

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-519643

(P2018-519643A)

(43) 公表日 平成30年7月19日(2018.7.19)

(51) Int.Cl.
H01M 4/139 (2010.01)F1
H01M 4/139テーマコード (参考)
5H050

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2017-568251 (P2017-568251)
(86) (22) 出願日 平成28年6月28日 (2016.6.28)
(85) 翻訳文提出日 平成29年12月28日 (2017.12.28)
(86) 国際出願番号 PCT/EP2016/064944
(87) 国際公開番号 W02017/005539
(87) 国際公開日 平成29年1月12日 (2017.1.12)
(31) 優先権主張番号 102015212591.2
(32) 優先日 平成27年7月6日 (2015.7.6)
(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 398037767
バイエリシエ・モトーレンウエルケ・アク
チエンゲゼルシャフト
ドイツ連邦共和国, 80809ミュンヘ
ン、ペトウエルリング 130
(74) 代理人 100069556
弁理士 江崎 光史
(74) 代理人 100111486
弁理士 鍛冶澤 實
(74) 代理人 100139527
弁理士 上西 克礼
(74) 代理人 100164781
弁理士 虎山 一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電極の形成

(57) 【要約】

リチウムイオンセル用の負極の形成方法であって、参照電極に対して第1の半セル電位に達するまで、第1の充電電流による第1の定電流充電のステップ、第2の充電電流に達するまで、参照電極に対する第1の半セル電位での第1の定電圧充電のステップ、周波数時間にわたる交流電圧励起または交流電流励起のステップ、参照電極に対して第2の半セル電位に達するまで、第3の充電電流による第2の定電流充電のステップ、最終充電電流に達するかまたは最長定電圧充電時間に達するまで、参照電極に対する第2の半セル電位での第2の定電圧充電のステップを有する方法。

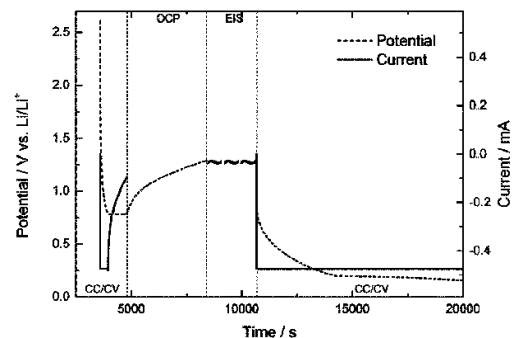


Fig. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

リチウムイオンセル用の負極の形成方法であって、

- 参照電極に対して第 1 の半セル電位に達するまで、第 1 の充電電流による第 1 の定電流充電のステップ、
 - 第 2 の充電電流に達するまで、参照電極に対する第 1 の半セル電位での第 1 の定電圧充電のステップ、
 - 周波数時間にわたる交流電圧励起または交流電流励起のステップ、
 - 参照電極に対して第 2 の半セル電位に達するまで、第 3 の充電電流による第 2 の定電流充電のステップ、
 - 最終充電電流に達するかまたは最長定電圧充電時間に達するまで、参照電極に対する第 2 の半セル電位での第 2 の定電圧充電のステップ
- を有する方法。

10

【請求項 2】

静止電圧段階が、第 1 の定電圧充電の後から交流電圧励起または交流電流励起の前までの緩和時間にわたって行われる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

- 第 1 の充電電流が、1 時間電流の 100 分の 1 から 2 の範囲内にある、請求項 1 または 2 に記載の方法。

20

【請求項 4】

- 第 1 の半セル電位が、 Li / Li^+ 参照電極に対して 500 mV ~ 1200 mV の範囲内にある、請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の方法。

【請求項 5】

- 第 2 の充電電流が第 1 の充電電流より小さい、請求項 1 ~ 4 のいずれか一つに記載の方法。

【請求項 6】

- 緩和時間が少なくとも 1 分である、請求項 1 ~ 5 のいずれか一つに記載の方法。

【請求項 7】

- 交流電圧励起または交流電流励起が定周波数で行われることを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれか一つに記載の方法。

30

【請求項 8】

- 定周波数が、0.001 kHz ~ 1000 kHz の範囲内にあることを特徴とする、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

- 交流電圧励起または交流電流励起が、少なくとも 2 つの周波数による連続的な励起であるか、または周波数掃引による励起であることを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれか一つに記載の方法。

