

(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2017-535230

(P2017-535230A)

(43) 公表日 平成29年11月24日(2017.11.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO2J 7/00 (2006.01)</b>	HO2J 7/00 Y	2G216
<b>HO1M 10/48 (2006.01)</b>	HO2J 7/00 B	5G503
<b>GO1R 31/36 (2006.01)</b>	HO1M 10/48 301	5H030
<b>B60L 3/00 (2006.01)</b>	HO1M 10/48 P	5H125
<b>B60L 11/18 (2006.01)</b>	GO1R 31/36 A	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-513214 (P2017-513214)  
 (86) (22) 出願日 平成27年9月2日 (2015.9.2)  
 (85) 翻訳文提出日 平成29年5月1日 (2017.5.1)  
 (86) 国際出願番号 PCT/FR2015/052318  
 (87) 国際公開番号 W02016/038276  
 (87) 国際公開日 平成28年3月17日 (2016.3.17)  
 (31) 優先権主張番号 1458508  
 (32) 優先日 平成26年9月10日 (2014.9.10)  
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(71) 出願人 507308902  
 ルノー エス. ア. エス.  
 フランス国 エフ-92100 ブローニ  
 ユーピヤンクール, ケル ガロ 13-  
 15  
 (74) 代理人 110002077  
 園田・小林特許業務法人  
 (72) 発明者 サン-マルクー, アントワーヌ  
 フランス国 エフ-91120 パレゾー  
 , リュ パストゥール 32  
 (72) 発明者 ドロベル, ブリュノ  
 フランス国 エフ-75015 パリ,  
 アリー ドゥ ラ ベルトゥロット 4  
 Fターム(参考) 2G216 AB01 BA23 BA34 BA71

最終頁に続く

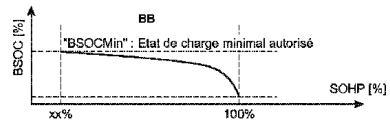
(54) 【発明の名称】 バッテリーの動作範囲を管理する方法

(57) 【要約】

本発明は、バッテリーの許容動作範囲の管理方法に関する。前記許容動作範囲は、バッテリーの充電状態の、最低レベル(BSOC<sub>min</sub>)と最高レベル(BSOC<sub>max</sub>)との間に限定されており、前記方法は、前記バッテリーの出力に関する健全性(SOHP)を推定するステップを含み、前記出力に関する健全性は、前記動作範囲の全体にわたって必要最低出力レベルを供給するように前記バッテリーの容量を特徴づけ、前記方法は、出力に関する健全性が低下するときに前記充電状態の前記最低レベルが上昇するように、前記出力に関する健全性(SOHP)の推定値に応じて前記バッテリーの前記充電状態の最低レベル(BSOC<sub>min</sub>)を決定するステップをさらに含むことを特徴とする。

【選択図】 図6

Fig.6



BB Minimum authorised state of charge

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

バッテリーの許容動作範囲を管理する方法であって、前記許容動作範囲は、前記バッテリーの充電状態の、最低レベル（ $BSOC_{min}$ ）と最高レベル（ $BSOC_{max}$ ）との間に限定されており、前記方法は、前記バッテリーの出力に関する健全性（SOHP）を推定するステップを含み、前記出力に関する健全性は、前記動作範囲の全体にわたって必要最低出力レベルを供給するように前記バッテリーの容量を特徴づけ、前記方法は、前記出力に関する健全性が低下するときに前記充電状態の最低レベルが上昇するように、前記出力に関する健全性（SOHP）の推定値に応じて前記バッテリーの前記充電状態の最低レベル（ $BSOC_{min}$ ）を決定するステップをさらに含むことを特徴とする、方法。

10

## 【請求項 2】

前記出力に関する健全性が低下するときに前記充電状態の最高レベルが上昇するように、前記バッテリーの前記出力に関する健全性（SOHP）の推定値に応じて前記バッテリーの前記充電状態の最高レベル（ $BSOC_{max}$ ）を決定するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

- 前記バッテリーのエネルギーに関する健全性（SOHE）であって、前記動作範囲の全体にわたって必要最低エネルギーレベルを供給するように、前記バッテリーの容量を特徴づける前記エネルギーに関する健全性を推定するステップ、

- エネルギーに関する健全性が低下するときに前記充電状態の最高レベルが上昇するように、前記バッテリーの前記エネルギーに関する健全性の推定値に応じて前記バッテリーの前記充電状態の最高レベル（ $BSOC_{max}$ ）を決定するステップ

20

を含む、請求項 1 または 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記バッテリーの寿命開始時に前記バッテリーの前記充電状態の最低レベル（ $BSOC_{min}$ ）を低下させることを含むステップを含む、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記バッテリーの寿命開始時に前記バッテリーの前記充電状態の最高レベル（ $BSOC_{max}$ ）を低下させることを含むステップを含む、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の方法。

30

## 【請求項 6】

前記バッテリーの前記出力に関する健全性（SOHP）の推定は、所与の温度条件及び充電状態条件における前記バッテリーの内部抵抗と、前記バッテリーの新品時の前記条件下における前記内部抵抗値とを比較することを含む、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 7】

バッテリーの許容動作範囲を管理する装置であって、

前記許容動作範囲は、前記バッテリーの充電状態の、最低レベル（ $BSOC_{min}$ ）と最高レベル（ $BSOC_{max}$ ）との間に限定されており、前記装置は、前記バッテリーの出力に関する健全性（SOHP）であって、前記動作範囲の全体にわたって必要最低出力レベルを供給するように前記バッテリーの容量を特徴づける前記出力に関する健全性を推定する手段と、前記バッテリーの出力に関する健全性が低下するときに前記充電状態の最低レベルが上昇するように、前記出力に関する健全性の推定値に応じて前記バッテリーの前記充電状態の最低レベルを決定することが可能である処理手段とを含む、装置。

