

明 細 書

発明の名称：

二次電池管理装置、二次電池および二次電池管理プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、二次電池の管理、特に、二次電池の使用状態を管理するための技術、に関する。

背景技術

[0002] 二次電池の市場は順調に拡大が続けている。電気自動車、モバイル端末、電動アシスト自転車、無停電電源装置など、二次電池を利用する製品は幅広い。二次電池の特徴は、充放電を繰り返すことにより長期間にわたって使用できることである。二次電池は、小型で低価格のものから大型で高価格なものまで用途に応じてさまざまである。一般的には、ユーザは、二次電池を購入し、二次電池が製品寿命に至ったときに新たな二次電池を再度購入する。

[0003] 特許文献1では、電力需要を予測し、その予測結果に基づいて充電設備の供給電力を調整する技術について開示する。しかし、特許文献1は、使用パターンを予測しやすい車両を対象としているものの、十分な予測精度を得られるかは不透明である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2017-112830号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明者らは、二次電池を幅広く貸与または譲渡し、二次電池または二次電池を利用する電子機器と適宜アクセスすることにより、ユーザに対して二次電池の使用に関するさまざまな情報を提供できるのではないかと想到した。二次電池を使用する電子機器は多いため、二次電池を介してさまざまな実測値を収集することにより、需要予測に限らず、二次電池の利用および開発

に対して有益な情報を提供できる可能性があると考えられる。

- [0006] 本発明は、上記課題認識に基づいて完成された発明であり、その主たる目的は、二次電池の使用状態に関する情報をユーザに提供する技術、を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明のある態様における二次電池管理装置は、二次電池を駆動電源とする電子機器と通信ネットワークを介して接続される。

この装置は、電子機器から、二次電池の性能情報を取得する性能情報取得部と、二次電池の所定の単位期間における性能の劣化度を測定する劣化測定部と、二次電池の性能の劣化度に基づいて、所定の将来時点における二次電池の劣化度を予測する劣化予測部と、を備える。

- [0008] 本発明のある態様における二次電池は、電子機器の駆動電源として、電子機器に着脱可能に設置される。

この二次電池は、記憶媒体と、電子機器の機器IDを取得し、記録媒体に機器IDを記録する機器ID取得部と、を備える。

発明の効果

- [0009] 本発明によれば、二次電池の使用状態に関する情報をユーザに提供しやすくなる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]二次電池管理システムのハードウェア構成図である。
[図2]二次電池の経年劣化パターンを模式的に示すグラフである。
[図3]二次電池管理装置の機能ブロック図である。
[図4]電池管理情報のデータ構造図である。
[図5]使用料の算出過程を示すフローチャートである。
[図6]二次電池の発注処理を示すフローチャートである。
[図7]劣化行動履歴情報のデータ構造図である。
[図8]使用履歴に応じた二次電池の経年劣化パターンを模式的に示すグラフである。

[図9]行動集計情報のデータ構造図である。

[図10]第2実施形態における二次電池の機能ブロック図である。

[図11]二次電池の放電容量を計測する計測回路の回路図である。

[図12]二次電池の使用にともなうSOH（容量維持率）の劣化を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下においては、第1実施形態として、通信ネットワークを介して二次電池の情報を収集するシステムについて説明し、次に、第2実施形態として、二次電池に情報を保存しておき二次電池の交換時または充電時に情報を収集するシステムについて説明する。第1実施形態および第2実施形態をまとめていうとき、または、特に区別しないときには「本実施形態」と記載する。以下においては、交換時に情報収集をするものとして説明するが、充電時に情報収集を実行するとしてもよい。また、本実施形態においては二次電池を対象として説明するが、燃料電池に対しても同様のシステムを構築可能である。

[0012] [第1実施形態]

図1は、二次電池管理システム200のハードウェア構成図である。

二次電池管理システム200においては、二次電池を駆動電源とするモバイル端末202、電気自動車204、飛行機206、船舶208などがインターネット212を介して二次電池管理装置100と接続される。以下、二次電池を駆動電源とする装置のことをまとめて「電子機器210」とよぶ。二次電池は、いずれも、二次電池管理装置100の運営者（以下、「システム運営者」とよぶ）から貸与されたものである。電子機器210のユーザは二次電池を購入する必要はなく、システム運営者から二次電池を借りてその使用料を定期的に支払う。本実施形態においては、二次電池の劣化度に基づいて、二次電池の使用料を決める（劣化度の詳細は後述）。

[0013] 二次電池管理装置100には、二次電池を製造する二次電池メーカー216、使用料の決済を実行する金融機関214も接続される。二次電池管理装

置 100 は、定期的に、各二次電池の劣化度を測定する。本実施形態においては、1 ヶ月ごとに劣化度を測定する。たとえば、電気自動車 204 の二次電池の 10 月 31 日の劣化度が 5%、11 月 30 日の劣化度が 8% であれば、11 月の使用料は劣化度 3% (= 8 - 5) に基づいて定められる。二次電池管理装置 100 は、電気自動車 204 のユーザに使用料を通知し、ユーザは使用料を金融機関 214 にて支払う。

[0014] 二次電池の劣化度が所定値以上となると、二次電池管理装置 100 はユーザに二次電池の交換を通知する。このとき、二次電池管理装置 100 は二次電池メーカー 216 から新規の二次電池をユーザに配達するように指示し、二次電池メーカー 216 は古い二次電池を回収する。二次電池管理装置 100 は、複数の電子機器 210 について二次電池の交換時期を管理し、二次電池メーカー 216 に対して生産予測を通知することもできる。

[0015] 二次電池管理装置 100 は、二次電池のユーザから各種情報も収集する。詳細は後述するが、二次電池管理装置 100 は、二次電池の使用状況を示すデータを収集し、二次電池の開発者や電子機器 210 の開発者に収集したデータをフィードバック（情報提供）する。このような情報提供により、システム運営者は、二次電池および二次電池を利用する電子機器 210 に対する開発にも協力する。

以下、電子機器 210 は「機器 ID」、電子機器 210 のユーザは「ユーザ ID」、二次電池は「電池 ID」により識別されるものとして説明する。

[0016] 図 2 は、二次電池の経年劣化パターンを模式的に示すグラフである。

横軸は時間経過を示し、縦軸は二次電池の性能を示す。二次電池の性能は、内部抵抗、放電容量、起電力（電圧）、充放電時の電流などにより指標化されるが、ここでは、二次電池の放電容量を「性能」の代表例として示す。二次電池は充放電を繰り返すごとに放電容量（出力）が徐々に降下する。

[0017] 時点 t_0 は、計測対象となる二次電池の使用開始タイミングである。このときの放電容量が初期容量である。本実施形態においては、劣化度 (%) = $100 \times (\text{初期容量} - \text{計測容量}) / \text{初期容量}$ 、として定義する。計測容量と

は、計測時点における二次電池の放電容量である。時点 t_0 においては、初期容量と計測容量は等しいので、劣化度は 0 (%) である。二次電池の劣化度が 20 (%) 以上となったとき、いいかえれば、計測容量が初期容量の 80 (%) になったとき、二次電池を交換するものとする。交換時の劣化度、上記の例でいえば 20 (%) を「劣化閾値」とよぶ。