【請求項 10】

- 少なくとも 2 つの周波数または周波数掃引の各々の周波数が、0.001 kHz ~ 1000 kHz の範囲内にあることを特徴とする、請求項 8 に記載の方法。

40

【請求項 11】

- 周波数時間が、0.01 秒 ~ 120 分の範囲内にあることを特徴とする、請求項 7 ~ 10 のいずれか一つに記載の方法。

【請求項 12】

- 第 3 の充電電流が、1 時間電流の 100 分の 1 から 2 の範囲内にある、請求項 1 ~ 11 のいずれか一つに記載の方法。

【請求項 13】

- 第 2 の半セル電位が、 Li / Li^+ 参照電極に対して 5 mV ~ 300 mV の範囲内にある、請求項 1 ~ 12 のいずれか一つに記載の方法。

【請求項 14】

50

- 最終充電電流が第3の充電電流より小さい、請求項1～13のいずれか一つに記載の方法。

【請求項15】

- 最長定電圧充電時間が少なくとも1分である、請求項1～14のいずれか一つに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、リチウムイオンセル用の負極の形成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

リチウムイオンセルの負極と電解質との界面は、セルの特性および挙動に決定的な影響を有している。負極上では、層、いわゆるSEI層(solid electrolyte interphase)が形成される。この表面層は、セルを最初に充電する際に生じ、これを形成またはフォーメーションとも言う。最初の充電中、(負極としてのグラファイトアノードの場合の)グラファイト内へのリチウムイオンの最初のインターカレーションに並行して、SEI表面層の形成が行われる。SEI表面層の形成に重要なのは、厳密な形成条件である。この形成条件に左右されるのは、化学成分、例えば電解質の選択だけでなく、表面層の特性、例えばリチウムイオンに対する透過性または表面層の安定性であり、したがってセル全体の老朽化挙動である。表面層のできるだけ有利な特性を得るために、従来技術によれば、低い電流負荷で形成される。時間効率の良い形成プロファイルは、例えば公報US20150060290A1(特許文献1)から読み取ることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】US20150060290A1

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の課題は、リチウムイオンセル用の負極を形成(化成)するための改善された方法を提示することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この課題は、請求項1に基づく方法によって解決される。本発明の有利な実施形態および変形形態は、従属請求項から明らかである。

【0006】

本発明によれば、第1の充電電流による第1の定電流充電が、参照電極に対する第1の半セル電位に達するまで行われ、さらに、参照電極に対する第1の半セル電位での第1の定電圧充電が、第2の充電電流に達するまで行われ、さらに、交流電圧励起または交流電流励起が周波数時間にわたって行われ、さらに、第3の充電電流による第2の定電流充電が、参照電極に対する第2の半セル電位に達するまで行われ、さらに、参照電極に対する第2の半セル電位での第2の定電圧充電が、最終充電電流に達するかまたは最長定電圧充電時間に達するまで行われる。

【0007】

つまり、前述の形成ステップを含む形成方法を提案する。これらの形成ステップの作用は、負極上でSEI(solid electrolyte interphase)表面層が形成される際に有利な効果が得られるように相互に密接に関連し合っている。この方法は、グラファイト電極または類似の負極(例えばSi・グラファイト複合体)に適用することができる。

10

20

30

40

50

【0008】

第1の定電流充電は、好ましい化学組成の第1の表面層を形成させる。

【0009】

第1の定電圧充電は、第1の定電流充電で生じた表面層の成分を、完全に不動態化するまで形成させる。これに関しては、参照電極に対する然るべき半セル電位の際に前述の形成反応が熱力学的に可能な成分だけが形成される。

【0010】

交流電圧励起または交流電流励起は、存在する表面層を化学的および/または物理的に変化させる。

【0011】

第2の定電流充電は、化学組成の異なる第2種の表面層を、なかでも第1の表面層の分解反応に基づいて生じさせる。これに関しては、参照電極に対するより低い半セル電位により、熱力学的に第1の定電流充電および定電圧充電中には可能でなかった反応が可能である。

【0012】

第2の定電圧充電は、第2の定電流充電で生じた表面層の成分を、完全に不動態化するまで形成させる。

【0013】

交流電圧励起または交流電流励起により、特に弾性で、長寿命で、かつリチウムイオン透過性に優れた、つまり厚さが小さい場合のリチウムイオンに対する輸送抵抗が低いSEI層が得られる。これは交流電圧励起または交流電流励起中の、存在する表面層成分の再配向および/または再構成によって説明される。これにより、第2の定電流充電および定電圧充電で形成される表面層は、前述の特性の意味においてより有利である。