40

## 【請求項 8】

前記処理手段は、前記バッテリーの前記出力に関する健全性が低下するときに前記充電状態の最高レベルが上昇するように、前記バッテリーの前記出力に関する健全性の推定値に応じて前記バッテリーの前記充電状態の最高レベル（ $BSOC_{max}$ ）を決定し得ることを特徴とする、請求項 7 に記載の装置。

50

## 【請求項 9】

前記装置は、前記バッテリーのエネルギーに関する健全性（SOHE）であって、前記動作範囲の全体にわたって必要最低エネルギーレベルを供給するように、前記バッテリーの容量を特徴づける前記エネルギーに関する健全性を推定する手段を含み、前記処理手段は、前記バッテリーの前記エネルギーに関する健全性が低下するときに前記充電状態の最高レベルが上昇するように、前記バッテリーの前記エネルギーに関する健全性の推定値に応じて前記バッテリーの前記充電状態の最高レベル（BSOC<sub>max</sub>）を決定することが可能であることを特徴とする、請求項 7 または 8 に記載の装置。

## 【請求項 10】

バッテリーと、請求項 7 から 9 のいずれか一項に記載の、前記バッテリーの許容動作範囲を管理する装置とを備える、自動車。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、蓄電池の動作範囲を管理する方法に関する。

## 【0002】

排他的にはではないが、想定される利用分野の 1 つは、具体的には電気自動車、ハイブリッド自動車または充電式ハイブリッド自動車で使用されるリチウムイオンバッテリーの管理である。このタイプのバッテリーは、公称電圧を供給するように設計された、再充電可能な電気化学システムを含む複数の蓄電池またはセルを備える。

20

## 【背景技術】

## 【0003】

バッテリーの動作範囲は、充電及び放電の両方に関して、このバッテリーの充電状態（SOC）の許容範囲に相当する。この動作範囲は、一方では、バッテリーにそれを上回る上昇が許容されていない充電状態に相当する最高充電状態によって特徴づけられ、また他方では、バッテリーにそれを下回る下降が許容されていない充電状態である最低充電状態によって特徴づけられる。

## 【0004】

最高許容充電状態は、例えばバッテリーの電極間で測定され得る、充電終止電圧またはカットオフ電圧によって規定される。この電圧は実際、バッテリーを形成するセルの充電限界を表している。言い換えれば、これは、充電が実際に終了したことを判定するために、各セルの電極間の最高電圧が充電終了時に到達しなければならない値である。充電終止電圧が高い場合には、バッテリーの寿命開始時において利用可能なエネルギーは増大するが、これに対してバッテリーの経年劣化は早くなる。したがって、充電終止電圧を管理するため、短期間にバッテリーによって提供されるエネルギーレベルとバッテリーの耐久性との間で、妥協点を見出すことが必要である。

30

## 【0005】

バッテリーの最低充電状態を管理するという問題が、同様に重大であることは理解されよう。実際、最低充電状態が高すぎる場合、ユーザが利用可能なエネルギーは、必要最低エネルギーレベルに対して望ましいレベルのものではない。一方、最低充電状態が低すぎる場合、ある利用例、具体的には低温を伴う条件においては、バッテリーが、必要最低出力レベルを供給できないレベルの充電状態になってしまうリスクがある。したがって、バッテリーの最低許容充電状態を管理するため、ユーザに対して保証したい望ましいエネルギーレベルと、冷間時を含むバッテリーの動作範囲全体にわたる、バッテリーの利用可能な放電出力との間で、妥協点を見つけることもまた必要である。

40

## 【0006】

したがって、主にセルと専用のBMS（バッテリー管理システム）コンピュータからなるバッテリーシステムは、性能について言えば、寿命開始時のみならず何年か後にも、必要最低エネルギーレベルが保証されなければならないし、寿命開始時のみならず何年か後にも、動作範囲全体にわたって、必要最低出力レベルが保証されなくてはならない。

50

## 【 0 0 0 7 】

特許文献 W O 2 0 1 2 0 7 4 4 0 6 は、温度、電気ネットワーク及び充電器のタイプと  
いった種々の条件に適合させてバッテリーを充電することを確実にするため、充電器に対し  
て提供するための修正可能な充電アルゴリズムを B M S が決定できる、電気自動車のバッ  
テリーの充電の管理方法を開示している。この方法によって、公称条件における望ましいエ  
ネルギーレベルまで、バッテリーを充電することが可能になる。しかし、前記方法では、利  
用可能なエネルギーレベルに影響し得る「分散」の原因全てを管理することはできない。  
実際、困難のうちの 1 つは、所定の充電終止電圧においてユーザが利用可能なエネルギー  
は、主として以下の 3 つの要素に関して、同じではないという事実にある。

- バッテリーの温度。このため、バッテリーの温度が低いほど、セルの内部抵抗は大きくな  
り、この充電終止電圧から放電され得るエネルギーの量はより小さくなる。
- バッテリーの経年。バッテリーの健全性が劣化するほど、バッテリー内の利用可能容量 ( A  
. h で表される ) は制限され、この充電終止電圧から放電され得るエネルギーの量は小さ  
くなる。
- 最高充電量を有するセルの充電状態と、最低充電量を有するセルの充電状態との差と  
して規定される、セルの不均衡。このため、セルの不均衡が大きいほど、この充電終止電  
圧から放電され得るエネルギーの量は小さくなる。なぜならば、最低のセルが他のセルよ  
りも速く放電終止電圧の限界 ( 最低充電状態 ) に到達するからである。

## 【 発明の概要 】

## 【 0 0 0 8 】

したがって、発生する問題であって本発明が解決を目指す 1 つの問題は、バッテリーの動  
作範囲の管理方法を提供し、バッテリーの経年に沿って、厳密に必要な必要最低エネルギー  
レベルと必要最低出力レベルが保証され得るようにすることである。

