

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-35135  
(P2021-35135A)

(43) 公開日 令和3年3月1日(2021.3.1)

(51) Int. Cl.			F I			テーマコード (参考)
HO2J	7/02	(2016.01)	HO2J	7/02	F	5G064
HO2J	7/35	(2006.01)	HO2J	7/35	K	5G066
HO2J	3/32	(2006.01)	HO2J	3/32		5G503
HO2J	3/38	(2006.01)	HO2J	3/38	110	5H125
HO2J	7/00	(2006.01)	HO2J	3/38	130	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 34 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-152102 (P2019-152102)  
(22) 出願日 令和1年8月22日 (2019.8.22)

(71) 出願人 000003207  
トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地  
(74) 代理人 110001195  
特許業務法人深見特許事務所  
(72) 発明者 土屋 慶幸  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72) 発明者 中村 達  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72) 発明者 木野村 茂樹  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

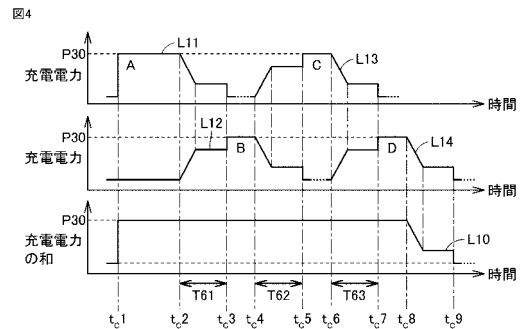
(54) 【発明の名称】 電力システム、及び車両

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】複数の車両が、リレー方式で順次、共通の外部電源から電力の供給を受けて外部充電を行なう場合に、複数の車両による外部充電が連続して行なわれるようにする。

【解決手段】電力システムは、第1車両と第2車両と外部電源とを備える。第1車両は、外部電源と電氣的に接続された状態で、外部電源から供給される電力により第1蓄電装置の外部充電を開始( $t_{c1}$ )する。第2車両は、外部電源と電氣的に接続された状態で、第1蓄電装置の外部充電の終了を予告する信号を受信( $t_{c2}$ )した場合に、第1車両において開始した外部充電が終了する前に、外部電源から供給される電力により、第2蓄電装置の外部充電を開始する。

【選択図】 図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

外部充電可能な第 1 蓄電装置を備える第 1 車両と、  
外部充電可能な第 2 蓄電装置を備える第 2 車両と、  
前記第 1 車両及び前記第 2 車両の各々に電力を供給可能な外部電源とを備える電力システムであって、

前記第 1 車両は、前記外部電源と電氣的に接続された状態で、前記外部電源から供給される電力により前記第 1 蓄電装置の外部充電を開始し、

前記第 2 車両は、前記外部電源と電氣的に接続された状態で、前記第 1 蓄電装置の外部充電の終了を予告する信号を受信した場合に、前記第 1 車両において前記開始した外部充電が終了する前に、前記外部電源から供給される電力により前記第 2 蓄電装置の外部充電を開始するように構成される、電力システム。

10

**【請求項 2】**

前記第 1 車両における前記第 1 蓄電装置の前記外部充電と前記第 2 車両における前記第 2 蓄電装置の前記外部充電とが両方同時に行なわれている期間において、前記第 1 蓄電装置の充電電力と前記第 2 蓄電装置の充電電力との和を決められた電力に保つように、前記第 1 車両及び前記第 2 車両の少なくとも一方を制御する電力制御装置をさらに備える、請求項 1 に記載の電力システム。

**【請求項 3】**

所定の第 1 充電パターンで前記第 1 蓄電装置の前記外部充電を実行するように構成される第 1 充電制御装置をさらに備え、

前記所定の第 1 充電パターンは、第 1 充電期間と、前記第 1 充電期間に続く第 2 充電期間とを含み、

前記第 1 充電期間は、第 1 電力で前記外部充電が行なわれる期間であり、

前記第 2 充電期間は、前記第 1 電力よりも小さい電力で前記外部充電が行なわれる期間であり、

前記第 2 車両は、前記第 1 充電期間終了時又は前記第 2 充電期間中に、前記第 1 蓄電装置の外部充電の終了を予告する信号を受信するように構成される、請求項 1 又は 2 に記載の電力システム。

20

**【請求項 4】**

所定の第 1 充電パターンで前記第 1 蓄電装置の前記外部充電を実行するように構成される第 1 充電制御装置をさらに備え、

前記所定の第 1 充電パターンは、第 1 充電期間と、前記第 1 充電期間に続く第 2 充電期間とを含み、

前記第 1 充電期間は、第 1 電力で前記外部充電が行なわれる期間であり、

前記第 2 充電期間は、前記第 1 電力よりも小さい電力で前記外部充電が行なわれる期間であり、

前記第 2 車両は、前記第 1 充電期間終了時に、前記第 1 蓄電装置の外部充電の終了を予告する信号を受信するように構成され、

前記第 1 車両における前記第 1 蓄電装置の前記外部充電と前記第 2 車両における前記第 2 蓄電装置の前記外部充電とが両方同時に行なわれている期間において、前記第 1 蓄電装置の充電電力と前記第 2 蓄電装置の充電電力との和を前記第 1 電力に保つように、前記第 1 車両及び前記第 2 車両の少なくとも一方を制御する電力制御装置をさらに備える、請求項 1 に記載の電力システム。

30

40

**【請求項 5】**

前記第 1 充電制御装置は、前記所定の第 1 充電パターンで前記第 1 蓄電装置の前記外部充電を実行しているときに前記第 1 蓄電装置の SOC が所定 SOC 値以上になると、前記第 1 充電期間を終了して前記第 2 充電期間に移行するように構成される、請求項 3 又は 4 に記載の電力システム。

**【請求項 6】**

50

前記第 1 充電制御装置は、ユーザによる SOC 値の入力を受け付けるように構成されるとともに、ユーザによって入力された SOC 値を用いて前記所定 SOC 値を設定するように構成される、請求項 5 に記載の電力システム。

【請求項 7】

前記第 1 充電制御装置は、次回走行に使用されると推定された電気量を用いて前記所定 SOC 値を設定するように構成される、請求項 5 に記載の電力システム。

【請求項 8】

所定の第 2 充電パターンで前記第 2 蓄電装置の前記外部充電を実行するように構成される第 2 充電制御装置をさらに備え、

前記所定の第 2 充電パターンは、充電開始直後の第 3 充電期間と、前記第 3 充電期間に続く第 4 充電期間とを含み、

前記第 4 充電期間は、第 2 電力で前記外部充電が行なわれる期間であり、

前記第 3 充電期間は、前記第 2 電力よりも小さい電力で前記外部充電が行なわれる期間である、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の電力システム。

【請求項 9】

前記外部電源が供給する電力の需要増加を前記第 1 車両に要請するサーバをさらに備え、

前記第 1 車両は、前記サーバからの前記要請に応じて、前記外部電源から供給される電力により前記第 1 蓄電装置の外部充電を開始するように構成され、

前記外部電源は、電気事業者が提供する電力網であり、

前記電力網は、複数の充電設備に電力を供給するように構成され、

前記第 1 車両及び前記第 2 車両の各々は、前記複数の充電設備のいずれかを介して、前記電力網と電氣的に接続可能に構成される、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の電力システム。

【請求項 10】

複数の車両が、リレー方式で順次、共通の外部電源から電力の供給を受けて外部充電を行なう充電方法に適用可能な車両であって、

外部充電可能な蓄電装置と、

前記蓄電装置の外部充電を制御する充電制御装置と、

当該車両の外部との通信を制御する通信制御装置とを備え、

前記充電制御装置は、当該車両が前記共通の外部電源と電氣的に接続された状態で、前記充電方法の前記外部充電を行なっている他の車両による前記外部充電の終了を予告する開始信号を受信した場合に、前記他の車両による前記外部充電が終了する前に、前記共通の外部電源から供給される電力により前記蓄電装置の外部充電を開始するように構成される、車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、電力システム及び車両に関し、特に、電力システムに含まれる複数の車両が順次、外部充電を行なう技術に関する。

【背景技術】

【0002】

特開 2017 - 139961 号公報（特許文献 1）には、複数の拠点に設置された各充電設備での外部充電のスケジュール（たとえば、充電開始時刻及び充電終了時刻）を示す充電計画を作成し、作成した充電計画を複数の電気自動車に通知する充電管理方法が開示されている。なお、「外部充電」は、車両外部から供給される電力を用いて、車両に搭載された蓄電装置の充電を行なうことである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開2017-139961号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記のように、複数の電気自動車の各々に充電計画を通知することによって、各電気自動車が行なう外部充電のスケジュールをコントロールすることができる。しかしながら、充電計画が通知された各電気自動車において、必ずしも充電計画どおりに外部充電が行なわれるとは限らない。上記特許文献1に記載の方法によって、複数の車両が、リレー方式で順次、共通の外部電源から電力の供給を受けて外部充電を行なう場合、充電計画は、複数の車両による外部充電が連続して行なわれるようになっていても、先の車両による外部充電が終わってから次の車両による外部充電が開始されるまでの間に、充電途切れ（すなわち、いずれの車両によっても外部充電が行なわれない期間）が生じることがある。

10

【0005】

本開示は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、複数の車両が、リレー方式で順次、共通の外部電源から電力の供給を受けて外部充電を行なう場合に、複数の車両による外部充電が連続して行なわれるようにすることである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の第1の観点に係る電力システムは、外部充電可能な第1蓄電装置を備える第1車両と、外部充電可能な第2蓄電装置を備える第2車両と、第1車両及び第2車両の各々に電力を供給可能な外部電源とを備える。第1車両は、外部電源と電氣的に接続された状態で、外部電源から供給される電力により第1蓄電装置の外部充電を開始するように構成される。第2車両は、外部電源と電氣的に接続された状態で、第1蓄電装置の外部充電の終了を予告する信号を受信した場合に、第1車両において開始した外部充電が終了する前に、外部電源から供給される電力により第2蓄電装置の外部充電を開始するように構成される。

20

【0007】

上記の電力システムでは、第1車両及び第2車両が、リレー方式で順次、共通の外部電源から電力の供給を受けて外部充電を行なう。第1車両は、第2車両よりも先に外部充電を開始する。第1車両は、外部充電を終了する前に、外部充電の終了を予告する信号を送信してもよい。第1車両は、たとえば、外部充電を実行しているときの状況変化（たとえば、第1蓄電装置の状態の変化）をリアルタイムで確認しながら、外部充電の終了が近いかなかを判断することができる。以下、第1蓄電装置の外部充電の終了を予告する信号を、「予告信号」とも称する。第2車両は、予告信号を受信することによって、第1車両による外部充電の終了が近いこと（すなわち、第1車両による外部充電が間もなく終了すること）を認識することができる。そして、第2車両は、第1車両による外部充電が終了する前（すなわち、第1車両による外部充電中）に、第2蓄電装置の外部充電を開始することができる。こうした電力システムでは、第1車両の充電期間の終了間際の部分と、第2車両の充電期間の開始直後の部分とが重複する。このため、第1車両から第2車両への引き継ぎにおいて充電途切れは生じず、第1車両及び第2車両による外部充電は連続して行なわれることになる。

