

(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2017-514148

(P2017-514148A)

(43) 公表日 平成29年6月1日(2017. 6. 1)

|                     |                  |              |       |  |             |
|---------------------|------------------|--------------|-------|--|-------------|
| (51) Int.Cl.        |                  | F I          |       |  | テーマコード (参考) |
| <b>GO 1 N 21/41</b> | <b>(2006.01)</b> | GO 1 N 21/41 | 1 0 2 |  | 2 G 0 5 9   |
| <b>HO 1 M 10/48</b> | <b>(2006.01)</b> | HO 1 M 10/48 | P     |  | 2 G 2 1 6   |
| <b>GO 1 R 31/36</b> | <b>(2006.01)</b> | GO 1 R 31/36 | N     |  | 5 H 0 3 0   |

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

|               |                              |          |                                                             |
|---------------|------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2017-504244 (P2017-504244) | (71) 出願人 | 516300508                                                   |
| (86) (22) 出願日 | 平成27年3月19日 (2015. 3. 19)     |          | インスプロリオン・センサー・システムズ・アーベー                                    |
| (85) 翻訳文提出日   | 平成28年11月21日 (2016. 11. 21)   |          | スウェーデン国、4 1 3 9 0 イエテボリ、メディシンアレガータン 8 エー、サールグレンスカ・サイエンス・パーク |
| (86) 国際出願番号   | PCT/EP2015/055745            | (74) 代理人 | 110001737                                                   |
| (87) 国際公開番号   | W02015/154961                |          | 特許業務法人スズエ国際特許事務所                                            |
| (87) 国際公開日    | 平成27年10月15日 (2015. 10. 15)   | (72) 発明者 | カセモ、ベング・ヘルベルト                                               |
| (31) 優先権主張番号  | 1450436-9                    |          | スウェーデン国、エス-4 6 4 7 1 ケブマネブロ、タルキル 1                          |
| (32) 優先日      | 平成26年4月8日 (2014. 4. 8)       | (72) 発明者 | ラングハンマー、クリストフ                                               |
| (33) 優先権主張国   | スウェーデン (SE)                  |          | スウェーデン国、エス-4 1 7 6 4 イエテボリ、バルニピルスガータン 6                     |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサ付きバッテリー

## (57) 【要約】

この発明は、電極材料(102a)と、電解質材料(104)と、バッテリー充電センサ(106、206、306)とを具備したバッテリー(100、200、401)に関する。バッテリー充電センサは、バッテリー(100、200、401)の中に発現領域を有するプラズモン発現成分(108、208、308)を具備する。プラズモン発現成分は、電磁放射に曝されるとバッテリー(100、200、401)の充電状態に応じた局在表面プラズモン共鳴状態になる発現領域(110、210、310)になる。バッテリーの充電状態を特定するシステムと方法も提供される。

【選択図】 図1

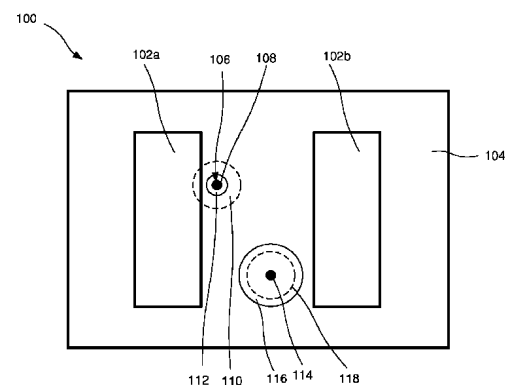


FIG. 1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電極材料（１０２ a）と、  
電解質材料（１０４）と、  
バッテリー充電センサ（１０６、２０６、３０６）と、  
を具備するバッテリー（１００、２００、４０１）であって、  
前記バッテリー充電センサは、前記バッテリーの中に発現領域（１１０、２１０、３１０）  
を有するプラズモン発現成分（１０８、２０８、３０８）を具備し、  
前記プラズモン発現成分は、電磁放射に曝されると前記バッテリー（１００、２００、４  
０１）の充電状態に依存する局在表面プラズモン共鳴状態になる、バッテリー。

10

## 【請求項 2】

前記プラズモン発現成分（２０８）が所定の深さで前記電極材料（１０２ a）の中に配  
置されていて、前記プラズモン発現成分（２０８）の前記発現領域（２１０）が前記電極  
材料（１０２ a）の一部分を覆っている  
請求項 1 のバッテリー。

## 【請求項 3】

前記プラズモン発現成分（３０８）が前記電解質材料（１０４）の中に配置されていて  
、前記プラズモン発現成分（３０８）の前記発現領域（３１０）が前記電解質材料（１０  
４）の一部分を覆っている  
請求項 1 のバッテリー。

20

## 【請求項 4】

前記バッテリー充電センサ（１０６、２０６、３０６）が前記プラズモン発現成分（１０  
８、２０８、３０８）の外面に配置された分離層（１１２）をさらに具備している  
請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項のバッテリー。

## 【請求項 5】

前記プラズモン発現成分（１０８、２０８、３０８）の前記発現領域（１１０、２１０  
、３１０）が前記電極材料（１０２ a）および前記電解質材料（１０４）またはそのど  
ちらかの一部分を覆うように前記バッテリー充電センサ（１０６、２０６、３０６）の前記分  
離層（１１２）が配置されている  
請求項 4 のバッテリー。

30

## 【請求項 6】

保護層（１１６）の内側に配置されている付加的なプラズモン発現成分（１１４）をさ  
らに具備し、前記付加的なプラズモン発現成分（１１４）の発現領域（１１８）が前記付  
加的なプラズモン発現成分（１１４）の前記保護層（１１６）の内側にある  
請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項のバッテリー。

## 【請求項 7】

前記プラズモン発現成分（１０８、２０８、３０８）が円盤状、棒状、針金状、楕円形  
状、多角形状、三角形状、球状、立方体状、星状、薄い金属膜にある穴、ナノ殻、芯殻粒  
子、ナノ米、ナノ環のいずれかの形状である  
請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一項のバッテリー。

40

## 【請求項 8】

前記プラズモン発現成分（１０８、２０８、３０８）が半導体および金属またはそのど  
ちらかから成る請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項のバッテリー。

## 【請求項 9】

前記金属は、A g、A u、C u、A l、M g、N i、P d、P t から成る群あるいはこ  
の群から選択された少なくとも一つの金属を含む類いの合金から選択される  
請求項 8 のバッテリー。

## 【請求項 10】

前記分離層（１１２）が、金属酸化物、金属炭化物、金属窒化物のいずれか、および半  
導体酸化物、半導体窒化物、半導体炭化物のいずれか、および絶縁体、および重合体を含

50

む材料群から選択された材料から成る

請求項 4 乃至請求項 9 のいずれか一項のバッテリー。

【請求項 1 1】

前記分離層（1 1 2）が 0.5～150nm の範囲の厚さである

請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか一項のバッテリー。

【請求項 1 2】

請求項 1 乃至請求項 1 1 のいずれか一項のバッテリー（1 0 0）と、

前記プラズモン発現成分（1 0 8）が局在表面プラズモン共鳴状態を示すように、前記バッテリー充電センサ（1 0 6）の前記プラズモン発現成分（1 0 8）を照射するように配置されている電磁放射源（4 0 2）と、