【0014】

個々の形成ステップは、言及した順番で時間的に相次いで行われるが、必ずしも直接的に相次いで行われなくてよい。とりわけ、例えば個々の形成ステップの間の個々の緩和段階のようなさらなるステップを行うことができる。

【0015】

こうして例えば、静止電圧段階が、第1の定電圧充電の後から交流電圧励起または交流電流励起の前までの緩和時間にわたって行われる場合が有利である。

【0016】

静止電圧段階は、形成に関与する反応物質の、拡散による調整プロセス、つまり局所的な濃度均衡をもたらすことができる。

【0017】

本発明のさらなる一形態によれば、第1の充電電流は、1時間放電電流の100分の1から2の範囲内にある。

【0018】

つまり第1の充電電流は、1時間電流の100分の1から2の間のある一定の値をとる。1時間電流、1Cは、公称条件下でセルの公称充電容量が1時間内で取り出される電流を表している。この1時間電流の倍数をCレートと言う。したがって第1の充電電流は0.01C~2Cである。

【0019】

さらに、第1の半セル電位が、 Li/Li^+ 参照電極に対して500mV~1200mVの範囲内にある場合が有利である。つまり第1の定電流充電は、 Li/Li^+ 参照電極に対するこの電位値に達するまで、すなわち第1の充電電流を維持するために電圧がこの電位に落ちるまで行われる。この電位でポテンショスタティックに、第2の充電電流に達するまでさらに充電される。

【0020】

参照電極として Li/Li^+ 電極を提示する。この電極に対して500mV~約1200mVの電位で、SEI層の形成に関する第1の反応ステップが始まる。このステップは

10

20

30

40

50

、同じ電圧で、つまり電流を低下させながら、第2の充電電流に達するまで続けられる。

【0021】

それゆえ、第2の充電電流は第1の充電電流より小さい。

【0022】

これに加え、少なくとも1分の緩和時間が有利である。この時間内に、交流電圧励起または交流電流励起のために十分に反応物質を提供するため、拡散プロセスが反応に与える成分の濃度勾配を調整する。

【0023】

本発明の特に好ましい一実施形態によれば、交流電圧励起または交流電流励起は一定の周波数で行われる。この定周波数は、0.001kHz~1000kHzの帯域幅内の値をとる。

10

【0024】

交流電圧励起の振幅は、無負荷電位の、すなわちopen-circuit-potential (OCP) (開ループ電位とも言う) の値を中心として約0.1mV~50mVである。励起は、振動性、好ましくは正弦形であるか、または三角関数のできるだけ単純な重畳である。

【0025】

本発明のさらなる一形態によれば、交流電圧励起または交流電流励起は、少なくとも2つの周波数による連続的なもしくは重畳された励起であるか、または周波数掃引による励起である。

20

【0026】

つまり代替策として、励起のために複数の周波数を連続的にもしくは重畳させて利用すること、または周波数掃引を行うこともできる。その際、複数の周波数および掃引はそれぞれ0.001kHz~1000kHzの周波数帯域内にある。

【0027】

交流電圧励起は、0.01秒~120分の範囲内、ただし少なくとも、低い励起周波数でさえ少なくとも10回の周期が達成される時間の範囲内である周波数時間にわたって行われる。

【0028】

周波数励起の後、第2の定電流充電を行うことが好ましく、その際、第3の充電電流は、1時間電流の100分の1から2の範囲内にある。この充電ステップは、Li/Li⁺参照電極に対して5mV~300mVの高さの第2の半セル電位に達するまで行われることが好ましい。電位がこの値まで落ちると、第2の定電圧充電が、充電電流も最終充電電流に低下するまで行われ、この最終充電電流もまた第3の充電電流より小さい。ただし第2の定電圧充電は少なくとも1分間にわたって行われる。

30

【0029】

これにより、半セル、つまり負極が初めて充電され、かつ有利にはSEI層が形成される。

【0030】

本発明は、以下に説明する考察に基づいている。

40

【0031】

Liイオン電池(LIB)は、(アノードおよびカソードとも言う負極および正極での) 活性材料だけでなく、伝導塩と、溶剤と、添加剤とから成る電解質を内包している。従来技術で使用する電解質は、典型的には炭酸エチレンカーボネート(EC)と、直鎖カーボネート、例えばジエチルカーボネート(DEC)、ジメチルカーボネート(DMC)、および/またはエチルメチルカーボネート(EMC)との混合物から成っている。この場合、さらなる添加剤、例えば低濃度でのビニレンカーボネート(VC)および伝導塩のヘキサフルオロリン酸リチウム(LiPF₆)が混合される。