[0018] 時点 t_1 は、時点 t_0 から所定の単位期間の経過後、たとえば、1 ヶ月後の時点である。このときの計測容量は初期容量の 90 (%) であり、劣化度は 10 (%) である。時点 $t_0 - t_1$ の単位期間 T_1 において二次電池は 10 (%) 劣化したため、二次電池管理装置 100 は単位期間 T_1 における二次電池の使用料を劣化度の変化量である 10 (%) に基づいて決定する。劣化度 1 (%) あたりの使用料が 1,000 円であれば、単位期間 T_1 における二次電池の使用料は 10,000 円 ($= 1,000 \times 10$) となる。

[0019] 時点 t_2 は、時点 t_1 から単位期間 (1 ヶ月) の経過後の時点である。時点 t_2 の劣化度は 15 % であるとする。時点 $t_1 - t_2$ の単位期間 T_2 において二次電池は 5 (%) 劣化したため、二次電池管理装置 100 は単位期間 T_2 における二次電池の使用料を 5,000 円 ($= 1,000 \times 5$) と算出する。このように、二次電池管理装置 100 は、単位期間ごとに二次電池の劣化度の変化量に基づいて、二次電池の使用料を定める。

[0020] 図 2 においては、時点 t_2 が最新の計測時点であるとする。二次電池管理装置 100 は、時点 t_2 において、二次電池の交換時点 t_3 (将来時点) も予測する。二次電池管理装置 100 は、時点 t_1 における放電容量と時点 t_2 における放電容量を結ぶ直線と劣化閾値が交わる時点を二次電池の交換時点として予測してもよい。

[0021] 図 3 は、二次電池管理装置 100 の機能ブロック図である。

二次電池管理装置 100 の各構成要素は、CPU (Central Processing Unit) および各種コプロセッサなどの演算器、メモリやストレージといった記憶装置、それらを連結する有線または無線の通信線を含むハードウェアと、記憶装置に格納され、演算器に処理命令を供給するソフトウェアによって実

現される。コンピュータプログラムは、デバイスドライバ、オペレーティングシステム、それらの上位層に位置する各種アプリケーションプログラム、また、これらのプログラムに共通機能を提供するライブラリによって構成されてもよい。以下に説明する各ブロックは、ハードウェア単位の構成ではなく、機能単位のブロックを示している。第2実施形態における二次電池300の機能ブロック図(図10参照)についても同様である。

[0022] 二次電池管理装置100は、通信部102、データ処理部104およびデータ格納部106を含む。

通信部102は、インターネット212を介して電子機器210等との通信処理を担当する。データ格納部106は各種データを格納する。データ処理部104は、通信部102により取得されたデータおよびデータ格納部106に格納されているデータに基づいて各種処理を実行する。データ処理部104は、通信部102およびデータ格納部106のインタフェースとしても機能する。

[0023] 通信部102は、外部装置からデータを取得する受信部108と、外部装置にデータを送信する送信部110を含む。受信部108は、性能情報取得部112、使用履歴取得部114、機器ID取得部116、ユーザ情報取得部118および決済情報取得部120を含む。

[0024] 性能情報取得部112は、電子機器210から性能情報を取得する。性能情報とは、電子機器210の駆動電源である二次電池の性能を示す情報、たとえば、公称電圧、内部抵抗値、容量、充電回数、充電率、二次電池の種別などである。使用履歴取得部114は、電子機器210から使用履歴を取得する。使用履歴とは、ユーザによる電子機器210の使用方法を示す情報である。たとえば、電気自動車204に内蔵される二次電池の場合、電気自動車204の急発進や急旋回などの運転内容を示す情報を使用履歴として取得してもよい。モバイル端末202に内蔵される二次電池の場合、モバイル端末202において実行されるアプリケーションを示す情報を使用履歴として取得してもよい。また、使用履歴は、充電タイミング、1回あたりの充電量

、電子機器 210 の設置場所の温度などさまざまな使用態様に関する情報が含まれてもよい。

[0025] 機器 ID 取得部 116 は、電子機器 210 の機器 ID を取得する。ユーザ情報取得部 118 は、電子機器 210 からユーザ情報を取得する。ユーザ情報とは、電子機器 210 のユーザの性別、年齢、居住地、職業など、ユーザの属性を示す情報である。ユーザは、電子機器 210 にユーザ情報を登録したときには、ユーザ情報取得部 118 は電子機器 210 からユーザ情報を収集してもよい。決済情報取得部 120 は、金融機関 214 から使用料の決済完了通知を受信する。

このほか、受信部 108 は、電子機器 210（二次電池）の所在地を示す位置情報を定期的に取得してもよい。

[0026] 送信部 110 は、劣化予測通知部 122、料金通知部 124、交換通知部 126 および発注通知部 128 を含む。

劣化予測通知部 122 は、電子機器 210 に劣化予測を通知する。劣化予測とは、使用中の二次電池がいつまでにどのくらい劣化するかについての予測である。料金通知部 124 は、電子機器 210 に使用料（実測値および予測値）を通知する。交換通知部 126 は、二次電池の交換の要否、または、交換が予想される将来時点を電子機器 210 のユーザに通知する。発注通知部 128 は、二次電池メーカー 216 に対して、二次電池の生産および配達を指示する。

[0027] データ処理部 104 は、劣化測定部 130、料金計算部 132、決済管理部 134、予測部 136 および劣化行動特定部 138 を含む。

劣化測定部 130 は、図 2 に関連して説明したように二次電池の劣化度を計算する。料金計算部 132 は、二次電池の使用料を計算する。決済管理部 134 は、二次電池の使用料の支払請求および支払完了通知に基づいてユーザごとの使用料の支払状態を管理する。劣化行動特定部 138 は、二次電池の劣化を進める使用態様（以下、「劣化行動」とよぶ）を特定する。

[0028] 予測部 136 は、二次電池の劣化度に基づいて各種の予測計算を行う。予

測部 1 3 6 は、劣化予測部 1 4 0、料金予測部 1 4 2 および交換予測部 1 4 4 を含む。

劣化予測部 1 4 0 は、図 2 に関連して説明したように二次電池の劣化履歴に基づいて二次電池の劣化の進み方を予測する。料金予測部 1 4 2 は、二次電池の劣化予測に基づいて二次電池の将来的な使用料を予測する。交換予測部 1 4 4 は、二次電池の交換時期を予測する。

[0029] 図 4 は、電池管理情報 1 5 0 のデータ構造図である。

電池管理情報 1 5 0 は、データ格納部 1 0 6 に格納される。二次電池が電子機器 2 1 0 にセットされたとき、電子機器 2 1 0 は二次電池に設定される電池 ID を読み取り、機器 ID、ユーザ ID とともに二次電池管理装置 1 0 0 に送信する。また、電子機器 2 1 0 は定期的に二次電池の放電容量（計測容量）を二次電池管理装置 1 0 0 に性能情報として送信する。劣化測定部 1 3 0 は、各二次電池の劣化度を計算し、電池管理情報 1 5 0 に登録する。料金計算部 1 3 2 は、単位期間における二次電池の劣化度の変化量に基づいて、二次電池の使用料を計算する。