前記プラズモン発現成分（1 0 8）の前記局在表面プラズモン共鳴状態に係る電磁放射を検出するように配置されている検出器（4 0 4）と、

検出された電磁放射を解析して前記バッテリー（4 0 1）の前記充電状態を特定する処理装置（4 0 6）

を具備し、バッテリーの充電状態を特定するシステム（4 0 1）。

【請求項 1 3】

請求項 1 乃至請求項 1 1 のいずれか一項のバッテリーを提供すること（5 0 2）と、

前記プラズモン発現成分を局在表面プラズモン共鳴状態にするように電磁放射源により前記バッテリー充電センサの前記プラズモン発現成分を照射すること（5 0 4）と、

前記プラズモン発現成分の前記局在表面プラズモン共鳴状態に係る前記電磁放射を検出器により検出すること（5 0 6）と、

前記バッテリーの前記充電状態を特定するために、検出した前記電磁放射を処理装置により解析すること（5 0 8）と、

を具備するバッテリーの充電状態を特定する方法（5 0 0）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

この発明は、バッテリー充電センサを備えているバッテリーに関するが、バッテリーの充電状態を特定する方法およびシステムも提供する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

バッテリーは電気を供給するために用いられるが、バッテリーの用途は広範囲に亘っていて、電気自動車のような乗り物を含む民生品から、例えば、太陽光発電に関連した大規模な蓄電設備にまで及ぶ。

【0 0 0 3】

クリーンエネルギー源が広まったりエネルギーが益々クリーンに使用されたりするに連れて据え置き型や可動型のバッテリーを使用することが益々必要になっている。バッテリーの分野は、研究開発が懸命に進められていることを特徴としている。

【0 0 0 4】

おおまかに言えばバッテリーには充電することのできるバッテリーと充電することのできないバッテリーの二種類がある。充電することのできるバッテリーに特に限ったことではないが、使用中はもとより保管中でもあるいは充電中でもバッテリーの充電状態が特に重要な特性である。バッテリーの充電過程はバッテリーの働きや寿命に影響する場合があるので、バッテリーの充電過程の詳細が重要である。また、バッテリーの使用中にバッテリーの充電状態を知得し管理する必要性、言い換えると、どれだけ多くの電力がバッテリーに残っているのかを特定する必要性は、目立って大きい。例えば、電気自動車があとどれ程の距離だけ走ることができるのかや、停電の際に、例えば、集中治療室に予備電力を供給するバッテリーがあとどのくらい長く機能することができるのかを知るためにもバッテリーの充電状態を知得し管理する必要がある。

【0 0 0 5】

例えば電気自動車は、完全に充電されている場合にある一定の範囲の走行を可能にするバッテリーを備えている。運転手は、あとどれ位の距離を走ることができるのかや、果たして最終目的地または次の充電基地に到着することができるのかを運転中に知得する必要がある。何時になったらある距離を走するのに十分な程度に充電されるのかをバッテリーの充電中に知りたい場合もあり得る。また、充電時間をできる限り短くしたり、穏やかな充電によりバッテリーの寿命を最適化したりするなど目的に応じて充電過程を変更したり最適化したりすることもあり得る。

#### 【0006】

以上の通り、充電状態を特定したり、充電過程を管理したり、バッテリーの品質を特定したりすることが可能であることが非常に望ましい。

10

#### 【0007】

一般にバッテリーの充電状態は直接に測定した測定値の変化から推定される。クーロンカウント法のようないわゆるオフライン技術ではバッテリーは一定の割合で充放電され、これによってバッテリーの充電状態が推定される。しかし、この技術は時間と費用が掛かるだけでなくバッテリー機能の妨げになる。したがって、バッテリーの充電状態を測定するいわゆるオンライン技術を模索する努力がなされている。一般に、バッテリーの充電状態を特定する方法には、例えば、化学物質、電圧、電流、圧力のいずれに基づく測定技術を用いるかにより幾つかがある。

#### 【0008】

バッテリーには安全面の問題もある。使用中に取り出す電力や充電中の充電電流が高すぎるとバッテリーが発熱して高温になる可能性がある。発熱によりバッテリーが破壊してしまうことがあるだけでなく、バッテリーの種類によっては発火したり爆発したりしてしまうことがある。したがって、バッテリーの温度を管理する必要がある。

20

#### 【0009】

US 2014/0203783 A1には、充電または再充電の際に機械的な歪や温度などの作動パラメータを測定するために電気化学エネルギー装置の中または電気化学エネルギー装置の一部に光センサを配置したシステムが開示されている。

#### 【0010】

US 2014/0092375 A1には監視管理システム (monitoring and management system: MMS) が開示されている。このシステムは、エネルギー蓄積装置の中またはエネルギー蓄積装置の一部に配置されている一本または複数本の光ファイバーケーブルを備えている。どの光ファイバーケーブルも複数台の光センサを有している。複数台の光センサは、少なくとも一台の光センサが検出するエネルギー蓄積装置のパラメータが別の少なくとも一台の光センサが検出するエネルギー蓄積装置のパラメータとは異なるように構成されている。監視管理システムMMSは、一本以上の光ファイバーケーブルに光を供給するように構成されている光源と、光センサが反射した光を検出するように構成されている検出器とを備えている。検出器は、反射光に基づいて電気信号を生成する。電気信号を受信し、電気信号を解析し、電気信号の解析に基づいてエネルギー蓄積装置の状態を判定するプロセッサが検出器に連結されている。

30

#### 【0011】

しかしながら、バッテリーの充電状態や温度や経年変化をより効率的にしかも確実に判定する方法が必要である。

40

#### 【発明の概要】

#### 【0012】

この発明の目的は、バッテリーの充電状態を特定することのできるバッテリー充電センサを備えたバッテリーを提供することである。

#### 【0013】

この発明の第一の実施態様ではバッテリーが提供される。このバッテリーは、電極材料と、電解質材料と、バッテリー充電センサとを備えている。バッテリー充電センサはプラズモン発現成分を有している。プラズモン発現成分は、電磁放射に曝されるとバッテリーの充電状態

50

に応じた局在表面プラズモン共鳴状態を示す所定量の発現領域をバッテリー内に有している。

#### 【0014】

バッテリー充電センサを備える構成のバッテリーにすることによりバッテリーの充電状態を安定して確実に特定することができるようになる。さらに、バッテリー充電センサは小型であり、低価格であるだけでなく、大して複雑でもない。

#### 【0015】

用語「プラズモン発現成分」はプラズモンを引き起こす発現成分として解釈されなければならない。プラズモンとは、電荷密度の局所的な集団振動に随伴するプラズマ振動の量子として理解されなければならない。電荷は、例えば電子により供給することができる。

10

#### 【0016】

用語「局在表面プラズモン共鳴」は、プラズモン発現成分に入射する光の電磁場によって、あるいは同様に光子によって励起される、プラズモン発現成分の中の電荷担体の励起状態として理解される。局在表面プラズモン共鳴状態は、プラズモン発現成分の規模が有限であることに起因する境界条件および電荷密度の集団振動に随伴する共鳴状態である。その結果、プラズモン発現成分の材料の電子的な特性やプラズモン発現成分の形状や大きさとプラズモン発現成分の周囲の環境の材料特性とにより定まる周波数や波長やエネルギーから電荷密度の波が形成される。例えば、プラズモン発現成分が50～100nmの範囲の直径を有する金のナノ粒子である場合には電磁波スペクトルの可視部分に局在表面プラズモン共鳴が典型的に生じる。