## 【 0 0 0 9 】

この目的のため、本発明は、バッテリーの許容動作範囲の管理方法を提供する。前記許容  
動作範囲は、バッテリーの充電状態の、最低レベルと最高レベルとの間に限定されており、  
前記方法は、前記バッテリーの出力に関する健全性を推定するステップを含み、前記出力に  
関する健全性は、前記動作範囲の全体にわたって必要最低出力レベルを供給するようにバ  
ッテリーの容量を特徴づけ、前記方法は、出力に関する健全性が低下するときに前記充電状  
態の最低レベルが上昇するように、前記出力に関する健全性の推定値に応じて前記バッテ  
リーの前記充電状態の最低レベルを決定するステップをさらに含むことを特徴とする。

## 【 0 0 1 0 】

したがって、バッテリーの出力に関する健全性に応じて充電状態の最低許容レベルを調整  
するおかげで、経年に伴うバッテリーの許容放電出力の漸減を補償することが可能になる。

## 【 0 0 1 1 】

有利には、本方法は、出力に関する健全性が低下するときに前記充電状態の最高レベル  
が上昇するように、前記バッテリーの前記出力に関する健全性の推定値に応じて前記バッテ  
リーの前記充電状態の最高レベルを決定するステップをさらに含み得る。有利には、これに  
よって経年に伴う許容放電出力の漸減を補償することが可能になる。

## 【 0 0 1 2 】

有利には、バッテリー容量の減少を補償するため、方法は以下のステップもまた含み得る  
。

- 前記バッテリーのエネルギーに関する健全性であって、前記動作範囲の全体にわたっ  
て必要最低エネルギーレベルを供給するように、前記バッテリーの容量を特徴づける前記エ  
ネルギーに関する健全性を推定するステップ、

- エネルギーに関する健全性が低下するときに前記充電状態の最高レベルが上昇する  
ように、前記バッテリーの前記エネルギーに関する健全性の推定値に応じて前記バッテリーの  
前記充電状態の最高レベルを決定するステップ。

## 【 0 0 1 3 】

別の有利な特徴によると、バッテリーの寿命全体にわたって厳密に必要な必要最低出力レ

10

20

30

40

50

ベルが保証され得るようにするため、方法は、前記バッテリーの寿命開始時において前記バッテリーの前記充電状態の最低レベルを低下させることを含むステップを含み得る。

【0014】

別の有利な特徴によると、バッテリーの動作範囲を限定することによって、寿命開始時にバッテリーの劣化を制限し得るようにするため、方法は、前記バッテリーの寿命開始時において前記バッテリーの前記充電状態の最高レベルを低下させることを含むステップもまた含み得る。

【0015】

有利には、前記バッテリーの前記出力に関する健全性の推定は、所与の温度条件及び充電状態条件におけるバッテリーの内部抵抗と、バッテリーの新品時の前記条件下における前記内部抵抗値とを比較することを含む。

10

【0016】

別の態様によると、本発明は、プロセッサによって実行されたときに、本発明の方法のステップを行う命令を含む、コンピュータプログラムに関する。

【0017】

上記のバッテリーの動作範囲の管理方法は、例えばマイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、または他の手段といった、デジタル処理手段によって実装され得る。有利には、本方法は専用のバッテリーシステムコンピュータ(BMS)によって実装され得る。

【0018】

この目的のため、バッテリーの許容動作範囲を管理する装置もまた提供される。前記許容動作範囲は、バッテリーの充電状態の、最低レベルと最高レベルとの間に限定されており、前記装置は、前記バッテリーの出力に関する健全性を推定する手段を含み、前記出力に関する健全性は、前記動作範囲の全体にわたって必要最低出力レベルを供給するように前記バッテリーの容量を特徴づけ、処理手段は、前記バッテリーの出力に関する健全性が低下するときに前記充電状態の最低レベルが上昇するように、前記出力に関する健全性の推定値に応じて前記バッテリーの前記充電状態の最低レベルを決定することが可能である。

20

【0019】

有利には、前記処理手段は、前記バッテリーの出力に関する健全性が低下するときに前記充電状態の最高レベルが上昇するように、前記バッテリーの前記出力に関する健全性の推定値に応じて前記バッテリーの前記充電状態の最高レベルを決定し得る。

30

【0020】

好ましくは、装置は、前記バッテリーのエネルギーに関する健全性であって、前記動作範囲の全体にわたって必要最低エネルギーレベルを供給するように、前記バッテリーの容量を特徴づける前記エネルギーに関する健全性を推定する手段を含み、前記処理手段は、前記バッテリーのエネルギーに関する健全性が低下するときに前記充電状態の最高レベルが上昇するように、前記バッテリーの前記エネルギーに関する健全性の推定値に応じて前記バッテリーの前記充電状態の最高レベルを決定することが可能である。

【0021】

この装置は、例えば1または複数のプロセッサを備え得るか、または1または複数のプロセッサと一体化され得る。

40

【0022】

本発明は、バッテリーと、上記のような、前記バッテリーの許容動作範囲の管理デバイスとを備える自動車にもまた関する。

【0023】

本発明の他の特徴と利点は、完全に非限定的な例として示される後述の本発明の具体的実施形態の記載を読み、添付図面を参照することで、明らかとなるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】図1は、いわゆる基準バッテリーの、バッテリーの経年に応じた許容動作範囲を表すグラフと、並行して、これもまた経年に応じた、環境温度(例えば25°C)においてユ

50

ーザが利用可能なエネルギーを表すグラフと、冷間時の充電状態の最低許容レベルにおいて利用可能な出力を表すグラフの例を示す。

【図2】本発明の第1の手法による、厳密に必要な望ましい性能レベル（利用可能なエネルギー及び利用可能な出力）の供給を可能にする、バッテリーの許容動作範囲の管理の例を示す、図1と同様のグラフである。