[0030] 図 4 に示す電池管理情報 1 5 0 によれば、電池 ID = B 0 1 の二次電池（以下、「二次電池（B 0 1）」のように表記する）は、ユーザ（P 0 6）の電子機器 2 1 0（A 0 1）の駆動電源として使用されている。二次電池（B 0 1）の現在の劣化度は 2（％）であり、未精算の使用料は 2 0 0 円である。電池管理情報 1 5 0 により、多数の二次電池が、誰により、どんな電子機器 2 1 0 において、どの程度利用され、使用料がどのくらいかかっているかを統一的に把握できる。このほかにも、電池管理情報 1 5 0 は、ユーザ情報など他の情報が登録されてもよい。

[0031] なお、電子機器 2 1 0 ではなく、二次電池自体が通信機能を備えてもよい。二次電池は、機器 ID、ユーザ ID、使用履歴、ユーザ情報等を電子機器 2 1 0 から取得し、性能情報、使用履歴、機器 ID、電池 ID、ユーザ情報等を定期的に二次電池管理装置 1 0 0 に送信してもよい。なお、プライバシー保護のため、電子機器 2 1 0 または二次電池が二次電池管理装置 1 0 0 に

送信可能な情報をユーザが制限できてもよい。

[0032] 図5は、使用料の算出過程を示すフローチャートである。

図5に示す処理は、1週間に1回、1日に1回など任意の間隔にて定期的
に実行される。本実施形態における二次電池管理装置100は、1ヶ月に1
回、図5に示す処理をユーザごとに実行するものとして説明する。図5は、
ユーザP1を対象として実行されるものとして説明する。二次電池管理装置
100は、電子機器210から各種情報を収集する(S10)。具体的には、
性能情報取得部112は二次電池の性能情報を取得し、使用履歴取得部1
14は使用履歴を取得し、機器ID取得部116は機器IDを取得し、ユー
ザ情報取得部118はユーザP1のユーザ情報を取得する。

[0033] 劣化測定部130は、性能情報(放電容量)に基づいて、劣化度を計算す
る(S12)。劣化測定部130は電池管理情報150を更新する。電池管
理情報150の他の情報も収集された情報に基づいて更新される。料金計算
部132は、1ヶ月間の劣化度の変化量に基づいて二次電池の使用料を算出
する(S14)。劣化測定部130は、収集されたデータに基づいて各種予
測計算を行う(S16)。具体的には、劣化予測部140は二次電池の劣化
速度、いかえれば、いつ、どのくらいまで劣化するかを今までに得られた
劣化履歴に基づいて計算する。料金予測部142は、劣化予測に基づいて、
将来時点までの使用料を予測する。たとえば、次の1ヶ月において劣化度が
3(%)増えると予測されるときには、料金予測部142は次の1ヶ月の使
用料を3,000円(=1,000×3)と予測する。交換予測部144は、
二次電池の交換時期を予測する。

[0034] 送信部110は、ユーザP1に対して各種通知を行う(S18)。劣化予
測通知部122は交換予測部144による劣化予測を通知し、料金通知部1
24は二次電池の使用料(請求額)と次回の使用料の予測値を通知し、交換
通知部126は二次電池の交換要否または予測される交換時期を通知する。

金融機関214は、ユーザP1の預金口座から使用料を引き落とし、決済
完了通知を二次電池管理装置100に送信する。すべてのユーザに対して、

同様の処理が定期的に実行される。

[0035] 図6は、二次電池の発注処理を示すフローチャートである。

二次電池管理装置100は、1ヶ月に1回、図6に示す処理を実行する。二次電池管理装置100は、複数の二次電池について交換時期を集計する。たとえば、交換予測部144は、2ヶ月後から3ヶ月後までの間に交換が必要な二次電池の必要総数を集計する(S20)。発注通知部128は、二次電池メーカー216に対して予測数分の二次電池を発注する(S22)。このような制御方法によれば、二次電池メーカー216は二次電池の在庫を抑制しつつ、適正な二次電池の生産数を把握できる。

[0036] 図7は、劣化行動履歴情報160のデータ構造図である。

劣化行動履歴情報160は、データ格納部106に格納される。劣化行動履歴情報160は、二次電池ごとに用意される。二次電池管理装置100においては、あらかじめ複数の劣化行動F1～F3が定義される。たとえば、劣化行動F1は電気自動車204の急発進であってもよいし、劣化行動F2は急速充電であってもよいし、劣化行動F3は二次電池を高温(たとえば、25度以上)の地点で使用することであってもよい。ここでは、システム運営者により劣化行動が定義されるものとして説明する。

[0037] 図7は、二次電池(B01)のユーザ(P06)による使用履歴から劣化行動F1～F3の実行回数を抽出したものである。劣化行動特定部138は、図5のS10において使用履歴が取得されるごとに劣化行動履歴情報160を更新する。二次電池(B01)は、電子機器210(A01)、ユーザ(P06)により使用される(図4参照)。図7に示す劣化行動履歴情報160によれば、2017年11月において、ユーザ(P06)は二次電池(B01)を駆動電源とする電子機器210(A01)を対象として劣化行動F1を4回、劣化行動F2を3回、劣化行動F3を0回実行している。

[0038] 劣化行動F1～F2には、それぞれ警告閾値T1～T3があらかじめ設定される。警告閾値T1=5回、警告閾値T2=10回、警告閾値T3=2回であるとする。1ヶ月あたりの劣化行動Fnが警告閾値Tnを超えたとき、

劣化予測通知部 122 は劣化行動 F_n をユーザに通知する。たとえば、1ヶ月の劣化行動 F_1 の回数が警告閾値 $T_1 = 5$ 回以上となったとき、劣化予測通知部 122 はユーザに対して、劣化行動 F_1 の実行回数が多いため二次電池を劣化させている可能性がある旨を通知（以下、「劣化行動通知」とよぶ）する。2017年11月は、いずれの劣化行動も警告閾値を超えていないため、劣化行動通知は行われない。

[0039] 2017年10月において、ユーザ（P06）は劣化行動 F_1 を8回実行している。警告閾値 $T_1 = 5$ 回を超過しているため、劣化予測通知部 122 は劣化行動 F_1 について劣化行動通知をユーザ（P06）に通知する。ユーザ（P06）は、劣化行動 F_1 を実行しがちであることをこの劣化行動通知により認識する。ユーザ（P06）は、急速充電等が劣化行動であることを認識していたとしても、実際に、自分がどのような劣化行動をしがちであるかは認識していないことが多い。劣化行動通知により、二次電池の劣化を抑制するためにはどのような行動をすればいいのか、いいかえれば、どのような劣化行動をしがちであるかをユーザは認識することができる。ユーザの使用履歴に応じて適切な劣化行動通知を行うことができるため、ユーザは二次電池を長持ちさせるためにどのように行動を改めるべきかを理解できる。