20

#### 【0017】

電磁放射がプラズモン発現成分と相互に作用し合うと局在表面プラズモン共鳴が生じることをさらに理解しなければならない。局在表面プラズモン共鳴が生じるとプラズモン発現成分の近くに増強された局所的な電磁場が形成される。増強の強さおよび増強された場の空間的な広がり、プラズモン発現成分の材料、大きさ、形状、環境のような幾つかのパラメータに依存する。増強された電場は有益である。何故なら、増強された電場はプラズモン発現成分の感度を改善するのでバッテリーの充電状態をより効率的に検出することができるようになるからである。

#### 【0018】

用語「発現領域」は、励起された局在表面プラズモン共鳴に起因する電磁場の空間的な広がりによって決定される所定量の領域として理解される。発現領域に関係する電磁放射によりバッテリーの充電状態に関する情報が得られることが分かる。電磁場の空間的な広がり、プラズモン発現成分の詳細やプラズモン発現成分を取り巻く材料の性質に依存しているだけでなくプラズモン発現成分の形状と電磁場の入射方向との関係にも依存しているので、発現領域の所定量はこれらすべてのパラメータに依存している。最後に、励起された局在表面プラズモン共鳴に関連している電磁場はプラズモン発現成分から離れるにしたがって減衰するが、場合によっては指数関数的に減衰するので、発現領域は、典型的には10～100nmの長さの規模で広がっている。したがって、プラズモン発現成分は所定量の局所的な探査領域をバッテリー内に提供する。

30

#### 【0019】

用語「充電状態」は、バッテリーの能力として解釈されるべきである。充電の状態とも言われる充電状態は、バッテリーが放電することのできる全能力の百分率として定義される。バッテリー状態は、一般にバッテリーの充電および放電の制御に用いられる。

40

#### 【0020】

言いかえればバッテリーの充電状態は、経時的な電流の積分である総電流の観点から言えば、バッテリー内に利用可能な電荷がなくなるまでバッテリーから取り出すことのできる電荷の量に関連している。電荷が満杯になるまで充電されているバッテリーは、電荷がすっかりなくなってしまうまでバッテリーから取り出すことのできる電流の経時的な積分により表される最大充電状態および最大能力を有している。電荷がすっかりなくなってしまったバッテリーは放電しつくしてしまっている。電荷が満杯になるまで充電されているバッテリーは完

50

全にまたは実質的に100%充電されている充電状態であると簡便に言える。同様に、放電しつくしてしまっているバッテリーは完全放電状態または実質的に0%の充電状態であると簡便に言える。利用可能な電荷の最大量の半分がバッテリーに残っている場合、そのバッテリーは実質的に50%の充電状態である。

#### 【0021】

プラズモン発現成分は、プラズモン発現成分の発現領域が電極材料の一部分を覆うように所定の深さで電極材料の中に配置される。

#### 【0022】

この構成は有利である。なぜなら、このような構成であればバッテリーの充電状態を効率よく検出することができるからである。バッテリーの充電や放電が行われると、例えば、イオンが注入されたり放出されたりし、または電極材料がある状態または組成から別の状態または組成に変わる反応工程が生じて、電極材料の組成が変わる。電極材料のこのような組成の変化は、バッテリーの充電状態の変化に関連して誘電率の変化を伴う。プラズモン発現成分を所定の深さで電極材料の中に配置して組成が変化する電極材料と発現領域とが完全にまたは部分的に重なるようにすることによりバッテリーの充電状態を特定することができる。すなわち、バッテリーの充電状態により電極材料の組成が変化し、電極材料の組成の変化は電極材料の誘電率の変化に関係している。そして、電極材料の誘電率が変化するとプラズモン発現成分の局在表面プラズモン共鳴状態が変わる。したがって、例えば、局在表面プラズモン共鳴状態に関する消衰ピークの振幅やスペクトルのピーク位置を解析することによりバッテリーの充電状態を特定することができる。

#### 【0023】

プラズモン発現成分は、プラズモン発現成分の発現領域が電解質材料の一部分を覆うように所定の深さで電解質材料の中に配置されていても良い。

#### 【0024】

この構成も有利である。なぜなら、バッテリーの充電や放電が行われると一般に電解質材料のイオン濃度が増えたり減ったりしてバッテリーの電解質材料の組成が変わるが、このような電解質材料の組成の変化もバッテリーの充電状態の変化に関連して誘電率の変化を伴うからである。プラズモン発現成分の発現領域が電解質材料を部分的に覆うようにプラズモン発現成分が電解質材料の中に配置されるとバッテリー充電センサは電解質材料の組成の変化を検出する。すなわち、組成が変わると局在表面プラズモン共鳴状態が変わり、消衰ピークの振幅やスペクトルのピーク位置が変わる。局在表面プラズモン共鳴状態を検出したりこの状態の変化を検出したりすることによってバッテリーの充電状態を特定することができる。

#### 【0025】

上に述べたどちらの実施態様も電解質材料で検出を行う場合と電極材料で検出を行う場合のそれぞれにおいてバッテリーの充電状態を別々に解析することが考慮されていることを断っておく。

#### 【0026】

バッテリー充電センサは分離層をさらに具備していることがある。その場合、分離層はプラズモン発現成分の外面に配置されている。

#### 【0027】

「分離層」は、バッテリー充電センサのプラズモン発現成分が周囲の材料に直接接触することがないようにプラズモン発現成分を保護する層であると理解されなければならない。したがって分離層は、プラズモン発現成分がバッテリー充電センサの環境の中の諸材料と反応することを防止する。分離層は、バッテリー内に存在していたり周囲からバッテリー内に入り込んだりする液体や気体や個体の諸材料とプラズモン発現成分が反応することをさらに防止する。これによりプラズモン発現成分の酸化や腐食のような構造の変化や他の反応が緩和される。これは有利である。なぜならば、プラズモン発現成分の形状や大きさや化学成分が変化するとプラズモン発現成分の局在表面プラズモン状態が変わることが知られているからである。

10

20

30

40

50

## 【0028】

この発明の構成はプラズモン発現成分を用いた間接的な検出とすることができるかも知れない。何故なら、プラズモン発現成分がバッテリーの周囲の環境から分離されているのでバッテリー充電センサは間接的だからである。

## 【0029】

分離層が十分に薄く形成されているので、局在表面プラズモン共鳴の所定量の発現領域は、分離層を通り抜けて、分離層の外側で局在表面プラズモン共鳴を発現することができることを断っておく。

## 【0030】

プラズモン発現成分のある分量の発現領域が電極材料や電解質材料の一部分を覆うようにバッテリー充電センサの分離層が配置されている。

10

## 【0031】

この構成は有利である。なぜなら、分離層の材料や寸法を適宜に選択することによって電極材料や電解質材料の中に入り込む発現領域の範囲を調整することができるからである。

## 【0032】

バッテリーは、保護層の内側に追加的に設けられたプラズモン発現成分をさらに備えていても良い。この場合、追加されたプラズモン発現成分の所定量の発現領域がプラズモン発現成分を保護する保護層の内側にある。

## 【0033】

したがって、追加されたプラズモン発現成分は制御された環境あるいは保護された環境の下にある。

20

## 【0034】

「保護層」は、分離層とは対照的に、追加されたプラズモン発現成分のある分量の発現領域が追加されたプラズモン発現成分の保護層の内側に維持されるような、すなわち、発現領域が実質的に保護層の外側に広がらないような特性を有する十分に厚い層として解釈されなければならない。したがって局在表面プラズモン共鳴状態は、追加されたプラズモン発現成分そのものや保護層の変化、特に両者の温度変化のみの影響を受けるが、バッテリーの充電状態の変化の影響は受けないことになる。これは、保護層の温度のみを測定することができることを意味しているので、この点で有利である。例えば、バッテリーの温度の基準を提供したり、バッテリーの温度を校正したりすることができるようになるので、より正確なバッテリー充電センサが得られる。