30

40

【0008】

予告信号は、予め定められた充電終了時刻に基づく予告信号と、状態変化（たとえば、充電電力の変化）を検知したことによる信号との両方を含む。サーバ（たとえば、第1車両及び第2車両を管理するサーバ）が、第1車両から取得した情報（たとえば、第1車両の状態を示す情報）に基づいて充電終了タイミングを予測してもよい。予告信号は、サーバから第2車両へ送信されてもよい。予告信号は、第1車両から直接、第2車両へ送信されてもよい。予告信号は、第1車両からサーバへ送信され、サーバにおいて所定の変換処理が行なわれた後、第2車両へ送信されてもよい。

【0009】

50

上記の電力システムは、第1車両における第1蓄電装置の外部充電と第2車両における第2蓄電装置の外部充電とが両方同時に行なわれている期間（以下、「重複充電期間」とも称する）において、第1蓄電装置の充電電力と第2蓄電装置の充電電力との和（以下、「総和電力」とも称する）を決められた電力に保つように、第1車両及び第2車両の少なくとも一方を制御する電力制御装置をさらに備えてもよい。

#### 【0010】

上記電力システムでは、電力制御装置が総和電力を決められた電力に保つことにより、外部電源の電力需要を安定させることが可能になる。上記構成によれば、外部電源の電力需要が過多になることと外部電源の電力需要が過少になることとの両方を抑制することができる。なお、電力制御装置は、第1車両及び第2車両の一方又は両方に搭載されてもよいし、第1車両及び第2車両の外部（たとえば、後述するサーバ）に搭載されてもよい。

10

#### 【0011】

上記電力システムは、所定の第1充電パターンで第1蓄電装置の外部充電を実行するように構成される第1充電制御装置をさらに備えてもよい。上記所定の第1充電パターンは、第1充電期間と、第1充電期間に続く第2充電期間とを含んでもよい。第1充電期間は、第1電力で外部充電が行なわれる期間であってもよい。第2充電期間は、第1電力よりも小さい電力で外部充電が行なわれる期間であってもよい。第2車両は、第1充電期間終了時又は第2充電期間中に、第1蓄電装置の外部充電の終了を予告する信号を受信するように構成されてもよい。なお、第1充電制御装置は、第1車両に搭載されてもよいし、第1車両の外部（たとえば、後述するサーバ）に設けられてもよい。

20

#### 【0012】

上記電力システムでは、第2車両が第1充電期間終了時又は第2充電期間中に予告信号を受信することにより外部充電を開始するため、第2充電期間を重複充電期間とすることができる。重複充電期間では、第1車両及び第2車両の各々に電力を供給している外部電源が電力需要過多になりやすい。この点、上記電力システムでは、第2充電期間において、第1電力よりも小さい電力で第1蓄電装置の外部充電が行なわれる。こうした構成により、外部電源の電力需要が過多になることを抑制することができる。一方、第1充電期間においては、第1電力で第1蓄電装置の外部充電が行なわれる。第1電力を、第1蓄電装置の充電に適した電力にすることで、第1充電期間における第1蓄電装置の充電効率を向上させることができる。

30

#### 【0013】

上記電力システムは、所定の第1充電パターンで第1蓄電装置の外部充電を実行するように構成される第1充電制御装置をさらに備えてもよい。上記所定の第1充電パターンは、第1充電期間と、第1充電期間に続く第2充電期間とを含んでもよい。第1充電期間は、第1電力で外部充電が行なわれる期間であってもよい。第2充電期間は、第1電力よりも小さい電力で外部充電が行なわれる期間であってもよい。第2車両は、第1充電期間終了時に、第1蓄電装置の外部充電の終了を予告する信号を受信するように構成されてもよい。上記の電力システムは、重複充電期間（すなわち、第1車両における第1蓄電装置の外部充電と第2車両における第2蓄電装置の外部充電とが両方同時に行なわれている重複充電期間）において総和電力（すなわち、第1蓄電装置の充電電力と第2蓄電装置の充電電力との和）を第1電力に保つように、第1車両及び第2車両の少なくとも一方を制御する電力制御装置をさらに備えてもよい。

40

#### 【0014】

上記電力システムでは、第2車両が第1充電期間終了時に予告信号を受信することにより外部充電を開始するため、第1充電期間の終了と略同時に重複充電期間を開始することができる。上記電力システムでは、第1車両のみによって外部充電が行なわれる第1充電期間において、第1車両が第1電力で外部充電を行ない、第1車両及び第2車両の両方によって外部充電が行なわれる重複充電期間において、電力制御装置が総和電力を第1電力に保つ。このため、第1充電期間と重複充電期間とにわたって総和電力を第1電力にする

50

ことができる。

【0015】

第1蓄電装置の外部充電が進行するほど第1蓄電装置のSOC(State Of Charge)は高くなる。第1充電制御装置は、第1蓄電装置のSOCを用いて、第1充電期間から第2充電期間に移行するタイミングを決めてもよい。

【0016】

第1充電制御装置は、上記所定の第1充電パターンで第1蓄電装置の外部充電を実行しているときに第1蓄電装置のSOCが所定SOC値以上になると、第1充電期間を終了して第2充電期間に移行するように構成されてもよい。こうした構成によれば、第1蓄電装置のSOCが所定SOC値以上になるまでは、大きな電力(すなわち、第1電力)で第1蓄電装置の外部充電を行なうことができる。なお、SOCは、蓄電残量を示し、たとえば満充電状態の蓄電量に対する現在の蓄電量の割合を0~100%で表わしたものである。

10

【0017】

第1充電制御装置は、ユーザによるSOC値の入力を受け付けるように構成されるとともに、ユーザによって入力されたSOC値を用いて所定SOC値を設定するように構成されてもよい。こうした構成によれば、第1充電期間から第2充電期間に移行するタイミングをユーザが決めることができる。

【0018】

第1充電制御装置は、次回走行に使用されると推定された電気量を用いて所定SOC値を設定するように構成されてもよい。

20

【0019】

上記第1充電制御装置は、次回走行に使用する電気量を第1蓄電装置に確保できたタイミングで、第1充電期間から第2充電期間に移行することができる。なお、上記第1充電制御装置は、上記推定を自ら行なってもよいし、他の装置で推定された電気量を受信してもよい。

【0020】

上記電力システムは、所定の第2充電パターンで第2蓄電装置の外部充電を実行するように構成される第2充電制御装置をさらに備えてもよい。上記所定の第2充電パターンは、充電開始直後の第3充電期間と、第3充電期間に続く第4充電期間とを含んでもよい。第4充電期間は、第2電力で外部充電が行なわれる期間であってもよい。第3充電期間は、第2電力よりも小さい電力で外部充電が行なわれる期間であってもよい。なお、第2充電制御装置は、第2車両に搭載されてもよいし、第2車両の外部(たとえば、後述するサーバ)に設けられてもよい。

30

【0021】

上記電力システムにおいて、第2車両は、第1車両による外部充電中に上記第2充電パターンの外部充電を開始する。そして、充電開始直後は、第2充電パターンの第3充電期間に相当する。このため、第3充電期間を重複充電期間とすることができる。重複充電期間では、第1車両及び第2車両の各々に電力を供給している外部電源が電力需要過多になりやすい。この点、上記電力システムでは、第3充電期間において、第2電力よりも小さい電力で第2蓄電装置の外部充電が行なわれる。こうした構成により、外部電源の電力需要が過多になることを抑制することができる。一方、第4充電期間においては、第2電力で第2蓄電装置の外部充電が行なわれる。第2電力を、第2蓄電装置の充電に適した電力にすることで、第4充電期間における第2蓄電装置の充電効率を向上させることができる。

40

【0022】

上記電力システムは、外部電源が供給する電力の需要増加を第1車両に要請するサーバをさらに備えてもよい。第1車両は、サーバからの上記要請に応じて、外部電源から供給される電力により第1蓄電装置の外部充電を開始するように構成されてもよい。外部電源は、電気事業者が提供する電力網であってもよい。電力網は、複数の充電設備に電力を供給するように構成されてもよい。第1車両及び第2車両の各々は、複数の充電設備のい

50

れかを介して、電力網と電氣的に接続可能に構成されてもよい。

【0023】

上記構成によれば、第1車両及び第2車両による外部充電を通じて、電力網における電力の需給バランスを調整することができる。

【0024】

本開示の第2の観点に係る車両は、複数の車両が、リレー方式で順次、共通の外部電源から電力の供給を受けて外部充電を行なう充電方法に適用可能に構成される。この車両は、外部充電可能な蓄電装置と、蓄電装置の外部充電を制御する充電制御装置と、当該車両の外部との通信を制御する通信制御装置とを備える。充電制御装置は、当該車両が共通の外部電源と電氣的に接続された状態で、上記充電方法の外部充電を行なっている他の車両（すなわち、当該車両以外の車両）による外部充電の終了を予告する開始信号を受信した場合に、他の車両による外部充電が終了する前に、共通の外部電源から供給される電力により蓄電装置の外部充電を開始するように構成される。

10

【0025】

上記構成を有する車両（以下、「対象車両」とも称する）は、開始信号を受信することにより、先に外部充電を行なっている他の車両（以下、「先の車両」とも称する）における外部充電の終了タイミングを認識することができる。このため、対象車両は、先の車両による外部充電が終了する前（すなわち、先の車両による外部充電中）に、外部充電を開始することができる。また、通信制御装置は、充電制御装置により開始された外部充電を終了する前に、充電制御装置により開始された外部充電の終了を予告する終了予告信号を対象車両の外部へ送信するように構成されてもよい。対象車両から送信される終了予告信号により、対象車両における外部充電の終了タイミング（より詳しくは、対象車両における外部充電の終了が近いこと）を、次に外部充電を行なう他の車両（以下、「次の車両」とも称する）へ伝えることができる。これにより、次の車両は、対象車両による外部充電が終了する前（すなわち、対象車両による外部充電中）に、外部充電を開始することが可能になる。複数の車両が、リレー方式で順次、共通の外部電源から電力の供給を受けて外部充電を行なう場合に、複数の車両の各々が上記構成を有していれば、複数の車両による外部充電が連続して行なわれるようになる。

20

【発明の効果】

【0026】

本開示によれば、複数の車両が、リレー方式で順次、共通の外部電源から電力の供給を受けて外部充電を行なう場合に、複数の車両による外部充電が連続して行なわれるようにすることが可能になる。

30

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本開示の実施の形態に係る車両の構成を示す図である。

【図2】本開示の実施の形態に係る電力システムの概略的な構成を示す図である。

【図3】本開示の実施の形態に係る電力システムに含まれる外部電源と複数の充電設備と複数の車両とを示す図である。

【図4】本開示の実施の形態に係る電力システムに含まれる複数の車両によって行なわれるリレー式充電について説明するための図である。

40

【図5】本開示の実施の形態に係る電力システムで採用される第1充電パターンを示す図である。

【図6】本開示の実施の形態に係る電力システムで採用される第2充電パターンを示す図である。

【図7】CP1期間、CV期間、及びCP2期間について説明するためのタイミングチャートである。

【図8】本開示の実施の形態に係る電力システムに含まれる各車両の制御装置によって実行される充電制御を示すフローチャートである。

【図9】ユーザ入力モードにおける閾値設定に係る処理を示すフローチャートである。

50

【図 10】自動設定モードにおける閾値設定に係る処理を示すフローチャートである。

【図 11】アグリゲータが電力市場で電力取引を行なうときにサーバの制御装置によって実行される処理を示すフローチャートである。

【図 12】本開示の実施の形態に係る電力システムにおいて、サーバの制御装置によって実行されるリレー式充電に係る処理を示すフローチャートである。

【図 13】本開示の実施の形態に係る電力システムに含まれる各車両の制御装置によって実行されるリレー式充電に係る処理を示すフローチャートである。

【図 14】複数の充電グループが同時並行でリレー式充電を行なう例を示す図である。

【図 15】充電グループを構成する各車両が第 1 充電パターンで外部充電を行なう例を示す図である。

【図 16】第 1 充電パターンの第 1 変形例を示す図である。

【図 17】第 1 充電パターンの第 2 変形例を示す図である。

【図 18】第 1 充電パターンの第 3 変形例を示す図である。

【図 19】図 2 及び図 3 に示した電力システムの変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。図中、同一又は相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0029】