[0040] 図8は、使用履歴に応じた二次電池の経年劣化パターンを模式的に示すグラフである。

二次電池は、使用方法に応じて劣化の進み方が変化する。1例として、劣化予測部 140 は劣化行動の頻度に応じてユーザを複数のタイプに分類してもよい。たとえば、図7に関連して説明した劣化行動 F_1 の1ヶ月あたりの実行回数が平均5回未満のユーザをタイプX1、5回以上15回未満のユーザをタイプX2、15回以上のユーザをタイプX3に分類するとする。タイプX3のユーザは、タイプX1のユーザよりも二次電池を劣化させやすいと考えられる。データ格納部 106 においては、あらかじめタイプX1～X3に対応して二次電池の経年劣化パターンを定義しておく。

[0041] 次に、新たな二次電池（B10）の劣化予測をする場合を想定する。二次

電池（B 1 0）のユーザ（P 5 5）の過去の使用履歴によれば、ユーザ（P 5 5）はタイプX 3であるとする。この場合には、劣化予測部 1 4 0は、タイプX 3について定義される経年劣化パターンにしたがって、二次電池（B 1 0）の劣化速度、使用料、交換時期等を予測する。図 8によれば、ユーザ（P 5 5）は、使用開始時点 t_0 から比較的近い時点 t_4 （たとえば、1.5ヶ月後）において二次電池（B 0 1）を交換する必要が発生すると想定できる。このような制御方法によれば、二次電池のユーザの使用履歴を加味して、二次電池の将来的な劣化速度を予測できる。また、タイプX 3に属するユーザの多くが、実際には時点 t_4 （1.5ヶ月後）よりも長く二次電池を利用しているというデータが得られたときには、劣化予測部 1 4 0はタイプX 3についての経年劣化パターン（モデル）を修正してもよい。

[0042] 劣化行動以外の使用履歴に基づいて劣化予測をしてもよい。ユーザの性別や居住地（温暖地か寒冷地か）、年齢によって二次電池の劣化速度は異なるかもしれない。たとえば、長野県在住のユーザは、岐阜県在住のユーザに比べて二次電池を有意に劣化させやすいという統計的データが得られた場合には、劣化予測部 1 4 0は長野県のユーザに対応した経年劣化パターンと岐阜県に対応した経年劣化パターンを別々に用意してもよい。

[0043] 使用履歴に限らず、他の情報に基づいて劣化予測をしてもよい。電子機器 2 1 0の種別に応じて二次電池の劣化速度は変化すると考えられる。劣化予測部 1 4 0は、電子機器 2 1 0の種別に応じて複数の経年劣化パターンを設定しておき、計測対象となる電子機器 2 1 0の経年劣化パターンに応じて二次電池の劣化速度を予測してもよい。たとえば、スポーツカーにおいて使用されるときと、ワンボックスカーにおいて使用されるときでは二次電池の経年劣化パターンは異なるかもしれない。

[0044] 二次電池の種類によっても、経年劣化パターンは異なると考えられる。たとえば、リチウムイオン二次電池の経年劣化パターンとナトリウム硫黄電池の経年劣化パターンは異なると考えられる。

[0045] 図 9は、行動集計情報 1 7 0のデータ構造図である。

行動集計情報 170 は、データ格納部 106 に格納される。行動集計情報 170 は、複数の二次電池、複数のユーザを対象として収集された使用履歴から劣化行動を特定するために使用される。図 7 においては劣化行動がシステム運営者により定義・設定されるものとして説明したが、図 9 においては多数のユーザの使用履歴（ビッグデータ）から劣化行動を探り出す方法について説明する。

[0046] 劣化行動特定部 138 は、大量に集計された使用履歴データのうち、1 日あたりの劣化度が 5（%）を超えたときの使用履歴を抽出する。図 9 に示す行動 G1～G4 は、電子機器 210 の使用態様を示す行動である。あるユーザが、行動 G4 を 1 日あたり 1 回行っただけで、二次電池の性能を 1 日で 5（%）以上、劣化させた事象 1 があったとする。この場合、行動 G1 は 1 回だけで二次電池を大きく劣化させる可能性があるとして想定される。劣化行動特定部 138 は、行動 G1 に劣化力 = 1 を設定する。ここでいう「劣化力」とは、その行動（二次電池の使用方法）が二次電池をどれくらい劣化させるかを示す指標値である。

[0047] また、あるユーザが、行動 G2 を 1 日あたり 20 回行ったために、二次電池の性能を 1 日で 5（%）以上、劣化させた事象 2 があったとする。この場合、行動 G2 は 20 回の実行で二次電池を劣化させる可能性があるとして想定される。劣化行動特定部 138 は、行動 G2 に劣化力 = $1 / 20$ を設定する。

[0048] あるユーザが、行動 G1 を 1 日あたり 8 回、行動 G2 を 1 日あたり 4 回行ったために、二次電池の性能を 1 日で 5（%）以上、劣化させた事象 3 があったとする。行動 G2 による劣化は $(1 / 20) \times 4 = 1 / 5$ であるから、5（%）の劣化のうち、原因の $1 / 5$ は行動 G2 にある。劣化行動特定部 138 は、行動 G1 の劣化力を $1 / 10 (= (1 - 1 / 5) \times (1 / 8))$ と算出する。

[0049] あるユーザが、行動 G1 を 1 日あたり 8 回、行動 G3 を 1 日あたり 6 回行ったために、二次電池の性能を 1 日で 5（%）以上、劣化させた事象 4 があったとする。行動 G1 による劣化は $(1 / 10) \times 8 = 4 / 5$ であるから、

5（％）の劣化のうち、原因の4／5は行動G1にある。劣化行動特定部138は、行動G3の劣化力を $1/30 = (1 - 4/5) \times (1/6)$ と算出する。

[0050] 以上により、行動G1の劣化力は $1/10$ 、行動G2の劣化力は $1/20$ 、行動G3の劣化力は $1/30$ 、行動G4の劣化力は1となる。劣化行動特定部138は、劣化力が所定値以上、たとえば、 $1/15$ 以上の行動を「劣化行動」として特定する。上記設例の場合、劣化行動特定部138は使用履歴に基づいて、行動G1、G4を劣化行動として特定する。多数の二次電池について、劣化履歴および使用履歴を収集することにより、劣化行動特定部138はどのような使用方法が二次電池をどのくらい劣化させやすいかを合理的に検出できる。

[0051] [第2実施形態]

第1実施形態においては、電子機器210または二次電池が通信機能を備え、二次電池管理装置100が電子機器210等と定期的にアクセスすることにより、二次電池に関する各種データを収集するとして説明した。第2実施形態においては、通信ネットワークを介したデータ収集ではなく、記憶機能を備えた二次電池の交換時に二次電池に関する各種データを収集する。

[0052] 図10は、第2実施形態における二次電池300の機能ブロック図である。

二次電池300は、バッテリーセル302、充放電制御部304、データ取得部306およびデータ格納部308を含む。バッテリーセル302は蓄電部であり、充放電制御部304はバッテリーセル302の充放電を制御する。バッテリーセル302と充放電制御部304は既知の二次電池が備える機能ブロックである。