30

## 【0035】

プラズモン発現成分は、円盤状、棒状、針金状、楕円形状、多角形状、三角形状、球状、立方体状、星状、薄い金属膜にある穴、ナノ殻、芯殻粒子、ナノ米、ナノ環のいずれかの形状でさしつかえない。

## 【0036】

プラズモン発現成分は半導体と金属またはそのどちらかで構成されていてさしつかえない。

## 【0037】

半導体プラズモン発現成分が局在表面プラズモン共鳴状態を呈することができるように多くの自由電荷担体、すなわち、電子や正孔を半導体が有していなければならないことを理解されたい。これは、半導体をドーピングすることにより達成される。

40

## 【0038】

半導体の材料には、例えば、シリコン、ゲルマニウム、炭素、3-5族半導体材料のいずれかまたはすべてが含まれる。いずれも材料科学の分野では公知の材料であり、例えば、標準的なエピタキシャル成長処理技術のような半導体技術を用いてプラズモン発現成分を形成することができる。

## 【0039】

金属は、Ag、Au、Cu、Al、Mg、Ni、Pd、Ptから成る群あるいはこの群

50

から選択された少なくとも一つの金属を含む類いの合金から選んでさしつかえない。

#### 【0040】

これらの材料は、電磁スペクトルの紫外線－可視－近赤外線各波長範囲で局在表面プラズモン共鳴を引き起こすことが知られている。したがって、標準的な光学技術を用いてプラズモン発現成分の局在表面プラズモン共鳴を引き起こしたり検出したりすることができる。

#### 【0041】

プラズモン発現成分の形状や寸法を変えると、ここに開示した諸材料に応じてバッテリー充電センサの光学的性質を変えることができる。したがって、特定の光の波長で生じる局在表面プラズモン共鳴が所望の波長範囲で生じるように局在表面プラズモン共鳴状態を調整することができる。

10

#### 【0042】

分離層は、金属酸化物、金属炭化物、金属窒化物のいずれか、および半導体酸化物、半導体窒化物、半導体炭化物のいずれか、および絶縁体、および重合体を含む材料群から選択された材料で構成してさしつかえない。分離層を設けることによりプラズモン発現成分を保護することができるので有利である。これにより、バッテリー充電センサの用途がさらに広がる。

#### 【0043】

バッテリー充電センサは複数個のプラズモン発現成分をさらに備えていても良い。そうすれば、バッテリー充電センサの信頼性と精確性をさらに高めることができる。複数個のプラズモン発現成分は、多くの類似したプラズモン発現成分でこれらを実現してさしつかえない。これらをバッテリー内の異なる位置に配置して、それぞれの位置の充電状態や温度に関する情報を取得する。これにより、バッテリーの充電状態や温度のより完全な全体像を得ることができる。また、複数個のプラズモン発現成分を検出特性が異なる多くの異なるプラズモン発現成分で実現しても良い。この場合には、より詳細な情報が得られるので誤った信号を補償したり除去したりすることができるようになるという利点がある。

20

#### 【0044】

分離層は、0.5～150 nmの範囲の厚さでさしつかえない。この範囲の厚さの分離層であればプラズモン発現成分の発現領域が分離層の外側にある領域を覆うことで、プラズモン発現成分を保護することができるので有利である。これによりプラズモン発現成分は分離層の外側の位置でバッテリーの充電状態を検出することができるようになる。

30

#### 【0045】

この発明の第二の実施態様ではバッテリーの充電状態を特定するシステムが提供される。このシステムは、上に述べた実施態様のいずれか一つに属するバッテリーと、バッテリー充電センサのプラズモン発現成分を照らすように配置されていてプラズモン発現成分を局在表面プラズモン共鳴状態にさせる電磁放射源と、プラズモン発現成分の局在表面プラズモン共鳴状態に関する電磁放射を検出するように配置された検出器と、検出された電磁放射を解析してバッテリーの充電状態を特定するように配置された処理装置とを備えている。

#### 【0046】

したがって、バッテリーの充電状態を特定するシステムはバッテリー充電センサの信頼性と堅牢性とを利用してバッテリーの充電状態を調べることができる。また、プラズモン発現成分の局在表面プラズモン共鳴状態に関する電磁放射を検出することによって局在表面プラズモン共鳴および局在表面プラズモン共鳴の変化を監視する効率的なシステムが得られる。さらにこのバッテリー充電センサは、透過や反射の測定のような従来の光学的特性技術を用いて、バッテリーの充電状態を遠隔より即時に検出をすることが可能である。

40

#### 【0047】

この発明の第三の実施態様ではバッテリーの充電状態を特定する方法が提供される。この方法は、これまでに述べた実施態様のいずれか一つに属するバッテリーを提供することと、バッテリー充電センサのプラズモン発現成分を電磁放射源によって照らしてプラズモン発現成分を局在表面プラズモン共鳴状態にさせることと、プラズモン発現成分の局在表面プラ

50



ズモン共鳴状態に関係する電磁放射を検出器によって検出することと、検出された電磁放射を処理装置によって解析してバッテリーの充電状態を特定することとを具備している。

【0048】

一般に、この発明の第二および第三の実施態様の特徴的な構成は、この発明の第一の実施態様に関して述べた効果に類似した効果を収める。

【0049】

この発明のさらなる特徴的な構成や種々の効果は、以下に述べる発明を実施するための形態や添付されている特許請求の範囲を検討することによって明らかになる。この発明の異なる構成を組み合わせて以下に述べる実施態様とは異なる実施態様をこの発明の範囲から逸脱することなく作り出すことができることを熟練者であれば理解することができる。

【図面の簡単な説明】

【0050】

この発明の幾つかの実施態様を示す添付図面を参照して、この発明のそれぞれの実施態様を以下により詳しく説明する。図面によりこの発明が特定の実施態様に限定されると解釈してはならない。そうではなくて、図面は飽くまでもこの発明を説明するため、およびこの発明を理解してもらうために用いられているに過ぎない。

【図1】この発明の一実施態様に属するバッテリーを概略的に示す平面図である。

【図2】この発明の別の実施態様に属するバッテリーを概略的に示す平面図である。

【図3】この発明の一実施態様に属するバッテリーの充電状態を特定するシステムの概略図である。

【図4】この発明の一実施態様に属するバッテリーの充電状態を特定する方法を概略的に示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0051】

この発明の今のところ好ましいと判断される実施態様が示されている添付図面を参照してこの発明を以下により詳しく説明する。しかし、多くの異なる態様でこの発明を実施することができるので、以下に述べる実施態様にこの発明が限定されると解釈してはならない。むしろ、以下に述べる実施態様は徹底性と完全性を果たすため、およびこの発明の範囲を熟練者に完全に伝えるために提示するものである。

【0052】

この発明の基本的な着想は、バッテリーの充電状態を特定することができるようにバッテリー充電センサをバッテリーに取り付けることである。バッテリー充電センサをバッテリーに取り付けることによりバッテリーの充電状態を確実に安定して特定することができるようになる。しかも、バッテリー充電センサは小型で低価格であり、しかも余り複雑ではない。