【0032】

LIBのできるだけ高い総電圧を得るために、負極として、熱力学的に条件づけられた

50

電気化学的な電位が非常に低い (Li / Li^+ に対して $< 1 \text{ V}$) 材料が使用される。この負極が稼働 (充電および放電) する電位範囲は、電解質の電気化学安定窓より明らかに低く、それゆえ電解質が負極で電気化学的に還元される。

【0033】

還元生成物自体は電気絶縁性であり、したがって電極から電解質への電子移動を阻止するので、適切な溶剤成分の使用により、およびとりわけ特定の上記の添加剤の添加により、電解質還元を不動態化することができる。それでも還元生成物が、 Li イオンのマイグレーションおよび拡散に関するイオン伝導性を有していれば、それにもかかわらず電極でのリチウムの本来は望ましい可逆反応を起こすことができる。還元生成物は、無視できない薄い層を負極上で形成するので、solid electrolyte interphase (SEI) と呼ばれる。

10

【0034】

SEI は、理想的な場合には長寿命で耐サイクル性の電気絶縁体およびイオン伝導体である。現実には、SEI はその限定的なイオン伝導性により、 Li イオンの困難にされた移動に基づくオーム抵抗を引き起こす。この種の抵抗は、LIB (リチウムイオンセルから形成されるリチウムイオン電池) の出力密度もエネルギー効率も低下させる。

【0035】

この効果をできるだけ低く保つため、電解質添加剤の使用だけでなく、さらに還元反応をコントロールして進行させなければならない。こうして SEI の化学的および物理的な特性を制御することができる。電解質のコントロールされた還元は、形成またはフォーメーションと呼ばれる。今日の従来技術によれば、LIB は、規定の温度下で、低い電流負荷により形成され、その一方でその合間に緩和時間が組み込まれる。

20

【0036】

SEI は、比較的高い電位で既に電解質還元を不動態化するが、第1種の還元生成物により低い電位でも電極で反応し、それゆえこの場合、SEI は内側から成長する。電極での第1種の反応生成物の物理的なモルフォロジーは、第2種の SEI の均質性および化学組成にとって非常に決定的であり、この第2種の SEI はその後、寿命全体にわたって電極上にあり続けるかまたはさらに成長する。これまで使用されていた形成プロトコルにより、第1種の SEI のモルフォロジーに影響を及ぼすことはできず、また第2種の SEI のインピーダンスを下げることはできない。

30

【0037】

措置として、形成中の適切な時点での、LIB の高周波の電気化学的励起を使用することにより、主に有機種から成る第1種の SEI のモルフォロジーに影響を及ぼし、こうして (とりわけ実部の) インピーダンスを下げることを提案する。このために、どのくらいの電圧で、またはどのくらいの電位で、第1種の SEI が最終的に形成および不動態化されるかを試験しなければならない。そうすれば、例えば電気化学インピーダンス分光法 (EIS) で使用されるような高周波励起により、極性の有機層を物理的に操作することができ、これにより無機種 (例えば炭酸塩、フッ化物、酸化物; Li_2CO_3 、 LiF 、 Li_2O) へのさらなる還元を選択的に成すことができ、したがって無機種の異なるイオン伝導性を活用することができる。

40

【0038】

イオン伝導性に優れた弾性の SEI を形成することにより、LIB 内のインピーダンスを下げることができ、かつ SEI の長寿命の安定性を達成することができる。その結果、直接的には出力密度およびエネルギー効率が上昇し、これにより間接的には LIB のエネルギー密度および耐用期間も上昇する。

【0039】

ガルバノスタティックな (定電流による) リチウム化、それに続くポテンシオスタティックな (定電圧による) リチウム化の最中の炭素アノードの電位プロファイルは、複数のリチウム化段階を特徴とする。このようなセルに対し、形成中に適切なところで50回の EIS 測定を施すと、そのことが、EIS 測定なしのそのようなアノードに比べて総イン