この実施の形態に係る電力システムは、複数の車両を含む。電力システムにおける複数の車両は、互いに異なる構成を有していてもよいが、この実施の形態では互いに同一の構成を有する。以下、区別して説明する場合を除いて、電力システムに含まれる複数の車両の各々を「車両 50」と記載し、電力システムに含まれる複数の充電設備の各々を「EVSE40」と記載する。EVSEは、車両用給電設備(Electric Vehicle Supply Equipment)を意味する。

【0030】

図 1 は、この実施の形態に係る車両の構成を示す図である。図 1 を参照して、車両 50 は、走行用の電力を蓄電するバッテリー 130 を備える。バッテリー 130 は、たとえばリチウムイオン電池又はニッケル水素電池のような二次電池を含んで構成される。この実施の形態では、二次電池として、複数のリチウムイオン電池を含む組電池を採用する。組電池は、複数の単電池(一般に「セル」とも称される)が互いに電氣的に接続されて構成される。なお、二次電池の代わりに、電気二重層キャパシタのような他の蓄電装置を採用してもよい。この実施の形態に係るバッテリー 130 は、本開示に係る「蓄電装置」の一例に相当する。

【0031】

車両 50 は、電子制御ユニット(以下、「ECU(Electronic Control Unit)」と称する)150 を備える。ECU150 は、バッテリー 130 の充電制御及び放電制御を行なうように構成される。また、ECU150 は、車両 50 の外部との通信を制御するように構成される。この実施の形態に係る ECU150 は、本開示に係る「充電制御装置」及び「通信制御装置」として機能する。車両 50 は、バッテリー 130 の状態を監視する監視モジュール 131 をさらに備える。監視モジュール 131 は、バッテリー 130 の状態(たとえば、電圧、電流、及び温度)を検出する各種センサを含み、検出結果を ECU150 へ出力する。ECU150 は、監視モジュール 131 の出力(すなわち、各種センサの検出値)に基づいてバッテリー 130 の状態(たとえば、温度、電流、電圧、SOC、及び内部抵抗)を取得することができる。車両 50 は、バッテリー 130 に蓄えられた電力のみを用いて走行可能な電気自動車(EV)であってもよいし、バッテリー 130 に蓄えられた電力とエンジン(図示せず)の出力との両方を用いて走行可能なプラグインハイブリッド車(PHV)であってもよい。

【0032】

車両 50 は、EVSE40 から電力の供給を受けてバッテリー 130 の充電を行なうこと

10

20

30

40

50



ができる。車両50は、EVSE40の給電方式に対応するインレット110及び充放電器120を備える。インレット110は、車両50の外部から供給される電力を受電するように構成される。なお、図1には、インレット110及び充放電器120のみを図示しているが、車両50は、複数種の給電方式（たとえば、AC方式及びDC方式）に対応できるように、給電方式ごとの複数の充電インレット及び充放電器を備えてもよい。

#### 【0033】

EVSE40には、充電ケーブル42が接続される。充電ケーブル42は、常にEVSE40に接続されていてもよいし、EVSE40に対して着脱可能であってもよい。充電ケーブル42は、先端にコネクタ43を有し、内部に電力線を含む。インレット110には、充電ケーブル42のコネクタ43を接続することができる。EVSE40につながれた充電ケーブル42のコネクタ43が車両50のインレット110に接続されることで、EVSE40と車両50とが電氣的に接続される。これにより、EVSE40から充電ケーブル42を通じて車両50に電力を供給することが可能になる。

10

#### 【0034】

充放電器120は、インレット110とバッテリー130との間に位置する。充放電器120は、インレット110からバッテリー130までの電力経路の接続/遮断を切り替えるリレーと、電力変換回路（たとえば、双方向コンバータ）と（いずれも図示せず）を含んで構成される。充放電器120に含まれるリレー及び電力変換回路の各々は、ECU150によって制御される。車両50は、充放電器120の状態を監視する監視モジュール121をさらに備える。監視モジュール121は、充放電器120の状態（たとえば、電圧、電流、及び温度）を検出する各種センサを含み、検出結果をECU150へ出力する。この実施の形態では、監視モジュール121が、上記電力変換回路に入力される電圧及び電流と、上記電力変換回路から出力される電圧及び電流とを検出するように構成される。

20

#### 【0035】

車両50外部のEVSE40とインレット110とが充電ケーブル42を介して接続されることにより、EVSE40と車両50との間で電力の授受を行なうことが可能になる。たとえば、車両50の外部から電力の供給を受けて車両50のバッテリー130を充電すること（すなわち、外部充電）が可能になる。外部充電のための電力は、たとえばEVSE40から充電ケーブル42を通じてインレット110に供給される。充放電器120は、インレット110が受電した電力をバッテリー130の充電に適した電力に変換し、変換された電力をバッテリー130へ出力するように構成される。また、EVSE40とインレット110とが充電ケーブル42を介して接続されることにより、車両50から充電ケーブル42を通じてEVSE40に給電（ひいては、バッテリー130の放電）を行なうことが可能になる。車両50外部への給電（すなわち、外部給電）のための電力は、バッテリー130から充放電器120に供給される。充放電器120は、バッテリー130から供給される電力を外部給電に適した電力に変換し、変換された電力をインレット110へ出力するように構成される。外部充電及び外部給電のいずれかを実行するときには充放電器120のリレーが閉状態（接続状態）にされ、外部充電及び外部給電のいずれも実行しないときには充放電器120のリレーが開状態（遮断状態）にされる。

30

#### 【0036】

なお、充放電器120の構成は上記に限られず適宜変更可能である。充放電器120は、たとえば整流回路、力率改善（Power Factor Correction）回路、絶縁回路（たとえば、絶縁トランス）、インバータ、及びフィルタ回路の少なくとも1つを含んでもよい。

40

#### 【0037】

ECU150は、プロセッサ151、RAM（Random Access Memory）152、記憶装置153、及びタイマ154を含んで構成される。プロセッサ151としては、たとえばCPU（Central Processing Unit）を採用できる。RAM152は、プロセッサ151によって処理されるデータを一時的に記憶する作業用メモリとして機能する。記憶装置153は、格納された情報を保存可能に構成される。記憶装置153は、たとえばROM（Read Only Memory）及び書き換え可能な不揮発性メモリを含む。記憶装置153に

50

は、プログラムのほか、プログラムで使用される情報（たとえば、マップ、数式、及び各種パラメータ）が記憶されている。この実施の形態では、記憶装置 153 に記憶されているプログラムをプロセッサ 151 が実行することで、ECU 150 における各種制御が実行される。ただし、ECU 150 における各種制御は、ソフトウェアによる実行に限られず、専用のハードウェア（電子回路）で実行することも可能である。なお、ECU 150 が備えるプロセッサの数は任意であり、所定の制御ごとにプロセッサが用意されてもよい。

#### 【0038】

タイマ 154 は、設定時刻の到来をプロセッサ 151 に知らせるように構成される。タイマ 154 に設定された時刻になると、タイマ 154 からプロセッサ 151 へその旨を知らせる信号が送信される。この実施の形態では、タイマ 154 としてタイマ回路を採用する。ただし、タイマ 154 は、ハードウェア（タイマ回路）ではなく、ソフトウェアによって実現してもよい。

10

#### 【0039】

車両 50 は、走行駆動部 140 と、入力装置 160 と、報知装置 170 と、通信機器 180 と、駆動輪 W とをさらに備える。なお、車両 50 の駆動方式は、図 1 に示される前輪駆動に限られず、後輪駆動又は 4 輪駆動であってもよい。

#### 【0040】

走行駆動部 140 は、図示しない PCU (Power Control Unit) と MG (Motor Generator) とを含み、バッテリー 130 に蓄えられた電力を用いて車両 50 を走行させるように構成される。PCU は、たとえば、プロセッサを含んで構成される制御装置と、インバータと、コンバータと、リレー（以下、「SMR (System Main Relay)」と称する）と（いずれも図示せず）を含んで構成される。PCU の制御装置は、ECU 150 からの指示（制御信号）を受信し、その指示に従って PCU のインバータ、コンバータ、及び SMR を制御するように構成される。MG は、たとえば三相交流モータジェネレータである。MG は、PCU によって駆動され、駆動輪 W を回転させるように構成される。また、MG は、回生発電を行ない、発電した電力をバッテリー 130 に供給するように構成される。SMR は、バッテリー 130 から PCU までの電力経路の接続 / 遮断を切り替えるように構成される。SMR は、車両 50 の走行時に閉状態（接続状態）にされる。

20

#### 【0041】

入力装置 160 は、ユーザからの入力を受け付ける装置である。入力装置 160 は、ユーザによって操作され、ユーザの操作に対応する信号を ECU 150 へ出力する。通信方式は有線でも無線でもよい。入力装置 160 の例としては、各種スイッチ、各種ポインティングデバイス、キーボード、タッチパネルが挙げられる。入力装置 160 は、カーナビゲーションシステムの操作部であってもよい。

30

#### 【0042】

報知装置 170 は、ECU 150 から要求があったときに、ユーザ（たとえば、車両 50 の乗員）へ所定の報知処理を行なうように構成される。報知装置 170 は、表示装置（たとえば、タッチパネルディスプレイ）、スピーカ（たとえば、スマートスピーカ）、及びランプ（たとえば、MIL（故障警告灯））の少なくとも 1 つを含んでもよい。報知装置 170 は、メータパネル、ヘッドアップディスプレイ、又はカーナビゲーションシステムであってもよい。

40

#### 【0043】

通信機器 180 は、各種通信 I / F（インターフェース）を含んで構成される。ECU 150 は、通信機器 180 を通じて車両 50 外部の通信装置と無線通信を行なうように構成される。通信機器 180 は、車車間通信可能に構成されてもよい。

#### 【0044】

近年、電力会社が保有する大規模発電所（集中型エネルギーリソース）に依存した電力システムが見直され、各需要家が保有するエネルギーリソース（以下、「DSR (Demand Side Resources)」とも称する）を電力システムに活用する仕組みの構築が進められ

50

ている。D S Rは、分散型エネルギーリソース（以下、「D E R（Distributed Energy Resources）」とも称する）として機能する。

【0045】

D S Rを電力システムに活用する仕組みとして、V P P（仮想発電所）が提案されている。V P Pは、I o T（モノのインターネット）を利用した高度なエネルギーマネジメント技術により多数のD E R（たとえば、D S R）を束ね、これらD E Rを遠隔・統合制御することによってあたかも1つの発電所のように機能させる仕組みである。V P Pにおいて、D E Rを束ねてエネルギーマネジメントサービスを提供する電気事業者は、「アグリゲータ」と称される。電力会社は、たとえばアグリゲータと連携することにより、デマンドレスポンス（以下、「D R」とも称する）によって電力の需給バランスを調整することができる。