【実施例1】

【0053】

次に、図1を参照してこの発明の一実施態様に属するバッテリー100を説明する。図1は、バッテリー100の平面図である。バッテリー100は、電極材料102aおよび102bのそれぞれから成る二本の電極と、電解質材料104と、バッテリー充電センサ106とを具備する。バッテリー充電センサ106はプラズモン発現成分108を具備する。プラズモン発現成分108は、電磁放射に曝されるとバッテリー100の充電状態に依存する局在表面プラズモン共鳴状態を呈するある分量の発現領域110をバッテリー100の中に有している。

【0054】

例えば、バッテリーが鉛電池（鉛酸電池）である場合、あまり充電されていないか完全に放電されてしまっている時の方が、かなり充電されているか完全に充電されてしまっている時よりも電極材料102aおよび102bはどちらも多くの部分が硫酸鉛 $PbSO_4$ を含む。同様に、かなり充電されているか完全に充電されてしまっている時にはあまり充電されていないか完全に放電されてしまっている時よりも陽極である電極材料102aは酸化鉛 $PbO_2$ を多く含み、陰極である電極材料102bは鉛 $Pb$ を多く含む。

## 【0055】

あまり充電されていないか完全に放電されてしまっているバッテリーでは電解質材料104は本質的に水に変わり、可なり充電されているか完全に充電されてしまっているバッテリーでは電解質材料104は本質的に硫酸 $H_2SO_4$ に変わる。このように電極材料102aおよび102bの両者だけでなく電解質材料104もバッテリーの充電状態に応じてそれぞれの組成や誘電率が変わるのでプラズモン発現成分を用いて電極と電解質のそれぞれの材料を調べることによりバッテリーの充電状態を特定することができる。

## 【0056】

電極材料と電解質材料をそれぞれ別々に調べると有利であることに注目されたい。何故なら、バッテリーの充電状態に関して相補的であるかも知れない局所的な情報が異なる材料から得られるかも知れないからである。

10

## 【0057】

この発明は上に述べた種類のバッテリーに限定されない。例えば、バッテリーはリチウムイオン電池や金属水素化物バッテリーであっても良い。リチウムイオン電池では、陽極や陰極のそれぞれの電極材料にリチウムイオンが注入されたり、それぞれの電極材料からリチウムイオンが取り出されたりすることと、リチウムイオンの注入や取り出しに伴って電解質材料が変化することの両者として充電と放電が表される。

## 【0058】

上に示した例ではプラズモン発現成分は金の円盤である。円盤は、直径が5～500nmである。プラズモン発現成分は、5～100nmの範囲で高さが変化しても構わない。

20

## 【0059】

プラズモン発現成分108は形状や大きさが種々の実施態様に依りて異なる可能性がある。

## 【0060】

さらに、稠密な二酸化ケイ素 $SiO_2$ から成る分離層112が設けられている。図1を参照すること。以上に示した諸材料は、電磁スペクトルの可視領域および近可視領域で共鳴する局在表面プラズモン共鳴状態を示すプラズモン発現成分108を具備した効率の良いバッテリー充電センサ106を提供するために選択されている。この発明の他の実施態様は後に例示する。

## 【0061】

30

プラズモン発現成分は、ナノテクノロジーの分野で確立している種々様々な方法でこれを製造することができる。例えば、電子線リソグラフィ、スタンプング、インプリンティング、コロイダルリソグラフィをプラズモン発現成分製造法として示すことができるだけでなく、ホールマスクリソグラフィと呼ばれる特別な方法をプラズモン発現成分製造法として示すことができる。どの方法を選ぶのかはプラズモン発現成分の大きさ、形状、材料などに依存するが、プラズモン発現成分が例えば基板に析出される場合には費用の観点も関与してくる。

## 【0062】

発現領域110は、局在表面プラズモン共鳴の発生により引き起こされる電磁場の空間的な広がりによって定まる。発現領域110に関係している電磁放射からバッテリー100の充電状態に関する情報が得られる。この電磁場の空間的な広がり、プラズモン発現成分108の詳細や、プラズモン発現成分を取り巻く材料の性質や、プラズモン発現成分108の形状に関連している入射電磁場の方向のいずれにも依存しているので発現領域110の大きさはこれらすべてのパラメータに依存する。局在表面プラズモン共鳴の発生により生じる電磁場はプラズモン発現成分108から離れるにしたがって徐々に減衰するが、しばしばほぼ指数関数的に減衰するので、発現領域は10～100nmの長さの規模で広がっている。プラズモン発現成分108はバッテリー100の中に局所的な探査領域を提供する。

40

## 【0063】

分離層112は、外部の化学物質や材料からプラズモン発現成分を分離してプラズモン

50

発現成分が外部の化学物質や材料や気体と反応して変化してしまうことを防止する層である。局在表面プラズモン共鳴の発生により引き起こされる電磁場が分離層の外にまで広がって分離層 1 1 2 の外側の誘電性の変化を検出することができるように分離層は十分に薄い。言い換えれば、発現領域 1 1 0 は分離層 1 1 2 の外側に広がっている。

#### 【0064】

分離層 1 1 2 は、上に示した諸要件を満たしさえすればどのような誘電材料で形成されていても構わない。例えば、金属酸化物、窒化物、炭化物、重合体、他の材料のいずれでも構わない。分離層 1 1 2 は、物理的蒸着法（PVD）、化学的蒸着法（CVD）、電気化学法（例えば、電気蒸着法または陽極酸化法）あるいはスピンコーティング法のような様々なフィルム析出法によって析出させることができる。この他にも原子層の析出（ALD）や原子層エピタキシー（ALE）のような特別の薄膜析出法や層析出法がある。

10

#### 【0065】

別の実施態様ではバッテリーの充電状態に関して互いに補い合う情報を得るために電極材料や電解質材料のそれぞれの異なる幾つかの箇所にプラズモン発現成分が設けられる。例えば、プラズモン発現成分が電極材料の表面に配置され、プラズモン発現成分を電極材料から分離する第一分離層が設けられる。さらに、電極材料の裏面に配置されているプラズモン発現成分の表面に第一の分離層よりも厚い第二の分離層が配置される。この構成であれば、プラズモン発現成分の発現領域が電極材料と重複することはあっても電解質材料と重複することはない。したがってプラズモン発現成分は、例えば、電極材料の誘電率およびその変化を検知して材料組成や材料組成の変化を検出することができるが、電解質材料の組成やその変化を検出することはできない。

20

#### 【0066】

別の実施態様では、プラズモン発現成分と電極材料との間に厚い第二分離層が配置されていて、プラズモン発現成分と電解質材料との間に薄い第一分離層が配置されている。この構成では電解質材料の組成とその変化を検出することができる。

#### 【0067】

さらに別の実施態様では、電解質材料や電極材料のそれぞれについて材料組成や材料組成の変化を検出することができるように電解質材料や電極材料のそれぞれにプラズモン発現成分が設けられている。この構成ではバッテリーの様々な位置からバッテリーの充電状態に関する情報が得られる。

30

#### 【0068】

図 1 に戻る。保護層 1 1 6 の内側に配置された付加的なプラズモン発現成分 1 1 4 をバッテリー 1 0 0 はさらに具備している。付加的なプラズモン発現成分 1 1 4 の発現領域 1 1 8 が付加的なプラズモン発現成分 1 1 4 の保護層 1 1 6 の内側に位置するように保護層 1 1 6 が配置されている。