【図3】第1の手法と組み合わせられ得る、本発明の第2の手法による、バッテリーの許容動作範囲の管理の例を示す、図1と同様のグラフである。

【図4】バッテリーの出力に関する健全性を推定するための実施形態を示すグラフである。

【図5】バッテリーの利用可能放電出力を決定するための実施形態を示すグラフである。

【図6】バッテリーの経年に応じた、充電状態の最低許容レベルのマップの一例を示すグラフである。

【図7】バッテリーの経年に応じた、充電状態の最高許容レベルのマップの一例を示すグラフである。

【図8】バッテリーのエネルギーに関する健全性に応じて、充電終止電圧を決定する一例を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0025】

本書の残りの部分で使用される変数を、以下に列挙する。

$N$  : バッテリー内のセルの数である。

$V_{cell}^i$  :  $i$  番目のセルの電圧である（単位は [ V ] ）。

$V_{max}^{cell} = \max(V_{cell}^i, i = 1 \dots N)$  : 最高セル電圧である（単位は [ V ] ）。

$V_{min}^{cell} = \min(V_{cell}^i, i = 1 \dots N)$  : 最低セル電圧である（単位は [ V ] ）。

$BSOC$  : バッテリーの充電状態である（ $SO C$  は  $S t a t e \ O f \ C h a r g e$  の略、単位は [ % ] ）。

$OCV$  : セルの無負荷電圧である（単位は [ V ] ）。

$BSOC_{min}$  : 充電状態の最低レベルであり、バッテリーはそれを下回る下降は許容されていない（単位は [ % ] ）。

$BSOC_{max}$  : 充電状態の最高レベルであり、バッテリーはそれを上回る上昇は許容されていない（単位は [ % ] ）。

$Q_{max}$  : バッテリーの総容量である（単位は [ A . h . ] ）。

$SOHE$  : バッテリーのエネルギーに関する健全性である（単位は [ % ] ）。

エネルギーに関する健全性は、必要最低エネルギーレベルを供給するためのバッテリーの容量を表し、これ以降、基準温度（例えば  $25^{\circ}C$  ）、一定の基準電流（例えば  $1C$  ）で、カットオフ電圧（例えば  $2.5V$  ）に到達するまで、所与のバッテリーの寿命において、満充電されたバッテリーが放電し得るエネルギーと、バッテリーの新品時の同条件下における、バッテリーが放電し得るエネルギーとの間の比率によって規定される。このように、寿命開始時にはこの比率は  $100\%$  であり、徐々に低下する。実際、バッテリーの使用と経年の間に生じる物理的及び化学的な不可逆的变化の結果、バッテリーの健全さ（性能）はバッテリーの寿命の間に漸進的に劣化する傾向があり、最終的にはバッテリーはそれ以上使用できない状態に至る。このように  $SOHE$  は、バッテリーの健全性と、新品のバッテリーと比較した、利用可能なエネルギーという具体的な性能を供給するバッテリーの容量とを示している。

$DCR_{cell}^i$  : セルの内部抵抗である（単位は [ ohm ] ）。

$SOHP$  : バッテリーの出力に関する健全性である（単位は [ % ] ）。

出力に関する健全性は、必要最低出力レベルを供給するためのバッテリーの容量を表し、これ以降、基準温度（例えば  $-20^{\circ}C$  ）、基準充電状態（例えば  $BSOC = 20\%$  ）で、所与のバッテリーの寿命におけるバッテリーの  $10$  秒間の内部抵抗と、バッテリーの新品時の同条件下における内部抵抗との間の比率によって規定される。したがって、この比率は寿命の開始時には  $10$

10

20

30

40

50

0%であり、次第に低下する（少なくとも、バッテリーの一定の経年レベルを超えた場合）。このようにSOHPは、バッテリーの健全性と、新品のバッテリーと比較した、許容される利用可能な放電出力という具体的な性能を供給するバッテリーの容量とを示している。

#### 【0026】

バッテリーの許容動作範囲は、常に、BMSシステムによって規定される。バッテリーの許容動作範囲は、場合によっては温度に依存することもある。既定では、図1のグラフに示されるように、最低充電状態レベル $BSOC_{min}$ と最高充電状態レベル $BSOC_{max}$ との間に限定されるこの許容動作範囲は、当初、バッテリーの経年に応じた変化はしないと考えられ得る。言い換えれば、許容される最低充電状態レベル $BSOC_{min}$ と最高充電状態レベル $BSOC_{max}$ は、バッテリーの経年に対して固定のままである。

10

#### 【0027】

このケースで、バッテリーの容量が、環境温度における最低期間（通常2年間）の必要最低エネルギーレベルと、冷間時（通常 $-20^{\circ}C$ ）の $BSOC_{min}$ における必要最低出力レベルとを同時に保証するようにサイズ決めされている場合には、図1のグラフに示すように、バッテリーの寿命開始時に、ユーザが冷間時（通常 $-20^{\circ}C$ ）の $BSOC_{min}$ における利用可能出力の余剰と、環境温度における利用可能エネルギーの余剰とを両方有することが理解される。