[0053] データ取得部306は、電子機器210から各種データを取得する。データ格納部308（記録媒体）は、不揮発性メモリにより構成される。データ取得部306は、機器ID取得部310、使用履歴取得部312およびユーザ情報取得部314を含む。機器ID取得部310は、二次電池300が設

置される電子機器 210 の機器 ID を取得する。使用履歴取得部 312 は、電子機器 210 から使用履歴を取得する。ユーザ情報取得部 314 は、電子機器 210 からユーザ情報を取得する。第 2 実施形態においては、二次電池 300 に対応する電子機器 210 は、機器 ID 等の各種情報を二次電池 300 に提供するインタフェースを備えるものとする。

[0054] 第 2 実施形態においては、ユーザは自主的判断にて二次電池 300 を交換する。システム運営者は、回収した二次電池 300 のデータ格納部 308 を読み出すことにより、性能情報等の各種情報を読み出す。第 1 実施形態と同様の方法により劣化度および劣化度に基づく使用料を計算し、ユーザは使用料をシステム運営者に支払う。このとき、使用料は一括で支払ってもよいが、複数回の分割払いにすれば第 1 実施形態と同様、二次電池 300 の導入や交換にともなうユーザのコスト負担を軽減できる。

[0055] なお、第 2 実施形態の二次電池 300 は、二次電池管理装置 100 の劣化測定部 130、料金計算部 132、予測部 136、劣化行動特定部 138 等の機能を備えてもよい。この場合には、インターネット 212 と接続できない電子機器 210 を使用するときであっても、ユーザは劣化度や使用料などの各種情報を適宜確認できる。

[0056] 以上、第 1 および第 2 実施形態に基づいて二次電池管理システム 200 および二次電池 300 について説明した。

二次電池管理システム 200 においては、二次電池のユーザは、二次電池を購入する必要がないため、二次電池（電子機器 210）の導入時における初期費用を抑制できる。二次電池管理装置 100 は、二次電池の放電量や充電回数などの使用量ではなく、劣化度に基づいて二次電池の使用料を請求する。二次電池を大事に使うユーザは使用料が安くなるため、二次電池が貸与品であっても大事に使おうというインセンティブをもたせやすくなる。二次電池を長持ちさせるような使用をユーザに意識させることは、環境負荷を抑制する上でも有効である。

[0057] 二次電池の充電回数等を二次電池や電子機器 210 のセンサにより計測し

て使用料を決める方式の場合、センサの故障やデータ改竄のリスクがつきまとう。充電回数を計測する場合には、充電率がどのくらいになれば1回の充電とカウントするかという問題もある。電気自動車の二次電池の場合、走行距離によって使用料を計算する方法も考えられるが、同様のリスクが残る。これに対して、二次電池の劣化は物理的現象であるから、二次電池をどれだけ利用したかを確実に把握できる。劣化度という物理的現象はごまかしがきかない。二次電池の使用において、電子機器210から二次電池管理装置100に送信される性能情報（放電容量）が不正確であったとしても、二次電池の交換時には劣化度を確実に把握できるため、最終的に支払う使用料は適正值となる。二次電池を粗雑に扱うユーザに対しては高い使用料を請求できる。二次電池を貸与する側も、二次電池の貸与にともなうリスクを過剰に警戒する必要がなくなる。

[0058] 二次電池は、「電気をためる装置」である。二次電池の放電量や充電回数に基づいて二次電池の使用料を決めることは合理的ではない。ユーザは、二次電池の充電のために電気代というコストを負担しているためである。これに対して、本実施形態においては、貸与された二次電池の劣化度、いわば、二次電池という装置の利用にともなって生じた減損分の対価（補償）として使用料を受け取ることになる。使用料の根拠を合理的なものとすることができる。二次電池はその劣化度を測定しやすい装置（レンタル品）であるため、このような特有のビジネスシステムを確立しやすい。

[0059] 二次電池管理装置100は、貸与した二次電池の劣化速度、将来的な使用料、交換時期などをユーザに通知できる。また、複数の劣化行動のうちユーザがどのような劣化行動をとりがちであるかを指摘することは、ユーザの行動改善にも寄与する。

[0060] 二次電池管理装置100は、多数の二次電池に関して使用履歴を集めることにより、どのような使用方法が二次電池を劣化させやすいのかを解析することもできる。たとえば、雪道走行では二次電池が劣化しやすいというデータが得られた場合、ハイブリッドカーにおいて雪道では二次電池ではなくガ

ソリンエンジンを動力源として使う方が合理的であると判断できる。また、あるタイプの二次電池は、太陽光発電による充電で劣化しやすいというデータが得られた場合、バッテリーセルへの負担を軽減するための新たな充放電回路が必要となるかもしれない。自動車メーカーM1の電気自動車に搭載される二次電池は劣化しにくく、自動車メーカーM2の電気自動車に搭載される二次電池は劣化しやすいというデータが得られた場合、自動車メーカーM1はその旨を積極的に顧客にアピールできるというメリットもある。また、自動車メーカーM2が二次電池を効率的に使う設計の必要性を認識することにより、二次電池に関わる周辺技術の促進にも寄与すると考えられる。

[0061] 二次電池管理システム200によれば、電子機器210のメーカーだけに二次電池に関連するデータが囲い込まれない、というメリットもある。複数の電子機器210が使用する二次電池（汎用品）に基づいて二次電池および電子機器210のデータを収集できるため、二次電池および電子機器210について豊富な知見を提供できると期待される。たとえば、二次電池がどこで使われているかという地理情報を収集すれば、二次電池のための充電ステーションをどのように配置するのが効率的となるかを合理的に判断しやすくなる。

[0062] 第2実施形態においては、二次電池300に使用履歴等のデータが蓄積される。そして、二次電池300の交換時において、劣化度に応じて使用料を請求される。通信環境に不備のある新興国や交通不便の地であっても第1実施形態と二次電池管理システム200と同様のシステムを構築できる。

[0063] なお、本発明は上記実施形態や変形例に限定されるものではなく、要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化することができる。上記実施形態や変形例に開示されている複数の構成要素を適宜組み合わせることにより種々の発明を形成してもよい。また、上記実施形態や変形例に示される全構成要素からいくつかの構成要素を削除してもよい。

[0064] [変形例]

本実施形態においては、二次電池ごとに性能情報、使用履歴、機器ID、

ユーザ情報等の各種情報を収集するとして説明した。大型の二次電池は、セル（小さな二次電池）の集合体として構成されることが多い。変形例として、二次電池（セルの集合体）ではなく、セルごとに電池IDを付与し、セルごとに性能情報等を収集してもよい。

[0065] たとえば、 5×5 の25個のセルが正方形に配列された二次電池を想定する。この二次電池について各種情報を収集した場合、内側よりも外側にあるセルの方が劣化しやすいことが判明したとする。もし、このようなデータが得られれば、外側のセルの負担を軽減する充電制御回路を設計すれば二次電池の製品寿命を伸ばすうえで効果的であると考えられる。あるいは、内側のセルよりも外側のセルが交換容易となるような二次電池の構造設計も効果的かもしれない。このように、セルごとに情報収集することにより、二次電池の設計についても豊富な知見を提供できる可能性がある。