10

【0046】

D Rは、デマンドレスポンス信号（以下、「D R信号」とも称する）によって各需要家に所定の要請を行なうことにより電力の需給バランスを調整する手法である。D R信号は、電力需要の抑制又は逆潮流を要請するD R信号（以下、「下げD R信号」とも称する）と、電力需要の増加を要請するD R信号（以下、「上げD R信号」とも称する）との2種類に大別される。

【0047】

この実施の形態に係る電力システムは、V G I（Vehicle Grid Integration）システムである。この実施の形態に係る電力システムでは、V P Pを実現するためのD S Rとして、蓄電装置を備える電動車両（すなわち、上述した車両50）を採用する。

20

【0048】

図2は、この実施の形態に係る電力システムの概略的な構成を示す図である。図2に示されるV G Iシステム1は、本開示に係る「電力システム」の一例に相当する。図2には、車両、E V S E、及びアグリゲータサーバの各々を1つずつしか示していないが、V G Iシステム1は、車両、E V S E、及びアグリゲータサーバの各々を複数含む。V G Iシステム1に含まれる車両、E V S E、及びアグリゲータサーバの数は、各々独立して任意であり、10個以上であってもよいし、100個以上であってもよい。V G Iシステム1に含まれる各車両は、個人が所有する車両（P O V）であってもよいし、M a a S（Mobility as a Service）事業者が管理する車両（M a a S車両）であってもよい。図2には1つの携帯端末のみを図示しているが、携帯端末は、車両のユーザごとに携帯されている。図2には、家庭用のE V S Eを例示するが、V G Iシステム1は、不特定多数のユーザが使用可能な公共のE V S Eを含んでもよい。

30

【0049】

図2を参照して、V G Iシステム1は、送配電事業者サーバ10（以下、単に「サーバ10」とも称する）と、スマートメータ11と、アグリゲータサーバ30（以下、単に「サーバ30」とも称する）と、E V S E40と、車両50（図1参照）と、H E M S - G W（Home Energy Management System - GateWay）60と、データセンタ70と、携帯端末80と、電力系統P Gとを含む。この実施の形態では、携帯端末80として、タッチパネルディスプレイを具備するスマートフォンを採用する。ただしこれに限られず、携帯端末80としては、任意の携帯端末を採用可能であり、たとえばタブレット端末、携帯型ゲーム機、及びスマートウォッチのようなウェアラブルデバイスも採用可能である。

40

【0050】

サーバ10は、送配電事業者に帰属するサーバである。この実施の形態では、電力会社が発電事業者及び送配電事業者を兼ねる。電力会社は、図示しない発電所及び送配電設備によって電力網（すなわち、電力系統P G）を構築するとともに、サーバ10、スマートメータ11、E V S E40、H E M S - G W60、及び電力系統P Gを保守及び管理する。この実施の形態では、電力会社が、電力系統P Gを運用する系統運用者に相当する。この実施の形態に係る電力会社は、本開示に係る「電気事業者」の一例に相当する。

【0051】

50

電力会社は、たとえば電力を使用する需要家（たとえば、個人又は会社）と取引を行なうことにより利益を得ることができる。電力会社は、各需要家にスマートメータを提供する。たとえば、図2に示す車両50のユーザには、スマートメータ11が提供されている。各スマートメータを識別するための識別情報（以下、「メータID」とも称する）がスマートメータごとに付与されており、サーバ10は、各スマートメータの計測値をメータIDで区別して管理している。電力会社は、各スマートメータの計測値に基づいて需要家ごとの電力使用量を把握することができる。

#### 【0052】

VGIシステム1においては、複数のアグリゲータを識別するための識別情報（ID）がアグリゲータごとに付与されている。サーバ10はアグリゲータごとの情報をアグリゲータのIDで区別して管理している。アグリゲータは、管轄内の需要家が制御した電力量を束ねることによってエネルギーマネジメントサービスを提供する。アグリゲータは、DR信号によって各需要家に電力平準化を要請することにより電力量を制御することができる。

10

#### 【0053】

サーバ30は、アグリゲータに帰属するサーバである。サーバ30は、制御装置31と、記憶装置32と、通信装置33とを含んで構成される。制御装置31は、プロセッサを含み、所定の情報処理を行なうとともに通信装置33を制御するように構成される。記憶装置32は、各種情報を保存可能に構成される。通信装置33は各種通信I/Fを含む。制御装置31は、通信装置33を通じて外部と通信するように構成される。VGIシステム1においてアグリゲータ（ひいては、サーバ30）が管理するDSRは電動車両（たとえば、POV又はMaas車両）である。需要家は、電動車両によって電力量を制御する。VGIシステム1に含まれる各車両50を識別するための識別情報（以下、「車両ID」とも称する）が車両50ごとに付与されている。サーバ30は車両50ごとの情報を車両IDで区別して管理している。ただし、アグリゲータは、車両50だけでなく、車両50以外のリソース（たとえば、バイオマス）からも、電気の供給力（容量）を調達してもよい。アグリゲータは、たとえば電力会社と取引を行なうことにより利益を得ることができる。なお、アグリゲータは、送配電事業者（たとえば、電力会社）と連絡する上位アグリゲータと、需要家と連絡する下位アグリゲータとに分かれていてもよい。

20

#### 【0054】

データセンタ70は、制御装置71と、記憶装置72と、通信装置73とを含んで構成される。制御装置71は、プロセッサを含み、所定の情報処理を行なうとともに通信装置73を制御するように構成される。記憶装置72は、各種情報を保存可能に構成される。通信装置73は各種通信I/Fを含む。制御装置71は、通信装置73を通じて外部と通信するように構成される。データセンタ70は、登録された複数の携帯端末（携帯端末80を含む）の情報を管理するように構成される。携帯端末の情報には、端末自体の情報（たとえば、携帯端末の通信アドレス）に加えて、携帯端末を携帯するユーザに関する情報（たとえば、当該ユーザに帰属する車両50の車両ID）も含まれる。携帯端末を識別するための識別情報（以下、「端末ID」とも称する）が携帯端末ごとに付与されており、データセンタ70は携帯端末ごとの情報を端末IDで区別して管理している。端末IDは、ユーザを識別する情報（ユーザID）としても機能する。

30

40

#### 【0055】

携帯端末80には所定のアプリケーションソフトウェア（以下、単に「アプリ」と称する）がインストールされており、携帯端末80は、そのアプリを通じてHEMS-GW60及びデータセンタ70の各々と情報のやり取りを行なうように構成される。携帯端末80は、たとえばインターネットを介してHEMS-GW60及びデータセンタ70の各々と無線通信するように構成される。ユーザは、携帯端末80を操作することによりユーザの状態及び予定を示す情報をデータセンタ70へ送信することができる。ユーザの状態を示す情報の例としては、ユーザがDRに対応可能な状況であるか否かを示す情報が挙げられる。ユーザの予定を示す情報の例としては、POVが自宅を出発する時刻、又はMaas

50

S車両の運行計画が挙げられる。データセンタ70は、携帯端末80から受信した情報を端末IDごとに区別して保存するように構成される。

【0056】

サーバ10とサーバ30とは、たとえばVPN (Virtual Private Network) を介して相互通信可能に構成される。サーバ10及び30の各々は、たとえばインターネットを通じて、電力市場情報(たとえば、電力取引に関する情報)を取得することができる。サーバ30とデータセンタ70とは、たとえばインターネットを介して相互通信可能に構成される。サーバ30は、ユーザに関する情報をデータセンタ70から取得することができる。サーバ30及びデータセンタ70の各々とHEMS-GW60とは、たとえばインターネットを介して相互通信可能に構成される。この実施の形態では、サーバ30とEVSE40との間では通信が行なわれないが、サーバ30とEVSE40とは相互通信可能に構成されてもよい。

10

【0057】

サーバ30は、管轄内の各車両50の状態を示す情報(たとえば、車両位置、充電ケーブル接続状態、バッテリー状態、充電スケジュール、充電条件、走行スケジュール、及び走行条件)を各車両50から逐次取得し、保存するように構成される。充電ケーブル接続状態は、インレット110に対して充電ケーブルのコネクタが接続されているか否かを示す情報である。バッテリー状態は、バッテリー130のSOCの値、及びバッテリー130が充電中か否かを示す情報である。充電スケジュールは、予定している充電の開始時刻及び終了時刻を示す情報である。充電条件は、予定している充電の条件(たとえば、充電電力)であつてもよいし、現在実行中の充電の条件(たとえば、充電電力及び残充電時間)であつてもよい。走行スケジュールは、予定している走行の開始時刻及び終了時刻を示す情報である。走行条件は、予定している走行の条件(たとえば、走行ルート及び走行距離)であつてもよいし、現在実行中の走行の条件(たとえば、走行速度及び残走行距離)であつてもよい。

20

【0058】

サーバ10は、DR (デマンドレスポンス) を利用して電力平準化を行なうように構成される。サーバ10が、電力平準化を行なうときには、まず、各アグリゲータサーバ(サーバ30を含む)に対してDRへの参加を要請する信号(以下、「DR参加要請」とも称する)を送信する。DR参加要請には、当該DRの対象となる地域、DRの種類(たとえば、下げDR又は上げDR)、及びDR期間が含まれる。サーバ30は、サーバ10からDR参加要請を受信したときに、DR可能量(すなわち、DRに従って調整可能な電力量)を求めてサーバ10へ送信するように構成される。サーバ30は、たとえば管轄内の各需要家のDR容量(すなわち、DR対応可能な容量)の合計に基づいてDR可能量を求めることができる。

30

【0059】

サーバ10は、各アグリゲータサーバから受信したDR可能量に基づいてアグリゲータごとのDR量(すなわち、アグリゲータに依頼する電力調整量)を決定し、各アグリゲータサーバ(サーバ30を含む)にDR実行を指示する信号(以下、「DR実行指示」とも称する)を送信する。DR実行指示には、当該DRの対象となる地域、DRの種類(たとえば、下げDR又は上げDR)、アグリゲータに対するDR量、及びDR期間が含まれる。サーバ30は、DR実行指示を受信すると、管轄内の車両50のうちDR対応可能な各車両50に対してDR量の割当てを行ない、車両50ごとのDR信号を作成するとともに各車両50へDR信号を送信する。DR信号には、DRの種類(たとえば、下げDR又は上げDR)、車両50に対するDR量、及びDR期間が含まれる。

40

【0060】

ECU150は、車両外部から通信機器180を通じてDR信号を受信するように構成される。車両50のユーザは、ECU150が上記のDR信号を受信した場合に、EVSE40及び車両50を用いてDR信号に従う充電又は放電を行なうことによって電力平準化に貢献することができる。車両50のユーザと電気事業者(たとえば、電力会社又はア

50

グリゲータ)との間の取り決めによって、車両50のユーザが電力平準化に貢献したときに貢献量に応じたインセンティブが電気事業者から車両50のユーザへ支払われてもよい。