#### 【0069】

保護層の役割は、発現領域を保護層の内側に閉じ込めて局在表面プラズモン共鳴により引き起こされる電磁場が保護層の外に飛び出さないようにして保護層の外側にある誘電体の材料組成やその変化を検出しないようにすることである。このようにすれば周囲の状況変化に邪魔されることもなく、例えば、温度だけを検出することができる。プラズモン発現成分の局在表面プラズモン共鳴は温度が変わると変化する。保護層は、付加的なプラズモン発現成分と周囲との相互作用や反作用を防止するが、これに加えて保護層の外側の変化は検出しないように十分に厚くなければならないので分離層と同じ機能を果たす材料であればどのような材料でも構わない。したがって、発現領域自体の温度と保護層の温度の変化が局在表面プラズモン共鳴状態の温度変化により検出される。温度依存性が高くなるように保護層の誘電率を選択すれば温度の検出感度を高めることができる。

40

#### 【0070】

バッテリー充電センサは、バッテリーセンサの信頼性および堅牢性を利用して得られる電極材料の変化や電解質の変化からバッテリーの充電状態を検出し、これに加えてさらにバッテリーの温度も検出する。バッテリー充電センサにより散乱したり反射したりバッテリー充電セン

50

サを透過したりした電磁放射を検出することによって局在表面プラズモン共鳴やその変化を監視する効率的なシステムがさらに得られる。バッテリー充電センサは、透過や反射の測定のような従来の光学的特性技術を使用してバッテリーの測定を遠隔より実時間で実現することができる。バッテリー充電センサは、電極材料の変化や電解質の変化からバッテリーの充電状態やバッテリーの温度さらには両者の変化を検出する際に、プラズモン発現成分の信頼性および堅牢性を利用することができる。

#### 【0071】

別の実施態様ではバッテリー充電センサがさらに多くのプラズモン発現成分を有しているのでバッテリー充電センサの信頼性および正確性が増している。多くのプラズモン発現成分を備えているバッテリー充電センサを多重化バッテリー充電センサと言う。

10

#### 【0072】

ここで多重化とは、測定しようとしている充電状態に対する応答が個々それぞれで幾らか異なる多くのプラズモン発現成分を利用することと解釈されなければならない。例えば、電極材料や電解質材料のようなバッテリー内の諸材料の組成変化などを含むバッテリーの充電状態の変化に対して異なる応答を示す多くの異なるプラズモン発現成分をバッテリー充電センサの中に配備することにより多重化が実施される。

#### 【0073】

別の実施態様ではバッテリー充電センサは付加的な発現成分を備えている。付加的な発現成分は、電極材料と個々の発現成分との間に分離層を有するプラズモン発現成分と、保護層とを有している。この構成では、プラズモン発現成分はバッテリーの充電状態と温度とが組み合わさった影響を測定するが、付加的なプラズモン発現成分は温度しか測定しない。温度しか測定しない付加的なプラズモン発現成分から得られる情報を用いることによりプラズモン発現成分から得られる信号から温度の影響を取り除くことができるのでより正確にバッテリーの充電状態を知ることができる。この考えを拡張すれば、それぞれが一種類以上の特性を測定する多くの異なる発現成分を用いて複数の発現成分の少なくとも一部分から得られる複合情報を利用してバッテリーの充電状態に関して所望する特定の情報を抽出することができる。

20

#### 【0074】

多重化する理由としては、例えば、バッテリーの異なる部分に発現領域が広がっている多くの異なるプラズモン発現成分をバッテリー充電センサが備えていれば、例えば、三重化の例を挙げれば、あるプラズモン発現成分が電解質材料だけを調べ、別のプラズモン発現成分が電極材料だけを調べ、さらに別のプラズモン発現成分が材料は調べないが温度だけを調べるようにすることができるので、このようにして得られる多くの異なる測定値を組み合わせることによりバッテリーの充電状態に関するより正確な情報を取得することができるようになることが挙げられる。

30

#### 【実施例2】

#### 【0075】

図2は、この発明の別の実施態様に属するバッテリー200を示す。バッテリー200は、二種類の電極材料102a、102bと、電解質材料104と、二台のバッテリー充電センサ206、306とを備えている。バッテリー充電センサ206はプラズモン発現成分208を備えている。プラズモン発現成分208は、所定の深さで電極材料102aの中に配置されている。プラズモン発現成分208の発現領域210は電極材料102aの一部分を覆っている。バッテリー充電センサ206は分離層112も備えている。

40

#### 【0076】

電極材料102a、102bはバッテリーの種類に応じて同じ場合もあれば異なる場合もあることは、この技術分野の熟練者であれば分かることである。

#### 【0077】

バッテリー電極はバッテリーの基本的な構成要素である。バッテリーの充電状態が変わると、バッテリー電極の組成と誘電率が変わる。したがって、バッテリー電極の変化をもっぱら測定する局在表面プラズモン共鳴には価値がある。所望の充電状態情報を得るには多くの場合

50

局在表面プラズモン共鳴で十分である。

【0078】

完全に充電されてしまってもいなければ完全に放電されてしまってもいないバッテリーのバッテリー電極は組成が均質でない。したがって、バッテリー電極の様々な異なる所定の深さのような多くの異なる位置でバッテリー電極の局所的な組成を測定することができれば、バッテリーの充電状態に関してより詳しい情報が得られるので有利である。これは種々様々な方法で実現することができる。例えば、幾つかの所定の深さでバッテリー電極の中にプラズモン発現成分を挿入したり、プラズモン発現成分を楔形の電極材料被膜で覆ったりして実現することができる。後者の場合、プラズモン発現成分と電解質材料との間で発現成分の位置が変われば電極材料から成る電極の厚さが変わる。このため、楔状の異なる厚さ毎に局所的または空間的な情報が得られるように、光学的な照射検出システムが構成される。

10

【0079】

バッテリー200はプラズモン発現成分308をさらに有している。プラズモン発現成分308は電解質材料104の中に配置されていて、プラズモン発現成分308の発現領域310が電解質材料104の一部を覆っている。バッテリーの充電状態は電解質の組成に依存しているのでこの構成は有利である。例えば、鉛酸蓄電池が完全に充電されている状態から完全に放電されている状態に変化するとバッテリーの組成は本質的に硫酸から水に変わる。電解質のこの組成変化には誘電性の変化が伴う。発現領域が電解質と重なるようにプラズモン発現成分が配置されていれば局在表面プラズモン共鳴により誘電性の変化を測定することができる。したがって、電解質だけを測定することによりバッテリーの充電状態に関する十分な情報が得られる。

20

【0080】

別の実施態様に属するバッテリー充電センサは分離層を備えていない。これによりバッテリー充電センサは組み立てが容易になる。

【0081】

さらに別の実施態様では、一本のまたは複数本の電極の異なる複数の位置で充電状態を測定するように配置されたプラズモン発現成分をバッテリー充電センサが備えている。バッテリーの充電状態は一本の電極上で異なっているかもしれないし、または複数本の電極間において異なっているかもしれないので、この構成は有利である。

【0082】

他の実施態様に属するプラズモン発現成分は、棒状、針金状、楕円形状、多角形状、三角形状、球状、立方体状、星状、薄い金属膜にある穴、ナノ殻、芯殻粒子、ナノ米、ナノ環のいずれかの形状でさしつかえない。

30

【0083】

付加的なプラズモン発現成分の材料や形状がプラズモン発現成分に関してこれまでに示した材料や形状と同じであることに注意されたい。

【0084】

プラズモン発現成分は半導体や金属で構わない。半導体は、電子や正孔などの多くの自由電荷担体を有しているので半導体プラズモン発現成分では局在表面プラズモン共鳴状態が得られる。これは、例えば、半導体をドーピングすることにより達成することができる。半導体の材料としては、例えば、シリコン、炭素、3-5族半導体材料があるが、いずれも材料科学や半導体技術の分野では既知の材料である。したがって、例えば、標準的なエピタキシャル成長処理技術や加工技術を使用することができるのでバッテリー充電センサの加工を促進させることができる。

