23K26/38(2014.01)i, H01M2/26(2006.01)i, H01M4/02(2006.01)i, H01M4/13(2010.01)i, H01M4/139(2010.01)i

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)

H01M4/04, B23K26/38, H01M2/26, H01M4/02, H01M4/13, H01M4/139

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
X A	JP 2010-34009 A (NEC Tokin Corp.), 12 February 2010 (12.02.2010), paragraphs [0017] to [0018], [0026]; fig. 2, 6 & US 2010/0028767 A1 paragraphs [0047] to [0051], [0063] to [0066]; fig. 2A to C, 6 & CN 101640280 A & KR 10-2010-0014160 A	1, 3, 7 2, 4-6, 8, 9
X A	JP 2016-33912 A (Samsung SDI Co., Ltd.), 10 March 2016 (10.03.2016), paragraphs [0103] to [0114], [0118]; fig. 10 & US 2016/0036009 A1 paragraphs [0128] to [0143], [0147] to [0148]; fig. 10 & KR 10-2016-0015013 A & CN 105322213 A	1, 7 2-6, 8, 9

☒ 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
23 October 2017 (23.10.17)

Date of mailing of the international search report
07 November 2017 (07.11.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/030827

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2-170351 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 02 July 1990 (02.07.1990), claims; fig. 1 (Family: none)	1-9
A	JP 2006-139919 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 01 June 2006 (01.06.2006), paragraphs [0005] to [0006]; fig. 11 (Family: none)	1-9
P,X P,A	WO 2016/208679 A1 (Toyota Industries Corp.), 29 December 2016 (29.12.2016), paragraphs [0025], [0029] to [0030], [0043] to [0044]; fig. 2, 3 (Family: none)	1,3,6,7,9 2,4,5,8
P,X P,A	WO 2017/110318 A1 (Toyota Industries Corp.), 29 June 2017 (29.06.2017), paragraphs [0063] to [0069]; fig. 12, 13 (Family: none)	1,3,5-7,9 2,4,8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M4/04(2006.01)i, B23K26/38(2014.01)i, H01M2/26(2006.01)i, H01M4/02(2006.01)i,
H01M4/13(2010.01)i, H01M4/139(2010.01)i

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))

Int.Cl. H01M4/04, B23K26/38, H01M2/26, H01M4/02, H01M4/13, H01M4/139

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
X A	JP 2010-34009 A (NEC トーキン株式会社) 2010.02.12, 段落[0017]-[0018], [0026], 図 2, 6 & US 2010/0028767 A1, 段落[0047]-[0051], [0063]-[0066], 図 2A-C, 6 & CN 101640280 A & KR 10-2010-0014160 A	1, 3, 7 2, 4-6, 8, 9
X A	JP 2016-33912 A (三星エスディアイ株式会社) 2016.03.10, 段落[0103]-[0114], [0118], 図 10 & US 2016/0036009 A1, 段落[0128]-[0143], [0147]-[0148], 図 10 & KR 10-2016-0015013 A & CN 105322213 A	1, 7 2-6, 8, 9

☒ 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矛盾するものではなく、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

23. 10. 2017

国際調査報告の発送日

07. 11. 2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

佐藤 知絵

4 X

4 4 9 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3477

C (続き) . 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
A	JP 2-170351 A (松下電器産業株式会社) 1990.07.02, 特許請求の範囲、第1図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2006-139919 A (日本特殊陶業株式会社) 2006.06.01, 段落[0005]-[0006], 図11 (ファミリーなし)	1-9
P, X P, A	WO 2016/208679 A1 (株式会社豊田自動織機) 2016.12.29, 段落[0025], [0029]-[0030], [0043]-[0044], 図2, 3 (ファミリーなし)	1, 3, 6, 7, 9 2, 4, 5, 8
P, X P, A	WO 2017/110318 A1 (株式会社豊田自動織機) 2017.06.29, 段落[0063]-[0069], 図12, 13 (ファミリーなし)	1, 3, 5-7, 9 2, 4, 8