50

ピーダンスを低下させる（実部も虚部も）。EIS中は、500kHz～1Hzの周波数を掛ける。高周波でEISによって処理したアノード（EISアノード）の場合、その後のさらなる形成中の参照電極 Li/Li^+ に対する電位が、高周波でEISによって処理していないアノード（標準的なアノード）の場合より高い。これは、EIS処理の後、同じ電流に対し、つまりガルバノスタティックな領域で、負極での必要な過電位（より低い電位の方向での）がより小さいことを示している。リチウムは、 Li/Li^+ に対して約 <0.5 ボルトの電位から、微結晶質グラファイト内に吸蔵される。つまりEISアノードの場合、EISの後に、標準的なアノードの場合と同じ充電電流を同等の形成期に維持するために、より弱い電位低下しか必要ない。この反応で電気化学的には何も変化しなかったもので、このより低い電位低下は、より低いオーム抵抗によって引き起こされている。リチウム化中の終止電位のより早い到達は、その当然の結果である。このEISアノードからは比較的大きな容量を読み取ることができ、この比較的大きな容量にむしろ比較的短い時間で達することができ、これがこのセルの比較的高い性能を強調している。

10

【0040】

以下に、添付の図面に基づいて本発明の好ましい1つの例示の実施形態を説明する。これに基づき、本発明のさらなる詳細、好ましい実施形態および変形形態が明らかである。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明による形成プロファイル、すなわちアノード半セルの電位推移および電流推移を概略的に示すグラフである。

20

【図2】異なって形成された2つのアノードのデリチウム化中の電位プロファイルを概略的に示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0042】

負極としてのグラファイト電極を前提とする。参照電極として Li/Li^+ 電極を用いる。

【0043】

図1は、本発明による形成方法の一実施形態を示している。グラファイト電極の電位を、 Li/Li^+ 参照電極に対して、およびx軸上の時間に対して（左のy軸に基づいて破線で）示している。加えて電流を右のy軸に基づいて実線で示しており、これに関し負の電流は、充電電流、つまりリチウムの形成または吸蔵を意味している。

30

【0044】

この実施形態によれば、形成方法は、0.1Cの定電流（「CC」、constant current）での充電によって始まり、これに関し1Cは半セルの1時間電流に相当する。停止基準は、電圧が780mVまで低下することである。その後、この電位でのポテンシオスタティックな充電（「CV」、constant voltage）が始まり、電流が0.02Cに落ちるまで継続する。それに60分間の休憩が続き、この休憩中に、電極の開ループ電位（「OCP」、open circuit potential）が、60分の間に完全には到達しない平衡値まで上昇する。

40

【0045】

それから、開路電圧の値を中心とした10mVの振幅での交流電圧励起（「EIS」、electrochemical impedance spectrum）により、電極を4400秒間にわたって励起する。その際、それぞれ500kHz～1Hzの周波数帯域内で低下しながら対数的に分布している55の周波数を、それぞれ1.6秒にわたって印加する。88秒間のこのような掃引を50回繰り返す。

【0046】

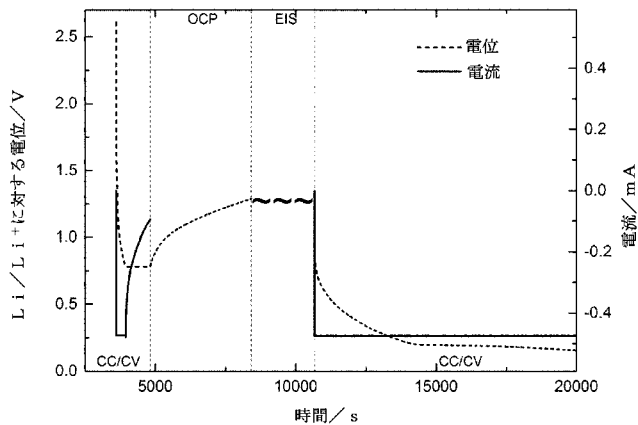
その後、改めて0.1Cでのガルバノスタティックな充電（「CC」）を、電位低下が20mVの値に達するまで続ける。続いて20mVでのポテンシオスタティックな充電を60分間行う。すべてのステップは、室温での条件に対するものである。