40

【0085】

金属は、Ag、Cu、Al、Mg、Ni、Pd、Ptから成る群から選択された金属であるか、あるいはこの群から選択された少なくとも一つの金属を含有した合金であるかのいずれかである。これらの金属は、電磁スペクトルの紫外線から近赤外線の波長範囲で局在表面プラズモン共鳴を引き起こすことが知られている。したがって、標準的な光学技術を用いてプラズモン発現成分に局在表面プラズモン共鳴を生じさせたりプラズモン発現成

50

分の局在表面プラズモン共鳴を検出したりすることができるので局在表面プラズモン共鳴状態の変化の検出が容易である。

【0086】

局在表面プラズモン共鳴を引き起こす他の材料を使用しても当然構わない。

【0087】

上に示したプラズモン発現成分の材料や形状や寸法を変えることによりバッテリー充電センサの電磁特性が変わることが理解される。したがって、局在表面プラズモン共鳴を引き起こす特定の波長の光を適切な波長範囲にすることにより局在表面プラズモン共鳴状態を調整することができる。

【0088】

この目的のために形状や寸法の異なる様々な材料のプラズモン発現成分をバッテリー充電センサが備えていることがある。プラズモン発現成分が異なれば局在表面プラズモン共鳴が異なるのでプラズモン発現成分の特定と解析が容易になる。

【実施例3】

【0089】

図3は、この発明の一実施態様に属していてバッテリー100の充電状態を特定するシステム400を示す。このシステムは、バッテリー100と、電磁放射源402とを具備している。電磁放射源402は、バッテリー充電センサ106のプラズモン発現成分108を照らしてプラズモン発現成分108が局在表面プラズモン共鳴状態を示すように配置されている。システム400は検出器404と処理装置406も備えている。検出器404は、プラズモン発現成分108の局在表面プラズモン共鳴状態に関係する電磁放射を検出するように配置されている。処理装置406は、検出された電磁放射を解析してバッテリー100の充電状態を特定する。

【0090】

したがって処理装置406は、プラズモン発現成分の局在表面プラズモン共鳴状態に関係していて散乱したり反射したり透過したりした光の測定に用いられる。バッテリーの充電状態を特定するシステム400は、バッテリー充電センサの信頼性や堅牢性を利用してバッテリー100の充電状態を特定する。バッテリー充電センサにより散乱したり反射したりバッテリー充電センサを透過したりした電磁放射を検出することにより局在表面プラズモン共鳴や局在表面プラズモン共鳴の変化を監視する効率的なシステムがさらに提供される。

【0091】

バッテリーの充電状態を特定するシステムを配置して空間的またはスペクトル的に分解する分光技術や画像化技術を用いることによってプラズモン発現成分の少なくとも1つの局在表面プラズモン共鳴を監視したり、複数のプラズモン発現成分の局在表面プラズモン共鳴を監視したりしても構わない。

【0092】

バッテリー充電センサ106を照らす電磁放射源402は紫外線から赤外線の波長範囲の電磁放射を含む白色光のような広帯域照明源でも構わない。そのような照明源は、バッテリー充電センサ106のプラズモン発現成分の局在表面プラズモン共鳴の効率的な励起と分光分析を提供する。電磁放射源402は、レンズや鏡のような従来の光学部品を使用することができるので費用をかけずに簡単な器具により実現することができる。例えば、標準的なシリコン製検出器を用いて局在表面プラズモン共鳴や局在表面プラズモン共鳴の変化を検出することができる。

【0093】

バッテリー100の充電状態を特定するシステム400ではバッテリー充電センサ106で反射したりバッテリー充電センサ106を透過したりした光を検出器404が検出する。プラズモン発現成分108の局在表面プラズモン共鳴の励起に関連する消衰スペクトル（図示せず）が例えば電磁放射源402からの光を正規化する従来の方法を用いて処理装置406により得られる。

【0094】

プラズモン発現成分108の選択と、バッテリー401に用いられる材料と、バッテリー401の充電状態とに起因する特性が消衰スペクトルにはある。スペクトルの中心波長、ピーク強度、半値幅などのパラメータにより消衰スペクトルを記述することができる。半値幅は、例えば、プラズモン発現成分108の局在表面プラズモン共鳴の減衰に関連している。パラメータは処理装置406により特定される。消衰スペクトルを解析することによりパラメータが得られ、得られたパラメータからバッテリーの充電状態を特定することができる。ある実施態様ではバッテリーの少なくとも一つの既知の充電状態を用いてシステムが校正される。

#### 【0095】

散乱や吸収のような別の種類の光学的現象を監視しても局在表面プラズモン共鳴状態を検出することができること、したがって、バッテリーの充電状態を特定することができることはこの技術分野の熟練者であれば理解するものと認められる。

10

#### 【0096】

他の様々な実施態様では、共鳴周波数のスペクトル位置、光学的断面の振幅、局在表面プラズモン共鳴の減衰、これらのいずれかの変化から充電状態が特定されることに注意すること。電磁放射源402は単色光も提供するかも知れない。広帯域源と光学フィルタまたはモノクロメータとを用いるか、狭帯域光を照射するダイオードやレーザを用いるかすれば単色光を得ることができる。

#### 【0097】

さらに電磁放射源402は、バッテリー充電センサの付加的なプラズモン発現成分を照射するようにも配置されている。この構成により付加的なプラズモン発現成分が局在表面プラズモン共鳴状態を示すことができる。

20

#### 【実施例4】

#### 【0098】

図4は、バッテリーの充電状態を特定するこの発明の一実施態様に基づく方法500の概要を示すフローチャートである。この方法は、上に述べた諸実施態様のいずれかに属するバッテリーを提供すること502と、プラズモン発現成分を局在表面プラズモン共鳴状態にするようにバッテリー充電センサのプラズモン発現成分を電磁放射源により照射すること504と、プラズモン発現成分の局在表面プラズモン共鳴状態に関係する電磁放射を検出器により検出すること506と、バッテリーの充電状態を特定するために検出された電磁放射を処理装置により解析すること508とを具備している。

30

#### 【0099】

この方法は、バッテリー充電センサの付加的なプラズモン発現成分を電磁放射源により照射して付加的なプラズモン発現成分を局在表面プラズモン共鳴状態にすることと、付加的なプラズモン発現成分の局在表面プラズモン共鳴状態に関係する電磁放射を検出器により検出することとをさらに具備している。

#### 【0100】

一般に、上に述べたバッテリー充電センサを備えたバッテリーやバッテリーの充電状態を特定するシステムとの関連で、上に述べた効果に類似した効果がこの発明による方法でも得られる。

40

#### 【0101】

この発明は、上に述べた好ましい諸実施態様に決して限定されない。むしろ、添付した請求の範囲で多くの修正や変形をすることができる。

#### 【0102】

この発明を実施する熟練者が図面や開示や添付した請求の範囲を検討すれば上に開示した諸実施態様を様々に修正することができる。また、図面や明細書には好ましい実施態様や発明の例が開示されているが、開示に使用されている特別な用語は飽くまでも叙述のための一般的な意味合いで用いられているのであって限定する目的では一切使用されていないことを断っておく。発明の範囲は請求の範囲に記載されている。請求の範囲に用いられている用語「comprising」が他の要素や工程を排除することはなく、不定冠詞の「a」や