#### 【0028】

こうして、図2のグラフに示されるように、バッテリーの動作範囲の管理を最適化する第1の方法は、バッテリーの寿命全体にわたって厳密に必要な必要最低出力レベルを保証するための、バッテリーの寿命開始時における $BSOC_{min}$ の下位レベルを規定することである。この手法に加えて、ユーザが利用可能なエネルギーを、図1に示されるバッテリーの動作範囲の構成と同じレベルに保ちながら、 $BSOC_{max}$ を低下させることもまた可能である。充電状態の最大許容レベルをこうして低下させることによって、バッテリーの耐久性を顕著に改善することが可能になる。なぜならば、少なくともバッテリーの寿命開始時において、バッテリーが（実際にはバッテリーを劣化させる）高充電状態にある時間がより少なくなるからである。対照的に、バッテリーの寿命開始時においては、環境温度における経年に応じたユーザ利用可能エネルギーを示す図2のグラフに表されるように、ユーザは、必要最低エネルギーレベルに対して不要な利用可能エネルギーの余剰を、未だに有している可能性がある。こうして、最適化のこの第1の方法によって、バッテリーの寿命全体にわたって、必要最低出力レベルに対して、利用可能な出力に関して厳密に必要な望ましい性能レベルを保証することが可能になるが、必要最低エネルギーレベルに対して、厳密に必要な利用可能エネルギーに関する望ましい性能レベルを供給することは、可能にならない。

20

30

#### 【0029】

したがって、図3のグラフに示されるように、バッテリーの動作範囲の管理を最適化する第2の方法は、バッテリーの寿命全体にわたって、必要最低エネルギーレベルに対して厳密に必要なユーザの利用可能エネルギーを保証するため、バッテリーの寿命開始時における $BSOC_{max}$ をさらに低下させることである。充電状態の最大許容レベル $BSOC_{max}$ をこのようにさらに低下させることによって、バッテリーの耐久性を顕著に改善することが可能になる。なぜならば、少なくともバッテリーの寿命開始時において、バッテリーが（実際にはバッテリーを劣化させる）高充電状態にある時間がさらに少なくなるからである。この最適化の第2の方法は、バッテリーの耐久性をさらに増大させるため、上記の最適化の第1の方法と組み合わせられ得る。

40

#### 【0030】

上記に関して、好適な一実施形態によると、BMSシステムは、経年に伴うバッテリーの許容放電出力の漸減が補償されるように、バッテリーの出力に関する健全性SOHPに応じてバッテリーの充電状態の最低許容レベル $BSOC_{min}$ を調整するロジックを実装するように設計されている。より正確には、バッテリーの寿命全体にわたって必要最低出力レベルを保証するため、充電状態の最低許容レベルは、限界値に到達するまでバッテリーの経年の進行に応じて上昇させられる。図2及び図3に示すように、利用可能な放電出力の減少を

50

補償するため、バッテリーの経年が進むほど、充電状態の最低レベル  $BSOC_{min}$  を上昇させることが一層必要になる。言い換えると、バッテリーの出力に関する健全性が低下するときに、充電状態の最低レベルは上昇する。

【0031】

さらに、BMSシステムは好ましくは、バッテリーの総容量の減少が補償され、耐久性を維持しながら十分長期の間にわたって必要最低エネルギーレベルが維持されるように、バッテリーのエネルギーに関する健全性  $SOHE$  に応じてバッテリーの充電状態の最高許容レベル  $BSOC_{max}$  を調整するロジックを実装するように設計される。

【0032】

こうして、本発明によれば、(経年に依存する)バッテリーの出力に関する健全性の計算に基づいて、バッテリーにそれを下回る下降が許容されていない充電状態の最低レベルが管理される。バッテリーの出力に関する健全性の計算の一般原理が、図4に関連して示される。このように、時点  $t_1$  と  $t_2$  との間に限定される期間、例えば10秒間に等しい期間中の電流の変動  $I_{bat}$  が、セル電圧の変化  $V_{cell}$  と比較される。これらの2つの変化の間の比率は、セルの見かけの抵抗  $RESISTANCE_{apparent_{cell}}$  に相当する。この抵抗が特定の周波数帯域にわたって決定されている場合、代わりにセルのインピーダンスが参照されるであろうことは、留意されよう。この情報に基づいて、この見かけの抵抗と、このセルが新品であれば同条件下で有したであろう内部抵抗の値  $RESISTANCE_{NEW_{cell}}$  とを比較するために、BMSシステムが提供される。こうして実際には、バッテリーの出力に関する健全性  $SOHP$  は、BMSシステムによって以下のように計算される。

$SOHP = RESISTANCE_{NEW_{cell}} / RESISTANCE_{apparent_{cell}}$ 、こうして、セルの内部抵抗の増加を特徴づける比率が規定される。

【0033】

温度及び充電状態の範囲全体にわたって有効な単一の  $SOHP$  値の決定を選択するのが可能であるか、または、バッテリーの温度に応じた  $SOHP$  値の決定を選択するのが可能である。

【0034】

こうして、バッテリーの出力に関する健全性の推定値に応じてバッテリーの充電状態の最低許容レベルを決定するために、BMSシステムが提供される。

【0035】

利用可能な放電出力は、一方では、カットオフ電圧レベル  $V_{min}$  より下に低下することなく、また他方では、最大放電電流  $I_{bat\_MAX}$  を超過することなしに、バッテリーが供給できる出力の最大値に相当する。

【0036】

こうして数学的には、あるレベルの充電状態から利用可能な放電出力は、以下のようにして計算され得る。

$$AvailablePower = \min\left(V_{min} \cdot \frac{OCV - V_{min}}{DCR}, (OCV - DCR \cdot I_{bat\_MAX}) \cdot I_{bat\_MAX}\right)$$

【0037】

このように、図5に関連して示されるように、利用可能な放電出力は、バッテリーの内部抵抗に直接依存する。寿命開始時におけるバッテリーの内部抵抗レベル  $DCR_{BOL}$  と共に、バッテリーの出力に関する健全性  $SOHP$  が考慮に入れられる場合、以下が得られる。

10

20

30

40

$$AvailablePower = \min \left( V_{min} \cdot \frac{OCV - V_{min}}{DCR_{BOL}}, \left( OCV - \frac{DCR_{BOL}}{SOHP} \cdot I_{bat\_MAX} \right) \cdot I_{bat\_MAX} \right)$$