[0066] 本実施形態においては、放電容量の低下度を劣化度として定義した。劣化度の定義は、放電容量以外でも可能である。二次電池は、充放電を繰り返すごとに内部抵抗が増加することがわかっている。二次電池管理装置100は、劣化度（％）＝（計測抵抗値－初期抵抗値）／初期抵抗値、として定義してもよい。また、放電容量に基づいて計算された劣化度Aと内部電圧に基づいて計算された劣化度Bの双方に基づいて、たとえば、それらの平均値を劣化度として定義してもよい。このほかにも、時間経過にともなう電池容量の低下度、1回のフル充電によって電気自動車204が走行可能な距離の低下度に基づいて劣化度を定義してもよい。また、放電容量に限らず、OCV(Open-Circuit Voltage：開路電圧)、開放端電圧等に基づいて劣化度を定義してもよい。

[0067] 二次電池管理装置100は、二次電池の経年劣化パターン（モデル）を保持しておき、この経年劣化パターンに基づいて劣化を予測してもよい。このようなモデルは、ニューラルネットワーク・モデルとして形成されてもよい。劣化の早い二次電池の使用履歴等を解析し、行動、電子機器210の種別、使用環境（温度など）のさまざまなパラメータを入力層に設定し、これら

のパラメータが二次電池の劣化にどの程度の影響を及ぼすかを解析してもよい。そして、このニューラルネットワーク・モデルにしたがって、二次電池の劣化予測をしてもよい。各入力層（パラメータ）のモデルにおいて設定される重み係数に基づいて、劣化行動を特定してもよい。二次電池に関するデータを蓄積することにより、モデルをいっそう精緻化させることができる。

[0068] 本実施形態においては、交換通知部 126 は二次電池の交換時期を通知するとして説明した。二次電池管理装置 100 は、二次電池の充電ステーションの位置を通知する充電位置通知部、を備えてもよい。また、二次電池管理装置 100 は、電子機器 210 に対して、充電すべきタイミングを通知する充電タイミング通知部、を備えてもよい。二次電池管理装置 100 の使用履歴取得部 114 は、更に、各二次電池の充電率情報を定期的に取得してもよい。充電タイミング通知部は充電率が所定の閾値、たとえば、30%以下となった二次電池を使用する電子機器 210 に対して、充電を促す通知を送信してもよい。

[0069] 第 1 実施形態においては、定期的に二次電池の情報を収集するとして説明した。このほかにも、二次電池の充電時に情報収集をしてもよい。たとえば、電気自動車 204 は、充電時に停車する必要があるため、充電時の電気自動車 204 から二次電池の情報を収集しやすい。

[0070] 第 2 実施形態においては、二次電池の交換時に情報を収集するとして説明した。第 2 実施形態においても、二次電池の充電時に情報収集をしてもよい。たとえば、充電ステーションが通信機能を有する場合、充電ステーションが二次電池 300 のデータ格納部 308 から各種情報を読み出して二次電池管理装置 100 に情報を送信してもよい。

[0071] 劣化閾値を超えた二次電池を二次利用してもよい。たとえば、劣化度が 20%を超えた二次電池（以下、「劣化二次電池」とよぶ）は、ESS（Energy Storage System：エネルギー貯蔵システム）の運営業者により再利用されてもよい。たとえば、ユーザ A が使用する二次電池の劣化度が劣化閾値を超えたとする。このとき、二次電池管理装置 100 の交換通知部 126 は、ユ

ーザAに劣化二次電池の交換を通知するとともに、ESSを運営するユーザーBに対して劣化二次電池が生じたことを通知する。二次電池管理装置100は、ユーザーAとユーザーBをマッチングさせるマッチング部を備えてもよい。マッチング部は、ユーザーAとユーザーBの間において、劣化二次電池の引取価格および引取時期についての合意形成を仲介する。合意後、二次電池管理装置100のシステム運営者は、ユーザーAから回収した劣化二次電池をユーザーBに送付する。

[0072] また、この劣化二次電池の劣化度が所定の閾値、たとえば、50%を超えたときには劣化二次電池は分解・解体してリサイクルに回されてもよい。交換通知部126は、ユーザーBが使用する劣化二次電池の劣化度が50%を超えたとき、ユーザーBに対して劣化二次電池をリサイクルすべき旨を通知してもよい。

[0073] 二次電池の導入コストはゼロでなくてもよい。たとえば、二次電池の価格を半額に抑え、残りを使用料により徴収してもよい。

[0074] 本実施形態においては、二次電池を劣化させる行動を使用履歴から割り出す方法について説明した。このほかにも二次電池を劣化させないための行動を抽出してもよい。たとえば、充電回数が多いにも関わらず二次電池をあまり劣化させないユーザーP2が特定されたとき、このユーザーP2の行動を調査してもよい。このような調査の後、ユーザーP2の二次電池を長持ちさせるためのノウハウを他のユーザーに紹介してもよい。

[0075] 多数の二次電池の劣化度に基づいて、発電量を予測することも可能である。たとえば、劣化度の大きな二次電池は、蓄電量が少なくなる。このため、劣化の進んだ二次電池が多いときには必要な発電量は小さくなると考えられる。一方、新規または交換後の二次電池、いいかえれば、劣化の進んでいない二次電池が多いときには必要な発電量は大きくなると考えられる。二次電池管理装置100は、二次電池の劣化度に基づいて、使用料だけでなく、必要な電力量を予測し、これを発電業者に通知してもよい。

[0076] 本実施形態においては、二次電池の劣化を対象として説明した。二次電池

以外にも劣化をともなう電池に対して本発明は応用可能である。たとえば、燃料電池も使用にともなう徐々に出力が低下する。したがって、燃料電池についても劣化度を計測し、使用履歴等の各種情報収集、使用料計算等を行ってもよい。本明細書における「二次電池」とは、広義においては「燃料電池」も含むものとする。

[0077] 図 1 1 は、二次電池 3 0 0 の放電容量を計測する計測回路 3 3 0 の回路図である。

二次電池 3 0 0 は、電池成分 3 2 0 と抵抗成分 3 2 2 を含む。充放電を繰り返すと、二次電池 3 0 0 の負極材に使用する黒鉛と電解液の反応により、負極表面に徐々に被膜が形成される。抵抗成分 3 2 2（内部抵抗値 r ）は負極の被膜に起因する。内部抵抗値 $r = 0$ のとき、電池成分 3 2 0 の起電力 E と外部抵抗 3 2 4 に印加される電圧値 V は等しい。しかし、内部抵抗値 r が非ゼロのとき、放電電流を I とすると $V = E - I \cdot r$ となり、抵抗成分 3 2 2 により放電電圧が降下する。したがって、OCV（開放端電圧）と放電電圧の差を測定することにより、二次電池 3 0 0 の劣化度を指標化できる。

[0078] 一般的には、二次電池 3 0 0 の劣化度は SOH (States Of Health) によって指標化される。SOH は容量維持率を示すが、内部抵抗値 r の抵抗上昇率として定義されることもある。以下においては、SOH は容量維持率のことであるとして説明する。SOH は、放電容量値で規定されるが、電流値や測定時の温度に影響されるため、これらを考慮して評価する。なお、二次電池 3 0 0 の容量とは、満充電状態の二次電池 3 0 0 から、外部抵抗 3 2 4 の端子電圧が所定の終止電圧に達するまで放電させたときに取り出すことのできる電気（電荷）量を意味する。