50

「a n」が複数を排除することはないことも断っておく。

【図 1】

図 1

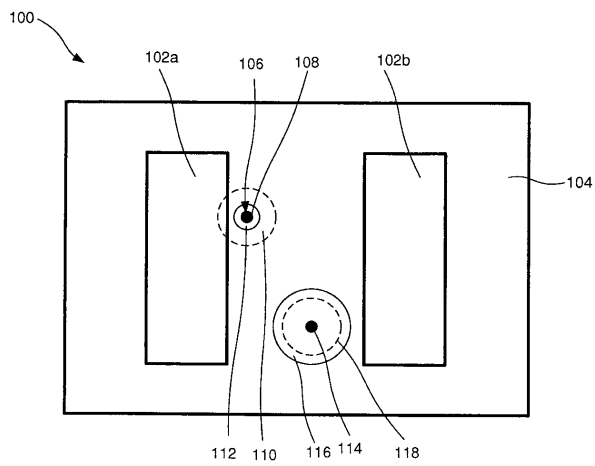


FIG. 1

【図 2】

図 2

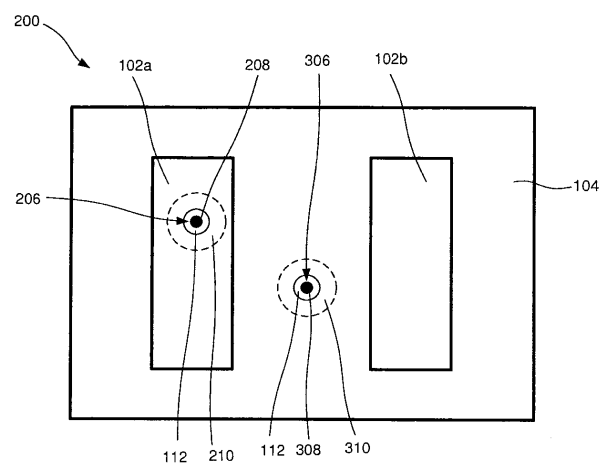
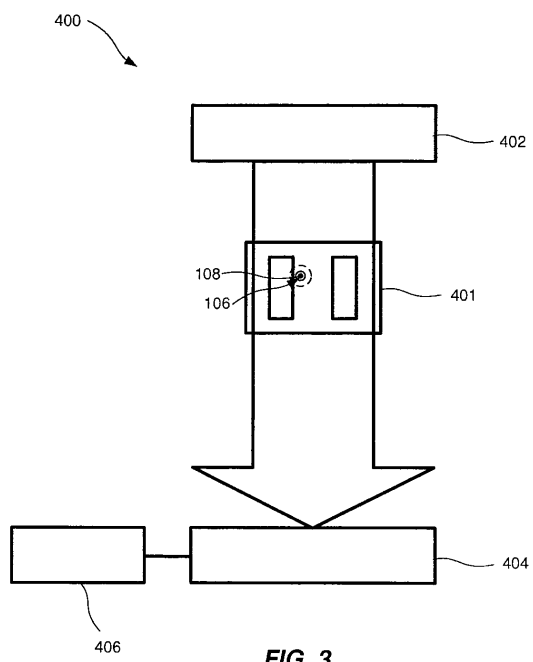


FIG. 2



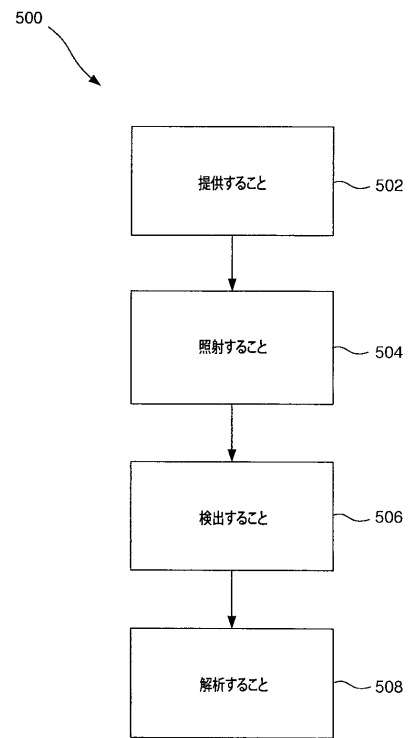
【図 3】

図 3



【図 4】

図 4



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/055745

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01M10/42 G01N21/552 H01M10/48  
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 G01N

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, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages        | Relevant to claim No.   |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| X         | JP 2002 350314 A (SUZUKI MOTOR CO)<br>4 December 2002 (2002-12-04)                        | 1,3-5,<br>7-9,12,<br>13 |
| Y         | paragraphs [0002], [0006] - [0008],<br>[0010], [0011], [0012], [0020] -<br>[0022], [0035] | 10,11                   |
| A         | figures 1-4                                                                               | 2                       |
| X         | US 2005/117158 A1 (KANAI NARITOSHI [JP] ET<br>AL) 2 June 2005 (2005-06-02)                | 1,3-9,<br>12,13         |
| Y         | paragraphs [0002], [0026], [0027],<br>[0031], [0032], [0036], [0038] -<br>[0040], [0043]  | 10,11                   |
|           | figures 3,5                                                                               |                         |
|           | -----<br>-/--                                                                             |                         |

☒ 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

15 April 2015

Date of mailing of the international search report

28/04/2015

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

Langouët, Sylvain

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/055745

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                                                                                                                           |                         |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Category*                                            | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                        | Relevant to claim No.   |
| X                                                    | CN 102 621 078 B (UNIV TSINGHUA GRADUATE SCHOOL) 5 March 2014 (2014-03-05)                                                                                                                                | 1,3-5,<br>7-9,12,<br>13 |
| Y                                                    | the whole document<br>-----                                                                                                                                                                               | 10,11                   |
| X                                                    | CN 102 608 041 B (UNIV TSINGHUA GRADUATE SCHOOL) 5 March 2014 (2014-03-05)                                                                                                                                | 1,3-5,<br>7-9,12,<br>13 |
| Y                                                    | the whole document<br>-----                                                                                                                                                                               | 10,11                   |
| Y                                                    | CHRISTOPH LANGHAMMER: "Nanoplasmonic sensing for nanomaterials science and catalysis", SPIE NEWSROOM, 23 May 2012 (2012-05-23), XP055182328, DOI: 10.1117/2.1201205.004244<br>the whole document<br>----- | 10,11                   |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/055745

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)          | Publication<br>date      |
|-------------------------------------------|----|---------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| JP 2002350314                             | A  | 04-12-2002          | NONE                                |                          |
| US 2005117158                             | A1 | 02-06-2005          | JP 2005156415 A<br>US 2005117158 A1 | 16-06-2005<br>02-06-2005 |
| CN 102621078                              | B  | 05-03-2014          | CN 102621078 A<br>HK 1169857 A1     | 01-08-2012<br>18-07-2014 |
| CN 102608041                              | B  | 05-03-2014          | CN 102608041 A<br>HK 1168424 A1     | 25-07-2012<br>18-07-2014 |

---

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

Fターム(参考) 2G059 AA01 AA05 BB04 BB08 BB15 EE04 EE12 GG01 GG02 HH01  
HH02 HH03 JJ01 JJ02 KK01  
2G216 BA01 CD01  
5H030 AA01 AA06 AS08 FF41