【0047】

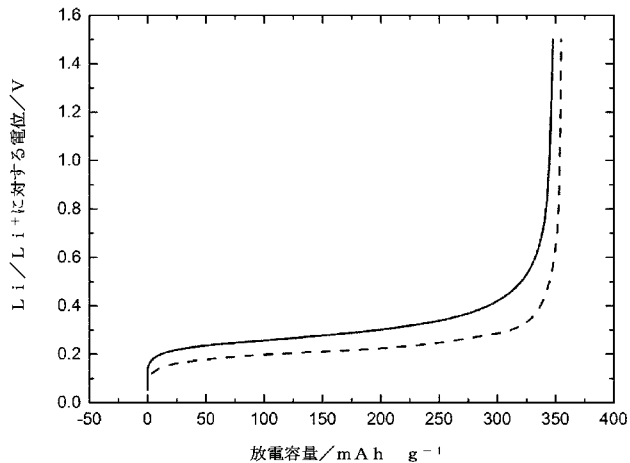
50

図 2 は、この例示的实施形態に基づいて形成した負極の、重量を特定して示した放電量に対する放電曲線の推移（破線）を示している。従来技術に基づいて形成した負極の電位推移は実線で示している。それぞれ同じ放電率では、この例示的实施形態に基づいて形成した負極の場合の Li / Li^+ 参照電極に対する電位が、従来技術に基づいて形成した負極の場合より遅く上昇することが分かる。したがって、リチウムイオン電池内でこのような電極（アノード）を使用すると、放電量のわりに、正極（カソード）に対する比較的大きな電位差が維持される。それゆえ比較的高い放電出力が得られる。この比較的低い電圧損失に基づいて、取り出される充電量およびエネルギー効率は比較的高い。

【図 1】



【図 2】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/064944

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01M4/38 H01M10/44 H01M10/52 H02J7/00
ADD.

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)
H01M H02J

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2013/043843 A1 (AMIRUDDIN SHABAB [US] ET AL) 21 February 2013 (2013-02-21) paragraphs [0004], [0025], [0042], [0086], [0087], [0091], [0092] -----	1-15
A	WO 2008/154956 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; AHMED JASIM [US]; ROESSLER MARIO [DE]; CHRISTE) 24 December 2008 (2008-12-24) page 2, lines 23-36 page 12, lines 1-33; figure 1 -----	1-15
A	US 2014/084849 A1 (LEE DONG-JOON [KR] ET AL) 27 March 2014 (2014-03-27) paragraphs [0040], [0054], [0074]; figures 3b, 4b, 5b, -----	1-15

☐ 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

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 July 2016

Date of mailing of the international search report

03/08/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hoyal, Barnaby

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/064944

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013043843 A1	21-02-2013	US 2013043843 A1	21-02-2013
		US 2015364748 A1	17-12-2015

WO 2008154956 A1	24-12-2008	NONE	

US 2014084849 A1	27-03-2014	JP 2014068527 A	17-04-2014
		KR 20140042018 A	07-04-2014
		US 2014084849 A1	27-03-2014

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/064944

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01M4/38 H01M10/44 H01M10/52 H02J7/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01M H02J		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2013/043843 A1 (AMIRUDDIN SHABAB [US] ET AL) 21. Februar 2013 (2013-02-21) Absätze [0004], [0025], [0042], [0086], [0087], [0091], [0092] -----	1-15
A	WO 2008/154956 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; AHMED JASIM [US]; ROESSLER MARIO [DE]; CHRISTE) 24. Dezember 2008 (2008-12-24) Seite 2, Zeilen 23-36 Seite 12, Zeilen 1-33; Abbildung 1 -----	1-15
A	US 2014/084849 A1 (LEE DONG-JOON [KR] ET AL) 27. März 2014 (2014-03-27) Absätze [0040], [0054], [0074]; Abbildungen 3b, 4b, 5b, -----	1-15
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 22. Juli 2016		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 03/08/2016
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Hoyal, Barnaby

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/064944

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2013043843	A1	21-02-2013	US	2013043843 A1	21-02-2013
			US	2015364748 A1	17-12-2015

WO 2008154956	A1	24-12-2008	KEINE		

US 2014084849	A1	27-03-2014	JP	2014068527 A	17-04-2014
			KR	20140042018 A	07-04-2014
			US	2014084849 A1	27-03-2014

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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

(72)発明者 アントノプロス・バイロン・コンスタンティノス

ドイツ連邦共和国、 8 1 3 6 9 ミュンヘン、ファルストラーセ、 9

Fターム(参考) 5H050 AA19 BA17 CB07 DA03 GA18 GA27 HA16 HA17 HA18 HA20