#### 【0061】

図2に示す車両50は、住宅(たとえば、ユーザの自宅)の駐車スペースに駐車した状態で、充電ケーブル42を介して屋外のEVSE40と電氣的に接続されている。EVSE40は、ユーザ及びユーザの家族のみによって使用される非公共の充電設備である。EVSE40につながれた充電ケーブル42のコネクタ43が車両50のインレット110に接続されることで、車両50とEVSE40との間での通信が可能になるとともに、EVSE40が備える電源回路41から車両50(ひいては、バッテリー130)へ電力を供給することが可能になる。電源回路41は、電力系統PGから供給される電力を外部充電に適した電力に変換し、変換された電力を充電ケーブル42へ出力するように構成される。

10

#### 【0062】

電源回路41は、電力会社が提供する電力系統PGにスマートメータ11を介して接続されている。スマートメータ11は、EVSE40から車両50に供給された電力量を計測するように構成される。スマートメータ11は、所定時間経過ごと(たとえば、30分経過ごと)に電力使用量を計測し、計測した電力使用量を記憶するとともにサーバ10及びHEMS-GW60の各々へ送信するように構成される。スマートメータ11とサーバ10との間の通信プロトコルとしては、たとえばIEC(DLMS/COSEM)を採用できる。また、サーバ10は、サーバ30へスマートメータ11の計測値を随時送信する。サーバ10は、定期的に送信してもよいし、サーバ30からの要求に応じて送信してもよい。EVSE40は、逆流に対応する充電設備(すなわち、充放電設備)であってもよい。スマートメータ11は、車両50からEVSE40に逆流された電力量を計測するように構成されてもよい。

20

#### 【0063】

HEMS-GW60は、エネルギーマネジメントに関する情報(たとえば、電力の使用状況を示す情報)をサーバ30、データセンタ70、及び携帯端末80の各々へ送信するように構成される。HEMS-GW60は、スマートメータ11から電力量の計測値を受信するように構成される。スマートメータ11とHEMS-GW60との通信方式は任意であり、920MHz帯小電力無線通信であってもよいし、PLC(Power Line Communication)であってもよい。HEMS-GW60とEVSE40とは、たとえばLAN(Local Area Network)を介して相互通信可能に構成される。LANは、有線LANであってもよいし、無線LANであってもよい。

30

#### 【0064】

車両50に搭載された通信機器180は、充電ケーブル42を介してEVSE40と通信するように構成される。EVSE40と車両50との通信方式は任意であり、たとえば、CAN(Controller Area Network)であってもよいし、PLCであってもよい。また、通信機器180は、たとえば移動体通信網(テレマティクス)を介してサーバ30と無線通信するように構成される。さらに、この実施の形態では、通信機器180と携帯端末80とが相互に無線通信するように構成される。通信機器180と携帯端末80との通信は、近距離通信(たとえば、車内及び車両周辺の範囲での直接通信)であってもよい。

40

#### 【0065】

図3は、この実施の形態に係る電力システムに含まれる外部電源と複数の充電設備と複数の車両とを示す図である。図3を参照して、VGIシステム1は、EVSE40A~40Iと、車両50A~50Dと、EVSE40A~40Iの各々に電力を供給する電力系統PGとを含む。車両50A~50Dは、それぞれ外部充電可能なバッテリー130A~130Dを備える。電力系統PGは、車両50A~50Dの外部に設けられた電源(すなわち、外部電源)である。車両50A~50Dの各々は、EVSE40A~40Iのいずれかを介して、電力系統PGと電氣的に接続可能に構成される。図3に示す例では、車両5

50

0 A、5 0 B、5 0 C、5 0 DがそれぞれEVSE 4 0 A、4 0 D、4 0 E、4 0 Gを介して電力系統PGと電氣的に接続されている。電力系統PGは、EVSE 4 0 A、4 0 D、4 0 E、4 0 Gを通じて車両5 0 A～5 0 Dの各々に電力を供給可能に構成される。

【0066】

この実施の形態に係る電力系統PGは、本開示に係る「外部電源（電力網）」の一例に相当する。この実施の形態に係るEVSE 4 0 A～4 0 Iの各々は、本開示に係る「充電設備」の一例に相当する。この実施の形態に係る車両5 0 A、車両5 0 Bは、それぞれ本開示に係る「第1車両」、「第2車両」の一例に相当する。この実施の形態に係るバッテリー130 A、バッテリー130 Bは、それぞれ本開示に係る「第1蓄電装置」、「第2蓄電装置」の一例に相当する。

10

【0067】

図2及び図3を参照して、VGIシステム1では、車両5 0 A～5 0 Dが、リレー方式で順次、共通の外部電源（すなわち、電力系統PG）から電力の供給を受けて外部充電を行なうように構成される。車両5 0 A～5 0 Dのうち最初に外部充電を行なう車両（以下、「最初の車両」とも称する）は車両5 0 Aであり、車両5 0 A、車両5 0 B、車両5 0 C、車両5 0 Dの順に、外部充電が行なわれる。以下、複数の車両によるリレー方式での充電方法を、「リレー式充電」とも称する。リレー式充電を協働して行なう複数の車両で構成されるグループを、「充電グループ」とも称する。

【0068】

図4は、車両5 0 A～5 0 Dによって行なわれるリレー式充電について説明するための図である。図4において、線L11～L14は、それぞれ車両5 0 A～5 0 Dにおけるバッテリー130 A～130 Dの充電電力の推移を示している。線L10は、1つの充電グループを構成する全ての車両（すなわち、車両5 0 A～5 0 D）の充電電力の和を示している。

20

【0069】

図2及び図3とともに図4を参照して、サーバ30は、上げDR信号を車両5 0 Aへ送信することにより、電力系統PGが供給する電力の需要増加を車両5 0 Aに要請するように構成される。車両5 0 Aは、サーバ30から上げDR信号を受信した後、電力系統PGと電氣的に接続された状態でサーバ30から充電開始指令を受信すると、上げDR信号の要請に応じて、電力系統PGから供給される電力によりバッテリー130 Aの外部充電を開始する。図4の例では、バッテリー130 Aの外部充電がタイミング $t_c 1$ で開始される。

30

【0070】

車両5 0 Aは、開始した外部充電を終了する前に、開始した外部充電の終了を予告する第1終了予告信号をサーバ30へ送信する。図4の例では、第1終了予告信号がタイミング $t_c 2$ で送信される。サーバ30は、車両5 0 Aから第1終了予告信号を受信すると、車両5 0 Bへ第1開始信号を送信する。

【0071】

車両5 0 Bは、電力系統PGと電氣的に接続された状態で第1開始信号を受信した場合に、車両5 0 Aにおいて開始した外部充電が終了する前に、電力系統PGから供給される電力によりバッテリー130 Bの外部充電を開始する。図4の例では、タイミング $t_c 2$ と概ね同じタイミング（より特定的には、サーバ30を介した上記通信に要する時間だけ遅れたタイミング）で、バッテリー130 Bの外部充電が開始される。その後、タイミング $t_c 3$ で、車両5 0 Aにおけるバッテリー130 Aの外部充電が終了する。図4中の期間T61においては、車両5 0 Aにおけるバッテリー130 Aの外部充電と車両5 0 Bにおけるバッテリー130 Bの外部充電とが両方同時に行なわれる。

40

【0072】

車両5 0 Bは、第1開始信号を受信することにより開始した外部充電を終了する前に、開始された外部充電の終了を予告する第2終了予告信号をサーバ30へ送信する。図4の例では、第2終了予告信号がタイミング $t_c 4$ で送信される。サーバ30は、車両5 0 Bから第2終了予告信号を受信すると、車両5 0 Cへ第2開始信号を送信する。

50

## 【 0 0 7 3 】

車両 5 0 C は、電力系統 P G と電氣的に接続された状態で第 2 開始信号を受信した場合に、車両 5 0 B において開始した外部充電が終了する前に、電力系統 P G から供給される電力によりバッテリー 1 3 0 C の外部充電を開始する。図 4 の例では、タイミング  $t_c 4$  と概ね同じタイミング（より特定的には、サーバ 3 0 を介した上記通信に要する時間だけ遅れたタイミング）で、バッテリー 1 3 0 C の外部充電が開始される。その後、タイミング  $t_c 5$  で、車両 5 0 B におけるバッテリー 1 3 0 B の外部充電が終了する。図 4 中の期間 T 6 2 においては、車両 5 0 B におけるバッテリー 1 3 0 B の外部充電と車両 5 0 C におけるバッテリー 1 3 0 C の外部充電とが両方同時に行なわれる。

## 【 0 0 7 4 】

車両 5 0 C は、第 2 開始信号を受信することにより開始した外部充電を終了する前に、開始された外部充電の終了を予告する第 3 終了予告信号をサーバ 3 0 へ送信する。図 4 の例では、第 3 終了予告信号がタイミング  $t_c 6$  で送信される。サーバ 3 0 は、車両 5 0 C から第 3 終了予告信号を受信すると、車両 5 0 D へ第 3 開始信号を送信する。

## 【 0 0 7 5 】

車両 5 0 D は、電力系統 P G と電氣的に接続された状態で第 3 開始信号を受信した場合に、車両 5 0 C において開始した外部充電が終了する前に、電力系統 P G から供給される電力によりバッテリー 1 3 0 D の外部充電を開始する。図 4 の例では、タイミング  $t_c 6$  と概ね同じタイミング（より特定的には、サーバ 3 0 を介した上記通信に要する時間だけ遅れたタイミング）で、バッテリー 1 3 0 D の外部充電が開始される。その後、タイミング  $t_c 7$  で、車両 5 0 C におけるバッテリー 1 3 0 C の外部充電が終了する。さらにその後、タイミング  $t_c 9$  で、車両 5 0 D におけるバッテリー 1 3 0 D の外部充電が終了する。図 4 中の期間 T 6 3 においては、車両 5 0 C におけるバッテリー 1 3 0 C の外部充電と車両 5 0 D におけるバッテリー 1 3 0 D の外部充電とが両方同時に行なわれる。

## 【 0 0 7 6 】

上述した V G I システム 1 では、車両 5 0 A ~ 5 0 D がリレー式充電を行なう場合に、充電開始時刻が前の車両の充電期間の終了間際の部分と、充電開始時刻が後の車両の充電期間の開始直後の部分とが重複する。このため、車両間の引き継ぎにおいて充電途切れは生じず、車両 5 0 A ~ 5 0 D による外部充電は連続して行なわれることになる。図 4 中の期間 T 6 1 ~ T 6 3 の各々は、「重複充電期間」の一例に相当する。この実施の形態に係る第 1 ~ 第 3 開始信号の各々は、本開示に係る「開始信号」の一例に相当する。

## 【 0 0 7 7 】

車両 5 0 A は、タイミング  $t_c 1 \sim t_c 2$  の期間において一定の電力 P 3 0 で外部充電を行なう（線 L 1 1 参照）。車両 5 0 B は、タイミング  $t_c 3 \sim t_c 4$  の期間において一定の電力 P 3 0 で外部充電を行なう（線 L 1 2 参照）。車両 5 0 C は、タイミング  $t_c 5 \sim t_c 6$  の期間において一定の電力 P 3 0 で外部充電を行なう（線 L 1 3 参照）。車両 5 0 D は、タイミング  $t_c 7 \sim t_c 8$  の期間において一定の電力 P 3 0 で外部充電を行なう（線 L 1 4 参照）。サーバ 3 0 の制御装置 3 1 は、重複充電期間（期間 T 6 1 ~ T 6 3）において同時に行なわれている外部充電の充電電力の和（すなわち、総和電力）を電力 P 3 0 に保つように車両 5 0 A ~ 5 0 D を制御する。このため、充電グループを構成する車両 5 0 A ~ 5 0 D の充電電力の和は、タイミング  $t_c 1 \sim t_c 8$  の期間において一定になる（線 L 1 0 参照）。この実施の形態に係る制御装置 3 1 は、本開示に係る「電力制御装置」の一例に相当する。