## 【0038】

バッテリーの経年に伴う、バッテリーの出力に関する健全性SOHPの低下が、所与の充電状態における利用可能な出力の低下をもたらすことが見える。このように、経年を経たバッテリー、即ち100%未満のSOHPを有するバッテリーに関して、必要最低出力レベルを 10 保証するためには、無負荷電圧OCVを上昇させ、その結果、充電状態の最低レベルBSOC<sub>min</sub>を上昇させることが必要である。

## 【0039】

このように、各温度に関して（冷間時はなおさら）、またSOHPの各レベルに関して、充電状態の最低レベルBSOC<sub>min</sub>を決定することが可能であり、それによって必要最低出力が保証され得る。したがって、図6に示すように、経年に応じて、具体的にはバッテリーの出力に関する健全性SOHPの進行に応じて、充電状態の最低許容レベルBSOC<sub>min</sub>のマップを推論することが可能である。そこから、バッテリーの出力に関する健全性が低下するときに充電状態の最低許容レベルが上昇するということが見える。

## 【0040】

BMSシステムは、バッテリーのエネルギーに関する健全性SOHEを推定するためにもまた提供される。バッテリーのエネルギーに関する健全性を推定する方法は、幾つかある。例えば、この推定のために、特許“METHOD AND APPARATUS OF ESTIMATING STATE OF HEALTH OF BATTERY”（US2007/0001679 A1）に記載された方法、または文献“R. Spotnitz, “Simulation of capacity fade in lithium ion batteries”, Journal of Power Sources 113 (2003) 72 - 80”に記載された方法のうちの1つが用いられ得る。

## 【0041】

上記では、バッテリーの寿命全体にわたって厳密に必要な必要最低出力レベルを保証するため、充電状態の最低許容レベルBSOC<sub>min</sub>を出力に関する健全性SOHPに応じて調整することである最適化の第1の方法に加えて、図1に示す基準動作範囲の構成に関するものと同量のエネルギーを維持するため、充電状態の最高許容レベルBSOC<sub>max</sub>を出力に関する健全性SOHPに応じて調整することもまた可能であることが分かっている。したがって、第1の概算として、図7に示すように、バッテリーの寿命全体にわたって、BSOC<sub>max</sub>とBSOC<sub>min</sub>との間の充電状態の乖離を一定に維持することが望ましいと考えることができる。低充電状態時の1アンペア時が高充電状態時の1アンペア時よりも多くのエネルギーを含んでいる限り、バッテリーの出力に関する健全性SOHPのみに基づいて充電状態の最高許容レベルBSOC<sub>max</sub>を決定し続けるという原理を維持しながら、BSOC<sub>max</sub>とBSOC<sub>min</sub>との間の乖離を僅かに調整することが可能である。 40

## 【0042】

上記の、バッテリーの動作範囲の管理を最適化する第2の方法の文脈において、バッテリーの充電状態の最高許容レベルBSOC<sub>max</sub>は、厳密に必要な必要エネルギーレベルを保証するために決定される。即ち、バッテリーの充電状態の最高許容レベルBSOC<sub>max</sub>は、もはやバッテリーの出力に関する健全性SOHPに応じては決定されず、バッテリーのエネルギーに関する健全性SOHEに応じて決定される。これを行うため、BMSに実装されるマップV<sub>cutOff</sub> = f(SOHE)によって、上記の方法で推定されたSOHEに基づいて充電終止電圧V<sub>cutOff</sub>を決定することが可能になり、図8に示すように、 50

充電終止電圧  $V_{CutOff}$  を上昇させることによって、バッテリーの容量の減少（バッテリーのエネルギーに関する健全性  $SOHE$  の低下）を補償することが可能になる。こうして、バッテリーの寿命全体にわたって一定の必要最低エネルギーレベルを保証するため、充電終止電圧、（及びそれによって）充電状態の最高許容レベルは、限界値に到達するまでバッテリーの経年の進行（エネルギーに関する健全性の低下）に応じて上昇させられる。

【0043】

こうして、バッテリーの充電状態の最高許容レベル  $BSOC_{max}$  は、上記のように、バッテリーのエネルギーに関する健全性  $SOHE$  に応じてのみならず、バッテリーの出力に関する健全性  $SOHP$  に応じても決定されることができるといえる。これがなされるのは、上記のように、バッテリーの出力に関する健全性  $SOHP$  の低下に従って、充電状態の最低レベル  $BSOC_{min}$  が上昇するという事実を考慮に入れるためであり、こうしてユーザには、基準動作範囲にわたって同じエネルギーレベルが維持される。これを行うためには、 $SOHP$  の進行と  $SOHE$  の進行との間に相関関係が存在するという事実を考慮することが有用であり得る。この相関関係は、セル上で実施された（オフラインの）テストに基づいて、経験的に決定され得る。言い換えれば、バッテリーにそれを上回る上昇が許容されていない充電状態の最高レベルを管理するために、 $BMS$  システムは、 $SOHP$  の計算のみに応じてか、 $SOHE$  の計算のみに応じてか、または両者（ $SOHP$  及び  $SOHE$ ）の組合せに応じて充電状態の最高許容レベル  $BSOC_{max}$  を調整する、ロジックを実装するように設計される。