[0079] 図 1 2 は、二次電池 3 0 0 の使用にともなう SOH（容量維持率）の劣化を示すグラフである。

本発明者らは、充放電にともなう二次電池 3 0 0 の劣化速度について実験をおこなった。本実験では、18 mm × 65 mm の円筒セルのリチウムイオン二次電池（二次電池 3 0 0）を使用した。二次電池 3 0 0 の初期容量は 2

， 750 (mAh) である。また、計測時の温度は摂氏 25 度である。二次電池 300 の充放電を繰り返し、放電積算容量 (mAh) にともなって SOH がどのように低下 (劣化) していくかを測定した。

[0080] 充電に際しては電圧が 4.2 (V) に達したときに「充電完了」とみなし、放電に際しては電圧が 2.5 (V) に達したときに「放電完了」とみなした。充放電を繰り返しながら SOH を定期的に測定した。

[0081] 劣化曲線 P1 は、電気自動車 204 の安全運転を想定した条件 1 で SOH の低下傾向を示す。劣化曲線 P2 は、電気自動車 204 の急加速運転を想定した条件 2 で SOH の低下傾向を示す。条件 1 では、充電時の C レート (Capacity Rate) は 0.2、放電時の C レートも 0.2 である。2, 750 (mAh) の二次電池 300 を 1 時間で放電または充電させるときの C レートを 1.0 とする。充電時の C レートが 0.2 であるとは、比較的ゆっくりと充電させることを意味する。一方、条件 2 では、充電時の C レートは 0.2、放電時の C レートは 0.8 である。条件 2 では、条件 1 に比べて放電電流を大きくすることで急速放電させている。なお、劣化曲線 P1 および劣化曲線 P2 の充電電流および放電電流はいずれも定電流である。

[0082] 本実験により、急速放電をしたとき (劣化曲線 P2 : 条件 2) の方が、急速放電をしないとき (劣化曲線 P1 : 条件 1) よりも二次電池 300 の劣化が進みやすいことが確認できた。

[0083] ユーザ A1 は電気自動車 204 を安全運転するとする。安全運転の場合、放電積算容量が約 360,000 (mAh) に達したときに二次電池 300 を約 2 (%) 劣化させると想定される。一方、ユーザ A2 は電気自動車 204 を急加速運転するとする。急加速運転の場合、放電積算容量が 170,000 (mAh) に達したとき二次電池 300 を約 2 (%) 劣化させると想定される。ユーザ A1 は、ユーザ A2 に比べて多くの電気エネルギーを使うとしても、ユーザ A2 よりも二次電池 300 を大事に使っているため、ユーザ A1 はユーザ A2 と同じだけの使用料しか請求されない。このような仕組みにより、ユーザに対して、二次電池 300 を大事に使うというインセンティ

ブを提供できる。

[0084] 二次電池 300 の製造にもコストがかかる。多くのユーザが二次電池 300 を大切に扱うように導くことができれば、世界全体として二次電池 300 の製造にともなう資源や労力を効果的に抑制できる。

[0085] 第 1 実施形態においては、電気自動車 204 などの電子機器 210 に電圧、電流および温度を計測する専用のアプリケーション・ソフトウェア（以下、「性能計測ソフトウェア」とよぶ）を導入してもよい。第 2 実施形態においては、二次電池 300 に性能計測ソフトウェアを導入してもよい。性能計測ソフトウェアは定期的に放電容量等の性能情報を計測し、二次電池管理装置 100 に通知する。性能計測ソフトウェアは、計測機能および通信機能さえ備えればよい。二次電池管理装置 100 は、性能計測ソフトウェアから取得した性能情報に基づいて劣化度を計算し、二次電池 300 の使用料を計算する。性能計測ソフトウェアは、性能情報に基づいて劣化度を計算し、二次電池メーカー 216 に通知するとしてもよい。

[0086] 仮に、悪意のユーザが性能計測ソフトウェアを改竄または無効化したとしても、いずれかの時点でこのユーザは二次電池 300 を交換せざるを得ない。交換所で二次電池 300 の劣化度を計測できるので、二次電池 300 の使用中に劣化度をごまかしたとしても、交換時には精算せざるを得ない。電気自動車 204 であれば、充電ステーションで二次電池 300 を充電するときに充電ステーションが二次電池 300 の性能情報を取得してもよい。そして、充電ステーションから二次電池管理装置 100 に性能情報を送信してもよい。あるいは、訪問員が定期的に各二次電池 300 の性能情報を取得してもよい。

[0087] 本実施形態の二次電池管理装置 100 は、多数の二次電池 300 から性能情報を収集する。たとえば、タイプ T1 の二次電池 300 が 5,000 万台流通しているとき、次月にそのうち 400 万台が交換になると予測できれば、二次電池メーカー 216 は生産計画を立てやすい。大量の二次電池 300 の交換時期を二次電池管理装置 100 において一元的に予測することにより

、二次電池３００の過剰生産による不良在庫化、あるいは、過小精算による商機の逸失を防ぎやすくなる。

[0088] 上述したように、二次電池３００の劣化予測は、経年劣化テーブルに基づいておこなわれてもよい。たとえば、交換から１ヶ月後に二次電池３００を５（％）劣化させた場合、交換から２ヶ月後までに二次電池３００の劣化度が２０（％）に達する確率は３（％）、交換から３ヶ月後までに二次電池３００の劣化度が２０（％）に達する１５（％）・・・のような実績情報を得られた場合、実績情報に基づいて経年劣化テーブルを設定してもよい。このような実績情報に基づく経年劣化テーブルを用意しておけば、ある二次電池３００の実際の劣化速度と経年劣化テーブルを参照することにより、この二次電池３００の将来的な劣化の進み方を予測できる。

[0089] 第１実施形態においては、電気自動車２０４などの電子機器２１０に電子機器２１０の使用状態を計測する専用のアプリケーション・ソフトウェア（以下、「使用計測ソフトウェア」とよぶ）を導入してもよい。第２実施形態においては、二次電池３００に使用計測ソフトウェアを導入してもよい。使用計測ソフトウェアは電子機器２１０の使用情報を取得し、二次電池管理装置１００に通知する。たとえば、二次電池３００が電気自動車２０４などの移動機械に搭載されているとする。このとき、使用計測ソフトウェアは、移動機械の単位時間あたりの急発進回数、急停止回数、平均速度、最高速度、走行時間のうち閾値速度以上で走行した時間の割合、など使用情報として取得する。使用計測ソフトウェアは、また、いわゆるエコ・ドライブのスコア（既知技術）を使用情報として二次電池管理装置１００に通知してもよい。二次電池管理装置１００は、使用計測ソフトウェアからの通知結果に基づいて二次電池３００の劣化度を予測してもよい。たとえば、エコ・ドライブのスコアに応じて複数種類の経年劣化テーブルをあらかじめ用意しておく。劣化予測部１４０は、計測対象となる電気自動車２０４からスコアを取得したとき、該当する経年劣化テーブルに基づいて二次電池３００の将来的な劣化の進み方を予測してもよい。