## 【 0 0 7 8 】

この実施の形態では、車両 5 0 A ~ 5 0 D のうち、最初の車両（すなわち、車両 5 0 A）が第 1 充電パターンで外部充電を行ない、他の車両（すなわち、車両 5 0 B ~ 5 0 D）が第 2 充電パターンで外部充電を行なう。以下、図 5 及び図 6 を用いて、第 1 充電パターン及び第 2 充電パターンについて説明する。

## 【 0 0 7 9 】

図 5 は、この実施の形態に係る電力システムで採用される第 1 充電パターンを示す図で

10

20

30

40

50



ある。図5を参照して、第1充電パターンは、充電開始直後の充電期間T10（タイミング $t_{A1} \sim t_{A2}$ ）と、充電期間T10に続く充電期間T21（タイミング $t_{A2} \sim t_{A3}$ ）と、充電期間T21に続く充電期間T22（タイミング $t_{A3} \sim t_{A4}$ ）とを含む。タイミング $t_{A1}$ は充電開始タイミングに相当し、タイミング $t_{A4}$ は充電終了タイミングに相当する。

【0080】

充電期間T10は、一定の電力P11で外部充電が行なわれる期間である。充電期間T21及びT22の各々は、電力P11よりも小さい電力で外部充電が行なわれる期間である。充電期間T22は、電力P11よりも小さい一定の電力P12で外部充電が行なわれる期間である。充電期間T21は、充電電力を電力P11から電力P12に低下させる期間である。図5の例では、充電期間T21において一定の速度で充電電力を低下させているが、充電電力を低下させる速度は一定でなくてもよい。たとえば、充電期間T21において充電電力を低下させる速度を徐々に大きく又は小さくしてもよい。また、充電期間T21において充電電力を階段状に低下させてもよい。この実施の形態に係る電力P11は、本開示に係る「第1電力」の一例に相当する。この実施の形態に係る充電期間T10（タイミング $t_{A1} \sim t_{A2}$ ）は、本開示に係る「第1充電期間」の一例に相当する。この実施の形態に係る充電期間T21及びT22（タイミング $t_{A2} \sim t_{A4}$ ）は、本開示に係る「第2充電期間」の一例に相当する。

10

【0081】

車両50A（図3）のECU150（図1）は、上記のような第1充電パターンでバッテリー130A（図3）の外部充電を実行するように構成される。第1充電パターンは、予め記憶装置153（図1）に記憶されている。ただし、タイミング $t_{A1} \sim t_{A4}$ の各々は、固定値ではなく、状況に応じて可変である。車両50AのECU150は、サーバ30（図2）から受信する充電開始指令に応じてタイミング $t_{A1}$ を決定し、バッテリー130Aの充電状況に応じてタイミング $t_{A2} \sim t_{A4}$ を決定する。車両50AのECU150は、タイミング $t_{A2}$ （すなわち、充電期間T10終了時）に、第1終了予告信号をサーバ30へ送信するように構成される。この実施の形態に係る車両50AのECU150は、本開示に係る「第1充電制御装置」の一例に相当する。

20

【0082】

図6は、この実施の形態に係る電力システムで採用される第2充電パターンを示す図である。図6を参照して、第2充電パターンは、充電開始直後の充電期間T31（タイミング $t_{B1} \sim t_{B2}$ ）と、充電期間T31に続く充電期間T32（タイミング $t_{B2} \sim t_{B3}$ ）と、充電期間T32に続く充電期間T40（タイミング $t_{B3} \sim t_{B4}$ ）と、充電期間T40に続く充電期間T51（タイミング $t_{B4} \sim t_{B5}$ ）と、充電期間T51に続く充電期間T52（タイミング $t_{B5} \sim t_{B6}$ ）とを含む。タイミング $t_{B1}$ は充電開始タイミングに相当し、タイミング $t_{B6}$ は充電終了タイミングに相当する。

30

【0083】

充電期間T40は、一定の電力P22で外部充電が行なわれる期間である。充電期間T31、T32、T51、及びT52の各々は、電力P22よりも小さい電力で外部充電が行なわれる期間である。充電期間T32は、電力P22よりも小さい一定の電力P21で外部充電が行なわれる期間である。充電期間T31は、充電電力を0Wから電力P21に上昇させる期間である。図6の例では、充電期間T31において一定の速度で充電電力を上昇させているが、充電電力を上昇させる速度は一定でなくてもよい。たとえば、充電期間T31において充電電力を上昇させる速度を徐々に大きく又は小さくしてもよい。また、充電期間T31において充電電力を階段状に上昇させてもよい。充電期間T52は、電力P21よりも小さい一定の電力P23で外部充電が行なわれる期間である。充電期間T51は、充電電力を電力P22から電力P23に低下させる期間である。図6の例では、充電期間T51において一定の速度で充電電力を低下させているが、充電電力を低下させる速度は一定でなくてもよい。たとえば、充電期間T51において充電電力を低下させる速度を徐々に大きく又は小さくしてもよい。また、充電期間T51において充電電力を階

40

50

段状に低下させてもよい。この実施の形態に係る電力 $P_{22}$ は、本開示に係る「第2電力」の一例に相当する。この実施の形態に係る充電期間 $T_{31}$ 及び $T_{32}$ （タイミング $t_{B1} \sim t_{B3}$ ）は、本開示に係る「第3充電期間」の一例に相当する。この実施の形態に係る充電期間 $T_{40}$ （タイミング $t_{B3} \sim t_{B4}$ ）は、本開示に係る「第4充電期間」の一例に相当する。

#### 【0084】

車両50B（図3）のECU150（図1）は、上記のような第2充電パターンでバッテリー130B（図3）の外部充電を実行するように構成される。第2充電パターンは、予め記憶装置153（図1）に記憶されている。ただし、タイミング $t_{B1} \sim t_{B6}$ の各々は、固定値ではなく、状況に応じて可変である。車両50BのECU150は、サーバ30（図2）から受信する第1開始信号に応じてタイミング $t_{B1}$ を決定し、サーバ30から受信する充電電力指令に応じてタイミング $t_{B2}$ 及び $t_{B3}$ を決定し、バッテリー130Bの充電状況に応じてタイミング $t_{B4} \sim t_{B6}$ を決定する。車両50BのECU150は、タイミング $t_{B4}$ （すなわち、充電期間 $T_{40}$ 終了時）に、第2終了予告信号をサーバ30へ送信するように構成される。この実施の形態に係る車両50BのECU150は、本開示に係る「第2充電制御装置」の一例に相当する。

10

#### 【0085】

上記のように、第1充電パターンの充電期間 $T_{10}$ （図5）と、第2充電パターンの充電期間 $T_{40}$ （図6）との各々においては、定電力充電が行なわれる。この実施の形態では、充電期間 $T_{10}$ における電力 $P_{11}$ と、充電期間 $T_{40}$ における電力 $P_{22}$ （図6）とを同じにする。以下、区別して説明する場合を除いて、充電期間 $T_{10}$ 及び $T_{40}$ の各々を「CP1期間」と記載する。また、CP1期間における充電電力を「充電電力 $P_{31}$ 」と記載する。この実施の形態では、車両50がサーバ30から充電電力に関する要請を受けているときには、サーバ30からの要請に従って充電電力が決定される。サーバ30は、充電レートが最も高くなる充電電力（たとえば、図1に示す充放電器120からバッテリー130へ出力可能な最大電力）を、充電電力 $P_{31}$ としてもよい。

20

#### 【0086】

ECU150は、バッテリー130を満充電状態にするときに、バッテリー130が満充電状態に近くなるまでは、上記CP1期間において大きな充電電力 $P_{31}$ による定電力充電を行なうように構成される。しかし、バッテリー130が満充電状態に近くなり、バッテリー130の電圧が満充電時のOCV（Open Circuit Voltage）以上になると、大きな充電電力ではバッテリー130に電気が蓄積されにくくなる。このため、ECU150は、バッテリー130が満充電状態に近くなると、小さな充電電力でバッテリー130を満充電状態に近づける充電（以下、「押し込み充電」とも称する）を行なうように構成される。

30

#### 【0087】

第1充電パターンの充電期間 $T_{22}$ （図5）と、第2充電パターンの充電期間 $T_{52}$ （図6）との各々においては、定電力充電が行なわれる。この定電力充電が、上記押し込み充電に相当する。この実施の形態では、充電期間 $T_{22}$ における電力 $P_{12}$ と、充電期間 $T_{52}$ における電力 $P_{23}$ （図6）とを同じにする。以下、区別して説明する場合を除いて、充電期間 $T_{22}$ 及び $T_{52}$ の各々を「CP2期間」と記載する。また、CP2期間における充電電力を「充電電力 $P_{32}$ 」と記載する。この実施の形態では、上記押し込み充電に適した電力を、充電電力 $P_{32}$ とする。

40

#### 【0088】

第1充電パターンの充電期間 $T_{21}$ （図5）と、第2充電パターンの充電期間 $T_{51}$ （図6）との各々においては、定電圧充電が行なわれる。以下、区別して説明する場合を除いて、充電期間 $T_{21}$ 及び $T_{51}$ の各々を「CV期間」と記載する。また、CV期間における充電電圧を「充電電圧 $V_{30}$ 」と記載する。CV期間においては、充電電圧が一定（充電電圧 $V_{30}$ ）であり、充電電力が徐々に小さくなる。CV期間における充電電力は、充電電力 $P_{31}$ から充電電力 $P_{32}$ へ低下する。

#### 【0089】

50

図7は、CP1期間、CV期間、及びCP2期間について説明するためのタイミングチャートである。図7において、線L1は、バッテリー130の充電電力の推移を示している。線L2は、バッテリー130の電圧（電池電圧）の推移を示している。線L3は、バッテリー130のSOCの推移を示している。

【0090】

図1とともに図7を参照して、このタイミングチャートでは、タイミングt11以前の期間が、CP1期間に相当する。タイミングt11において、バッテリー130のSOC（線L3）が閾値Y1に達すると、CP1期間からCV期間に移行する。この実施の形態では、バッテリー130の電圧（線L2）が満充電時のOCVになったときに、バッテリー130のSOCが閾値Y1になる。

10

【0091】

タイミングt11～t12の期間が、CV期間に相当する。タイミングt12において、バッテリー130の充電電力（線L1）が充電電力P32になると、CV期間からCP2期間に移行する。その後、タイミングt13において、バッテリー130のSOC（線L3）が、閾値Y1よりも大きい閾値Y2（たとえば、100%）に達すると、充電が終了する。この実施の形態では、バッテリー130の電圧（線L2）が満充電時のCCV（Closed Circuit Voltage）になったときに、バッテリー130のSOCが閾値Y2になる。

【0092】

図8は、この実施の形態に係る電力システムに含まれる各車両50のECU150によって実行される充電制御を示すフローチャートである。このフローチャートに示される処理は、車両50がバッテリー130の外部充電を実行している期間において繰り返し実行される。