10

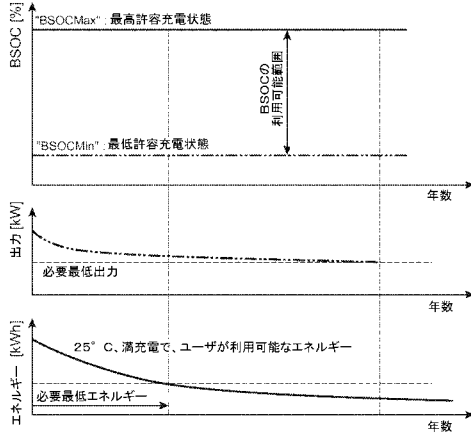
【0044】

このように、本発明による、バッテリーの動作範囲を管理するための最適な方策によれば、寿命の開始時に、バッテリー（即ちバッテリーの動作範囲）を、充電状態の最低許容レベルと充電状態の最高許容レベルとの両者に関して厳密に必要なものに制限することで、厳密に必要な必要最低エネルギーレベル及び必要最低出力レベルを保証することが可能になる。車両が使用される当初の何年間かは、この方策によれば、バッテリーにそれを下回る下降が許容されていない充電状態の最低レベルを徐々に上昇させることで、利用可能な放電出力の減少を補償することが可能になる。さらに、寿命開始時にバッテリーの動作範囲を制限することと、経年に応じて充電終止電圧（したがって充電状態の最高許容レベル）を徐々に上昇させることによって、車両が使用される当初の何年間かに、バッテリーの容量の減少を補償することも、また可能になる。有利には、この方策によれば、少なくとも当初の何年間かは、（利用可能な出力及び利用可能なエネルギーという点で）バッテリーが劣化しているという事実を覆い隠すことが可能になる。また、寿命開始時にバッテリーの劣化を制限することもまた可能になる。なぜならば、バッテリーが制限された動作範囲で（低下された充電終止電圧で）使用されるからである。

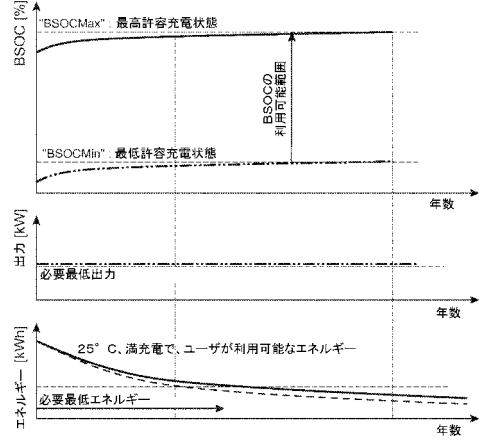
20

30

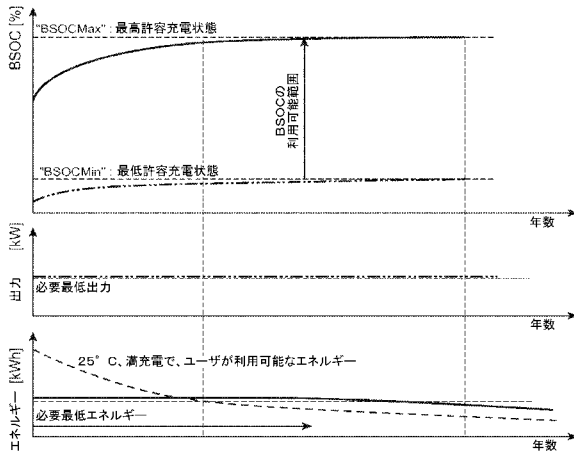
【 図 1 】



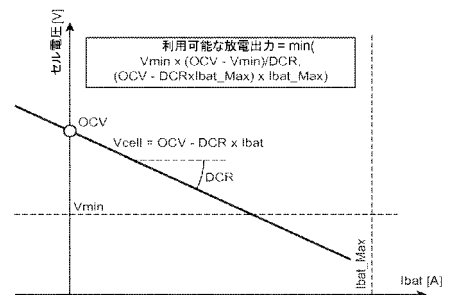
【 図 2 】



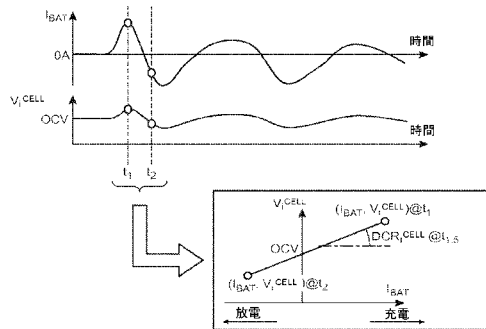
【 図 3 】



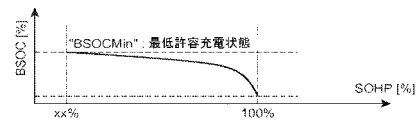
【 図 5 】



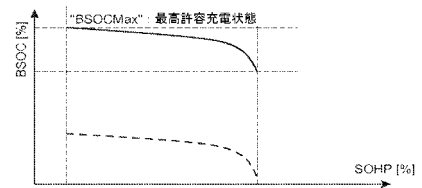
【 図 4 】



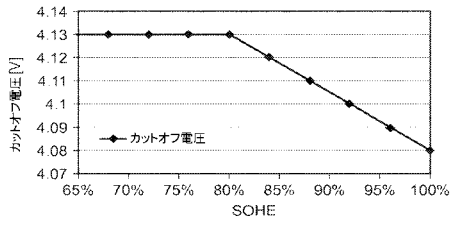
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2015/052318

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B60L11/14 B60L11/18 H02J7/00 G01R31/36 H01M10/44 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) B60L H02J G01R H01M		
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.
Y	US 2013/184913 A1 (SUJAN VIVEK ANAND [US] ET AL) 18 July 2013 (2013-07-18) abstract figures 1-5 paragraphs [0002] - [0004], [0043] - [0050], [0142] - [0143] -----	1,2,4-8, 10
Y	Anonymous: "State of health - Wikipedia, the free encyclopedia", 7 March 2014 (2014-03-07), XP055191086, Wikipedia Retrieved from the Internet: URL:http://en.wikipedia.org/w/index.php?ti tle=State_of_health&oldid=598585672 [retrieved on 2015-05-21] the whole document ----- -/--	1,2,4-8, 10
<input checked="" type="checkbox"/>	Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> 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		"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date		"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
"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)		"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
4 November 2015	12/11/2015	
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  Schmitt, Gilles	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2015/052318