[0090] 二次電池３００のタイプに応じて複数の経年劣化テーブルを用意してもよい。また、二次電池３００を搭載する電子機器２１０のタイプに応じて複数の経年劣化テーブルを用意してもよい。ユーザの属性に応じて複数の経年劣化テーブルを用意してもよい。劣化予測部１４０は、どのようなユーザが、どのような電子機器２１０に対して、どの二次電池３００を使用するかに応じて二次電池３００の劣化を予測してもよい。

[0091] 劣化測定部１３０は複数種類の性能情報に基づいて劣化度を計算してもよい。たとえば、劣化測定部１３０は内部抵抗の変化量および容量維持率の変化量それぞれに基づいて劣化度を計算してもよい。劣化測定部１３０は、複数種類の劣化度のうち最大または最小の劣化度、平均値、中央値を二次電池３００の正式な劣化度してもよい。このように複数種類の観点から得られる劣化度から、二次電池３００の劣化度を総合判断することにより、より合理的に劣化度を算出できる。

[0092] 二次電池３００のユーザによって、二次電池３００の劣化度についての許容値（劣化閾値）は異なると考えられる。たとえば、ユーザＡ４は、劣化度９０～１００（％）の二次電池３００を使用し、劣化度が９０（％）未満となったときには二次電池３００を交換するものとする。ユーザＡ５は、劣化度７０～１００（％）の二次電池３００を使用するものとする。この場合には、ユーザＡ４にとって不要となった劣化度９０（％）未満の二次電池３００は、ユーザＡ５には使用可能である。上述したマッチング部は、ユーザＡ４の二次電池３００の交換時期、または、交換が予測される時期にユーザＡ５にこの二次電池３００を導入可能である旨を通知してもよい。あるいは、マッチング部は、ユーザＡ４が不要とした二次電池３００をユーザＡ５に配送してもよい。マッチング部は、ユーザＡ４が二次電池３００を交換するとき、この二次電池３００を使用可能なユーザを検索し、該当ユーザに二次電池３００を導入可能である旨を配信してもよい。

交換通知部１２６は、ユーザＡ４が手放した二次電池３００を利用可能なユーザが存在しないときには、この二次電池３００をリサイクル業者に配送

してもよい。

- [0093] 二次電池 300 の使用料は、二次電池 300 の購入価格、交換の目安として設定される劣化閾値に基づいて定められてもよい。たとえば、二次電池 300 の購入価格が 10 万円であり、劣化度が 20 (%) の劣化閾値に達したとき、この二次電池 300 は交換されるものとする。この場合には、20 (%) 分の劣化度に対して 10 万円の価値があると考えられるため、劣化度 1 (%) あたり 5,000 円 ($= 10 \text{ 万} \div 20$) の使用料とすればよい。料金計算部 132 は、このように二次電池 300 の購入価格と、ユーザまたは二次電池 300 のメーカーにより設定される劣化閾値に基づいて、劣化度に対応する使用料を計算してもよい。このような制御方法によれば、さまざまなタイプの二次電池 300 の使用料を二次電池管理システム 200 において合理的に算定できるため、ユーザは二次電池管理システム 200 により提供される貸借方式に安心して参加しやすくなる。
- [0094] また、二次電池管理装置 100 は、多種多様な二次電池 300 の使用料を購入価格（販売価格）と劣化閾値に基づいて簡単かつ公平に算出できるため、多様な二次電池 300 にも対応しやすくなる。購入価格の高い二次電池 300 は使用料が高くなり、劣化しにくい二次電池 300 は使用料が安くなる。
- [0095] 本実施形態においては、二次電池 300 の劣化度に基づいてユーザに使用料を請求するとして説明した。このほかにも、政府は、二次電池 300 の劣化度に基づいてユーザに課税することも考えられる。二次電池 300 を大切に長く使う意識を国民にもたせることは貴重な資源の有効活用にも資すると考えられる。また、安全運転をするユーザは急加速運転をするユーザよりも金銭面において優遇されることになるため、電気自動車 204 の運転マナーを向上させる効果も期待できる。
- [0096] 二次電池 300 の劣化度に基づいて使用料（費用）を少しずつ支払うことは、財務諸表において固定資産の購入価格を少しずつ減価償却していくことに等しい。二次電池管理システム 200 によれば、経理の観点においても、

企業が二次電池 300 を導入しやすくなると考えられる。

[0097] 本実施形態および変形例からは、下記の発明を認識可能である。

A 1. 二次電池を駆動電源とする電子機器と通信ネットワークを介して接続され、

前記電子機器から、前記二次電池の性能情報を取得する性能情報取得部と、

前記二次電池の所定の単位期間における性能の劣化度を測定する劣化測定部と、

前記劣化度に応じて、前記単位期間における前記二次電池の使用料を計算する料金計算部と、を備えることを特徴とする二次電池管理装置。

[0098] A 2. 前記二次電池の性能の単位期間あたりの劣化度に基づいて、所定の将来時点における前記二次電池の劣化度を予測する劣化予測部、を更に備えることを特徴とする A 1 に記載の二次電池管理装置。

[0099] A 3. 前記二次電池の劣化度の予測に基づいて、所定の単位期間における前記二次電池の使用料を予測する料金予測部と、

前記予測された使用料を前記電子機器のユーザに通知する料金通知部と、を更に備えることを特徴とする A 2 に記載の二次電池管理装置。

[0100] A 4. 前記二次電池の劣化度の予測に基づいて、前記二次電池の交換時期を予測する交換予測部と、

前記予測された交換時期を前記電子機器のユーザに通知する交換通知部と、を更に備えることを特徴とする A 2 または A 3 に記載の二次電池管理装置。

[0101] A 5. 前記電子機器から、前記電子機器の使用履歴を取得する使用履歴取得部と、

前記二次電池の劣化履歴と前記使用履歴を参照し、前記二次電池を劣化させる使用態様として定義される複数の劣化行動のうち、前記電子機器のユーザにより実行される劣化行動を特定する劣化行動特定部と、を更に備えることを特徴とする A 1 から A 4 のいずれかに記載の二次電池管理装置。

[0102] A 6. 前記性能情報取得部は、前記二次電池の放電容量を前記性能情報として取得し、

前記劣化測定部は、前記放電容量の前記単位期間における低下を前記劣化度として測定することを特徴とする A 1 に記載の二次電池管理装置。

[0103] A 7. 前記料金計算部は、二次電池の購入価格および劣化閾値の双方に基づいて、二次電池の種類に応じて使用料を計算することを特徴とする A 1 から A 6 のいずれかに記載の二次電池管理装置。

[0104] A 8. 二次電池を駆動電源とする電子機器から、前記二次電池の性能情報を取得する機能と、

前記二次電池の所定の単位期間における性能の劣化度を測定する機能と、

前記劣化度に応じて、前記単位期間における前記二次電池の使用料を計算する機能と、をコンピュータに発揮させることを特徴とする二次電池管理プログラム。