20

【0093】

図1及び図7とともに図8を参照して、ステップ（以下、単に「S」と表記する）11では、CP1期間であるか否か（すなわち、CP1期間における定電力充電の実行中か否か）を、ECU150が判断する。CP1期間でない場合（S11にてNO）には、ECU150は、S14において、CV期間であるか否か（すなわち、CV期間における定電圧充電の実行中か否か）を、ECU150が判断する。CV期間でない場合（S14にてNO）には、ECU150は、S17において、CP2期間であるか否か（すなわち、CP2期間における定電力充電の実行中か否か）を、ECU150が判断する。CP2期間でない場合（S17にてNO）には、処理がS11に戻る。

30

【0094】

バッテリー130の外部充電が開始された後、充電電力が充電電力P31に到達すると、ECU150は、CP1期間における定電力充電を開始する。これにより、S11においてCP1期間である（YES）と判断されるようになり、処理がS12に進む。ECU150は、S12において、バッテリー130のSOCが閾値Y1以上であるか否かを判断する。ECU150は、たとえば監視モジュール131により検出されるバッテリー130の電圧に基づいて、バッテリー130のSOCを求めることができる。S12においてバッテリー130のSOCが閾値Y1未満である（NO）と判断されている期間においては、CP1期間における定電力充電を継続する。他方、S12においてバッテリー130のSOCが閾値Y1以上である（YES）と判断されると、ECU150は、S13においてCP1期間を終了してCV期間に移行する。これにより、S14においてCV期間である（YES）と判断されるようになり、処理がS15に進む。

40

【0095】

ECU150は、S15において、充電電力が所定値（この実施の形態では、充電電力P32）以下であるか否かを判断する。S15において充電電力が充電電力P32よりも大きい（NO）と判断されている期間においては、CV期間における定電圧充電を継続する。CV期間において充電電力を低下させて、充電電力が充電電力P32に達すると、S15において充電電力が所定値以下である（YES）と判断されるようになり、処理がS16に進む。ECU150は、S16においてCV期間を終了してCP2期間に移行する

50

。これにより、S 1 7においてC P 2期間である(Y E S)と判断されるようになり、処理がS 1 8に進む。

【0096】

E C U 1 5 0は、S 1 8において、バッテリー130のS O Cが閾値Y 2(この実施の形態では、100%)以上であるか否かを判断する。S 1 8においてバッテリー130のS O Cが閾値Y 2未満である(N O)と判断されている期間においては、C P 2期間における定電力充電(すなわち、前述した押し込み充電)を継続する。他方、S 1 8においてバッテリー130のS O Cが閾値Y 2以上である(Y E S)と判断されると、E C U 1 5 0は、S 1 9において外部充電を終了するとともに、図8の一連の処理を終了する。

【0097】

上記では、バッテリー130の電圧が満充電時のO C Vになるときのバッテリー130のS O Cを、閾値Y 1とした。しかしこれに限られず、閾値Y 1は、ユーザによって変更可能であってもよい。また、ユーザによって閾値Y 1が変更された後、ユーザが入力装置160(図1)に所定のリセット操作を行なうと、E C U 1 5 0に設定された閾値Y 1が初期値(たとえば、バッテリー130の電圧が満充電時のO C Vになるときのバッテリー130のS O C)に戻るようによい。

【0098】

E C U 1 5 0は、ユーザによるS O C値の入力を受け付けるように構成されるとともに、ユーザによって入力されたS O C値を用いて閾値Y 1を設定するように構成されてもよい。図9は、こうしたE C U 1 5 0によって実行される閾値Y 1の設定に係る処理(より特定的には、ユーザ入力モードにおける処理)を示すフローチャートである。このフローチャートに示される処理は、閾値Y 1の設定モードがユーザ入力モードである期間において繰り返し実行される。ユーザは、たとえば入力装置160(図1)を操作することにより、閾値Y 1の設定モードを切り替えることができる。

【0099】

図1とともに図9を参照して、S 2 1では、ユーザが入力装置160を操作してS O C値を入力したか否かを、E C U 1 5 0が判断する。S 2 1においてユーザ入力がない(N O)と判断されている期間においては、S 2 1の処理が繰り返し実行される。一方、S 2 1においてユーザ入力があった(Y E S)と判断されると、処理がS 2 2に進む。

【0100】

S 2 2では、E C U 1 5 0が、ユーザによって入力されたS O C値を、閾値Y 1として設定する。設定された閾値Y 1は、記憶装置153(図1)に記憶される。

【0101】

前述の図8のS 1 2において使用される閾値Y 1が上記のように設定されることで、C P 1期間からC V期間に移行するタイミングをユーザが決めることが可能になる。

【0102】

E C U 1 5 0は、次回走行に使用する電気量を推定し、推定された電気量を用いて閾値Y 1を設定するように構成されてもよい。図10は、こうしたE C U 1 5 0によって実行される閾値Y 1の設定に係る処理(より特定的には、自動設定モードにおける処理)を示すフローチャートである。このフローチャートに示される処理は、閾値Y 1の設定モードが自動設定モードであるときに所定のタイミングで実行される。たとえば、車両50がバッテリー130の外部充電を開始する直前に実行される。

【0103】

図1とともに図10を参照して、S 3 1では、E C U 1 5 0が、次回走行に使用する電気量を推定する。推定方法は任意である。たとえば、E C U 1 5 0は、車両50の走行が終了するごとに走行履歴(たとえば、1トリップの走行距離及び走行時間、並びに1トリップで使用した電気量)を記憶装置153に記録するように構成されてもよい。E C U 1 5 0は、記憶装置153に記録されたデータ(走行履歴)の平均値を用いて、次回走行に使用する電気量を推定するように構成されてもよい。また、E C U 1 5 0は、過去の走行における詳細な走行条件を含むビッグデータを利用し、公知の機械学習技術又は人工知能

10

20

30

40

50

によって、次回走行に使用する電気量を推定するように構成されてもよい。

【0104】

S32では、ECU150が、S31で推定された電気量を用いて閾値Y1を設定する。より具体的には、ECU150は、S31で推定された電気量とバッテリー130に蓄えられた電気量とが一致するときのバッテリー130のSOC値を、閾値Y1とする。設定された閾値Y1は、記憶装置153(図1)に記憶される。

【0105】

前述の図8のS12において使用される閾値Y1が上記のように設定されることで、次回走行に使用する電気量をバッテリー130に確保できたタイミングで、CP1期間からCV期間に移行することができる。

10

【0106】

図11は、アグリゲータが電力市場で電力取引を行なうときにサーバ30の制御装置31によって実行される処理を示すフローチャートである。このフローチャートに示される処理は、電力系統PGが供給する電力の需要増加が電力市場において要請されているときに電力市場で要請される電力調整の内容(以下、「要請内容」とも称する)をアグリゲータがサーバ30に入力することによって開始される。

【0107】

図2とともに図11を参照して、S41では、サーバ30の制御装置31が、アグリゲータによって入力された要請内容(すなわち、電力調整の内容)を取得する。要請内容には、充電電力、及び要請期間(すなわち、充電期間)が含まれる。

20

【0108】

S42では、制御装置31が、管轄内の車両50の中から、電力調整を要請する車両(以下、「要請車両」とも称する)を選定する。上記要請内容を満足できる要請車両を必要な数だけ選定する。S43では、制御装置31が、S42で選ばれた各要請車両の充電スケジュール(すなわち、充電開始時刻及び充電終了時刻)を仮決定する。制御装置31は、管轄内の各車両50の状態を示す情報(たとえば、車両位置、充電ケーブル接続状態、バッテリー状態、充電スケジュール、充電条件、走行スケジュール、及び走行条件)を参照して、S42における要請車両の選定と、S43における充電スケジュールの仮決定とを行なってもよい。

【0109】

S44では、制御装置31が、通信装置33を制御することにより、仮決定された充電スケジュールを各要請車両のユーザへ送信するとともに、当該充電スケジュールを承認するか否かの回答(アンサーバック)をユーザに要求する。充電スケジュールは、要請車両に搭載された通信機器180(図1)へ送信されてもよいし、要請車両のユーザが携帯する携帯端末80(図2)へ送信されてもよい。

30

【0110】

S45では、制御装置31が、充電スケジュールを送信した全てのユーザから、当該充電スケジュールを承認する旨の回答があったか否かを判断する。この判断は、たとえば、充電スケジュールを送信した全てのユーザから回答を受信したタイミング、又は充電スケジュールを送信してから所定時間が経過したタイミングで、実行される。この実施の形態では、充電スケジュールを送信してから所定時間が経過しても回答を送信しないユーザを、充電スケジュールを承認しない旨の回答をしたユーザと同じように扱う。

40

【0111】

S45においていずれかのユーザが充電スケジュールを承認しなかった(NO)と判断された場合には、制御装置31は、S46において、充電スケジュールを承認しなかったユーザに帰属する車両を、要請車両の候補から除外する。その後、処理はS42に戻る。S46で除外された車両は、S42において選ばれなくなる。S45においてNOと判断されている期間においては、S42~S46が繰り返し実行される。

【0112】

S45において全てのユーザが充電スケジュールを承認した(YES)と判断された場

50

合には、制御装置 31 は、S 47 において、電力取引の準備が完了した旨を、図示しない報知装置（たとえば、タッチパネルディスプレイ）を通じてアグリゲータに報知する。要請車両のユーザが充電スケジュールを承認したことは、充電スケジュールが示す期間において、要請車両を外部充電可能な状態（たとえば、図 2 に示した充電ケーブル 42 を介して EVSE 40 と接続された状態）で待機させて、サーバ 30 からの指令に従って充電を行なうことを、ユーザがアグリゲータに対して約束したことを意味する。

#### 【0113】

電力調整のための DSR（車両 50）が上記のように確保されたことによって、アグリゲータは、たとえば日本卸電力取引所（JEPX）を通じて電力市場で電力取引を行なうことが可能になる。アグリゲータは入札に参加してもよい。取引が終わると、アグリゲータは取引の結果（成立 / 不成立）をサーバ 30 に入力する。

10

#### 【0114】

サーバ 30 の制御装置 31 は、S 47 において報知処理を行なった後、S 48 においてアグリゲータからの入力を待つ。そして、アグリゲータから取引の結果（成立 / 不成立）が入力されると（S 48 にて YES）、制御装置 31 は、S 49 において、電力取引が成立したか否かを判断する。電力取引が成立した場合（S 49 にて YES）には、制御装置 31 は、S 49 1 において、通信装置 33 を制御することにより、DR 信号（より特定的には、電力系統 PG が供給する電力の需要増加を要請する上げ DR 信号）を各要請車両のユーザへ送信する。上げ DR 信号には、充電スケジュールと、充電電力（この実施の形態では、図 4 に示した電力 P 30）とが含まれる。DR 信号を受け取ったユーザは、上記の約束（S 45 参照）を守ることで、アグリゲータからインセンティブを受け取ることができる。その一方で、上記の約束を破ったユーザにはペナルティが科される。電力取引が成立しない場合（S 49 にて NO）には、制御装置 31 が、S 49 2 において、通信装置 33 を制御することにより、取引不成立を各要請車両のユーザへ通知する。この通知により、上記の約束が解除される。