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>US 2012/112754 A1 (KAWAI TOSHIYUKI [JP])            10 May 2012 (2012-05-10)            paragraphs [0008] - [0010], [0015],            [0021] - [0026], [0038], [0042], [0062]            - [0070], [0085] - [0087], [0116],            [0118]            claim 1            figures 1, 2, 5, 8a, 8b, 9a, 9b            -----</p>	1,4,6,7, 10
X	<p>JP 2014 096958 A (NEC CORP; NEC            COMMUNICATION SYST)            22 May 2014 (2014-05-22)            abstract            figures 1, 2, 3, 8a, 8b, 16, 17            paragraphs [0005], [0006], [0015] -            [0022], [0031] - [0033], [0047] -            [0048], [0055]            claims 1-5, 7-8            -----</p>	1,4,7,10
A	<p>SPOTNITZ R: "Simulation of capacity fade            in lithium-ion batteries",            JOURNAL OF POWER SOURCES, ELSEVIER SA, CH,            vol. 113, no. 1,            1 January 2003 (2003-01-01), pages 72-80,            XP004399047,            ISSN: 0378-7753, DOI:            10.1016/S0378-7753(02)00490-1            chapter 7: "summary/conclusions"            -----</p>	3,9

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2015/052318

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date		
US 2013184913 A1	18-07-2013	CN 103402809 A	20-11-2013		
		EP 2663480 A2	20-11-2013		
		US 2012208672 A1	16-08-2012		
		US 2013184908 A1	18-07-2013		
		US 2013184909 A1	18-07-2013		
		US 2013184910 A1	18-07-2013		
		US 2013184911 A1	18-07-2013		
		US 2013184912 A1	18-07-2013		
		US 2013184913 A1	18-07-2013		
		US 2013184914 A1	18-07-2013		
		US 2015291150 A1	15-10-2015		
		WO 2012097349 A2	19-07-2012		
		US 2012112754 A1	10-05-2012	JP 5472048 B2	16-04-2014
				JP 2012103131 A	31-05-2012
US 2012112754 A1	10-05-2012				
JP 2014096958 A	22-05-2014	JP 2014096958 A	22-05-2014		
		US 2015291050 A1	15-10-2015		
		WO 2014073477 A1	15-05-2014		

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/052318

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60L11/14 B60L11/18 H02J7/00 G01R31/36 H01M10/44 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B60L H02J G01R H01M		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 2013/184913 A1 (SUJAN VIVEK ANAND [US] ET AL) 18 juillet 2013 (2013-07-18) abrégé figures 1-5 alinéas [0002] - [0004], [0043] - [0050], [0142] - [0143]	1,2,4-8, 10
Y	----- Anonymous: "State of health - Wikipedia, the free encyclopedia", 7 mars 2014 (2014-03-07), XP055191086, Wikipedia Extrait de l'Internet: URL:http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=State_of_health&oldid=598585672 [extrait le 2015-05-21] le document en entier ----- -/--	1,2,4-8, 10
<input checked="" type="checkbox"/>	Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	
<input checked="" type="checkbox"/>	Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe	
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention	
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date	"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément	
"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)	"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier	
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens	"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets	
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
4 novembre 2015	12/11/2015	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé  Schmitt, Gilles	

1

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/052318

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2012/112754 A1 (KAWAI TOSHIYUKI [JP]) 10 mai 2012 (2012-05-10) alinéas [0008] - [0010], [0015], [0021] - [0026], [0038], [0042], [0062] - [0070], [0085] - [0087], [0116], [0118] revendication 1 figures 1, 2, 5, 8a, 8b, 9a, 9b -----	1,4,6,7, 10
X	JP 2014 096958 A (NEC CORP; NEC COMMUNICATION SYST) 22 mai 2014 (2014-05-22) abrégé figures 1, 2, 3, 8a, 8b, 16, 17 alinéas [0005], [0006], [0015] - [0022], [0031] - [0033], [0047] - [0048], [0055] revendications 1-5, 7-8 -----	1,4,7,10
A	SPOTNITZ R: "Simulation of capacity fade in lithium-ion batteries", JOURNAL OF POWER SOURCES, ELSEVIER SA, CH, vol. 113, no. 1, 1 janvier 2003 (2003-01-01), pages 72-80, XP004399047, ISSN: 0378-7753, DOI: 10.1016/S0378-7753(02)00490-1 chapter 7: "summary/conclusions" -----	3,9

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2015/052318

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2013184913 A1	18-07-2013	CN 103402809 A	20-11-2013
		EP 2663480 A2	20-11-2013
		US 2012208672 A1	16-08-2012
		US 2013184908 A1	18-07-2013
		US 2013184909 A1	18-07-2013
		US 2013184910 A1	18-07-2013
		US 2013184911 A1	18-07-2013
		US 2013184912 A1	18-07-2013
		US 2013184913 A1	18-07-2013
		US 2013184914 A1	18-07-2013
		US 2015291150 A1	15-10-2015
		WO 2012097349 A2	19-07-2012
		US 2012112754 A1	10-05-2012
JP 2012103131 A	31-05-2012		
US 2012112754 A1	10-05-2012		
JP 2014096958 A	22-05-2014	JP 2014096958 A	22-05-2014
		US 2015291050 A1	15-10-2015
		WO 2014073477 A1	15-05-2014

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
	H 0 2 J 7/00	P
	B 6 0 L 3/00	S
	B 6 0 L 11/18	A

(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) 5G503 AA01 AA07 BA01 BB02 CA08 CA11 CB11 DA08 FA06 GD06  
 5H030 AA10 AS08 FF22 FF41 FF42 FF43 FF44 FF51 FF52  
 5H125 AA01 AC12 BC09 BC13 EE24 EE25 EE27