20

#### 【0115】

図 12 は、サーバ 30 の制御装置 31 によって実行されるリレー式充電に係る処理を示すフローチャートである。以下では、図 11 の S 49 1 において制御装置 31 が図 3 に示した車両 50 A ~ 50 D の各々のユーザへ上げ DR 信号を送信した後、制御装置 31 が図 12 の処理を実行することによって、車両 50 A ~ 50 D にリレー式充電を行なわせる場合について説明する。図 12 に示される一連の処理は、たとえば、サーバ 30 から最初の車両（すなわち、車両 50 A）のユーザへ送信された上げ DR 信号が示す充電スケジュールの充電開始時刻になると、開始される。上げ DR 信号が示す充電スケジュールの充電開始時刻は、上げ DR 信号が送信されたタイミングの数時間後であってもよいし、翌日以降であってもよい。

30

#### 【0116】

図 2 ~ 図 4 とともに図 12 を参照して、S 51 では、制御装置 31 が、通信装置 33 を制御することにより、最初の車両（すなわち、車両 50 A）へ充電開始指令を送信する。これにより、車両 50 A による外部充電が開始される（図 4 中のタイミング  $t_{c1}$ ）。そして、制御装置 31 は、S 52 において充電開始指令を送った車両（すなわち、車両 50 A）からの終了予告信号を待つ。図 4 中のタイミング  $t_{c2}$  で車両 50 A から第 1 終了予告信号が送信される。サーバ 30 が車両 50 A から第 1 終了予告信号を受信すると（S 52 にて YES）、制御装置 31 は、S 53 において、通信装置 33 を制御することにより、次の車両（すなわち、車両 50 B）へ第 1 開始指令を送信する。第 1 開始指令は、充電開始指令に相当する。これにより、車両 50 B による外部充電が開始される。続けて、制御装置 31 は、S 54 において、重複充電期間であるか否か（すなわち、車両 50 A による外部充電と車両 50 B による外部充電とが両方同時に行なわれているか否か）を判断する。図 4 に示した期間 T 61 においては、S 54 において重複充電期間である（YES）と判断され、以下に説明する S 55 及び S 56 の処理が繰り返し実行される。

40

#### 【0117】

50

S 5 5では、制御装置31が、重複充電期間において同時に行なわれている外部充電の充電電力の和を取得する。図4に示した期間T 6 1においては、バッテリー130Aの充電電力とバッテリー130Bの充電電力との和が、制御装置31によって取得される。制御装置31は、各スマートメータの計測値に基づいて充電電力を取得してもよいし、各車両において計測された充電電力を各車両から取得してもよい。

【0118】

S 5 6では、制御装置31が、重複充電期間において同時に行なわれている外部充電の充電電力の和を一定（この実施の形態では、図4に示した電力P 3 0）に保つように、外部充電を行なう2台の車両のうち後の車両（すなわち、より遅く外部充電を開始した車両）における充電電力を制御する。図4に示した期間T 6 1においては、車両50A及び50Bが外部充電を行なっており、車両50Aが「前の車両」、車両50Bが「後の車両」に相当する。制御装置31は、S 5 6において、電力P 3 0からバッテリー130Aの充電電力を減算した充電電力で外部充電を行なうことを要請する充電電力指令を車両50Bへ送信する。車両50Bは、充電電力指令に従って制御される。これにより、期間T 6 1におけるバッテリー130Aの充電電力とバッテリー130Bの充電電力との和が電力P 3 0に保たれる。

10

【0119】

図4に示した期間T 6 1が経過すると、S 5 4において重複充電期間でない（NO）と判断され、処理がS 5 7に進む。S 5 7では、制御装置31が、車両50A～50Dによるリレー式充電の最後の重複充電期間（すなわち、図4に示した期間T 6 3）を経過したか否かを判断する。最後の重複充電期間を経過していない場合（S 5 7にてNO）には、処理がS 5 2に戻る。

20

【0120】

制御装置31は、S 5 2において、車両50Aの次の車両（すなわち、車両50B）からの終了予告信号を待つ。図4中のタイミングt<sub>c</sub> 4で車両50Bから第2終了予告信号が送信されると、S 5 2においてYESと判断され、制御装置31は、S 5 3において、車両50Bの次の車両（すなわち、車両50C）へ第2開始信号を送信する。第2開始信号は、充電開始指令に相当する。これにより、車両50Cによる外部充電が開始される。そして、図4に示した期間T 6 2においては、S 5 4においてYESと判断され、S 5 5及びS 5 6の処理が繰り返し実行される。これにより、期間T 6 2におけるバッテリー130Bの充電電力とバッテリー130Cの充電電力との和が電力P 3 0に保たれる。

30

【0121】

図4に示した期間T 6 2が経過すると、S 5 4及びS 5 7の両方でNOと判断され、処理がS 5 2に戻る。制御装置31は、S 5 2において、車両50Cの次の車両（すなわち、車両50D）からの終了予告信号を待つ。図4中のタイミングt<sub>c</sub> 6で車両50Cから第3終了予告信号が送信されると、S 5 2においてYESと判断され、制御装置31は、S 5 3において、車両50Cの次の車両（すなわち、車両50D）へ第3開始信号を送信する。第3開始信号は、充電開始指令に相当する。これにより、車両50Dによる外部充電が開始される。図4に示した期間T 6 3においては、S 5 4においてYESと判断され、S 5 5及びS 5 6の処理が繰り返し実行される。これにより、期間T 6 3におけるバッテリー130Cの充電電力とバッテリー130Dの充電電力との和が電力P 3 0に保たれる。期間T 6 3が経過すると、S 5 7において最後の重複充電期間を経過した（YES）と判断され、図12の一連の処理が終了する。

40

【0122】

図13は、この実施の形態に係る電力システムに含まれる各車両50のECU150によって実行されるリレー式充電に係る処理を示すフローチャートである。このフローチャートに示される処理は、各車両50が受信した上げDR信号が示す充電スケジュールの充電開始時刻になると、開始される。上げDR信号が示す充電スケジュール（ひいては、図13の処理が開始されるタイミング）は、車両ごとに異なる。

【0123】

50

図 2 ~ 図 4 とともに図 1 3 を参照して、S 6 1 では、E C U 1 5 0 が充電開始指令を待つ。車両 5 0 A では、当該車両がサーバ 3 0 から充電開始指令 ( 図 1 2 の S 5 1 ) を受信したときに、S 6 1 において E C U 1 5 0 が Y E S と判断する。車両 5 0 B、5 0 C、5 0 D では、それぞれ当該車両がサーバ 3 0 から第 1 開始信号、第 2 開始信号、第 3 開始信号 ( 図 1 2 の S 5 3 ) を受信したときに、S 6 1 において E C U 1 5 0 が Y E S と判断する。

【 0 1 2 4 】

S 6 1 において充電開始指令を受信した ( Y E S ) と判断されると、E C U 1 5 0 は、S 6 2 において、当該車両が最初の車両であるか否か ( すなわち、リレー式充電において最初に外部充電を行なうか否か ) を判断する。車両 5 0 A ~ 5 0 D のうち、車両 5 0 A は最初の車両である。車両 5 0 A では、S 6 2 において Y E S と判断され、S 6 3 1 において E C U 1 5 0 が第 1 充電パターン ( 図 5 ) を選択し、S 6 4 において E C U 1 5 0 が第 1 充電パターンで外部充電を実行する。車両 5 0 B ~ 5 0 D の各々では、S 6 2 において N O と判断され、S 6 3 2 において E C U 1 5 0 が第 2 充電パターン ( 図 6 ) を選択し、S 6 4 において E C U 1 5 0 が第 2 充電パターンで外部充電を実行する。第 1 充電パターン及び第 2 充電パターンは、予め各車両 5 0 の記憶装置 1 5 3 ( 図 1 ) に記憶されている。S 6 4 において外部充電が開始されると、図 1 3 の処理と並行して図 8 の処理が実行されるようになる。その後、処理は S 6 5 に進む。

10

【 0 1 2 5 】

S 6 5 では、E C U 1 5 0 がサーバ 3 0 から充電電力指令 ( 図 1 2 の S 5 6 ) を受信したか否かを判断する。サーバ 3 0 は、最初の車両には充電電力指令を送信しないため、車両 5 0 A では、S 6 5 の判断結果が N O となり、処理が S 6 7 に進む。

20

【 0 1 2 6 】

S 6 7 では、終了予告信号の送信タイミングか否かを、E C U 1 5 0 が判断する。この実施の形態では、図 8 の S 1 3 の処理により C P 1 期間から C V 期間へ移行するタイミング ( 図 5 に示した第 1 充電パターンではタイミング  $t_A 2$ 、図 6 に示した第 2 充電パターンではタイミング  $t_B 4$  ) を、終了予告信号の送信タイミングとする。

【 0 1 2 7 】

S 6 7 において終了予告信号の送信タイミングである ( Y E S ) と判断されると、S 6 8 において E C U 1 5 0 がサーバ 3 0 へ終了予告信号を送信した後、処理が S 6 9 に進む。終了予告信号は、S 6 4 で開始された外部充電の終了を予告する信号である。他方、S 6 7 において終了予告信号の送信タイミングではない ( N O ) と判断されると、終了予告信号が送信されることなく、処理が S 6 9 に進む。

30

【 0 1 2 8 】

S 6 9 では、E C U 1 5 0 が、S 6 3 1 又は S 6 3 2 で選ばれた充電パターンによる充電が終了したか否かを判断する。充電が終了していない場合 ( S 6 9 にて N O ) には、処理が S 6 4 に戻る。

【 0 1 2 9 】

車両 5 0 A では、E C U 1 5 0 が図 8 の処理を実行することにより、図 5 に示した第 1 充電パターンで外部充電が行なわれる。図 8 の処理は、図 1 3 の処理と並行して実行される。図 5 中の充電期間 T 1 0 においては、一定の電力 P 1 1 で外部充電が行なわれる。E C U 1 5 0 は、上げ D R 信号で指定された充電電力 ( この実施の形態では、図 4 に示した電力 P 3 0 ) を、図 5 中の電力 P 1 1 とする。図 5 に示した第 1 充電パターンにおいて、充電期間 T 1 0 ( C P 1 期間 ) から充電期間 T 2 1 ( C V 期間 ) へ移行するタイミング  $t_A 2$  になると、図 1 3 の S 6 7 において Y E S と判断され、図 1 3 の S 6 8 において車両 5 0 A からサーバ 3 0 へ第 1 終了予告信号が送信される。E C U 1 5 0 は図 8 及び図 1 3 の各々に示される処理を実行する。図 8 の S 1 6 の処理により、図 5 に示した第 1 充電パターンの充電期間 T 2 1 から充電期間 T 2 2 ( C P 2 期間 ) へ移行する。そして、図 8 の S 1 9 において充電が終了すると、S 6 9 において充電が終了した ( Y E S ) と判断され、図 8 及び図 1 3 の各々に示される一連の処理が終了する。

40

50



## 【 0 1 3 0 】

車両 5 0 B ~ 5 0 D の各々では、図 6 に示した第 2 充電パターンの充電開始直後の充電期間 T 3 1 及び T 3 2 が、重複充電期間になる。このため、車両 5 0 B ~ 5 0 D の各々は、充電期間 T 3 1 及び T 3 2 においてサーバ 3 0 から充電電力指令（図 1 2 の S 5 6）を受信する。充電期間 T 3 1 及び T 3 2 では、図 1 3 の S 6 5 において充電電力指令を受信した（YES）と判断され、処理が図 1 3 の S 6 6 に進む。図 1 3 の S 6 6 では、ECU 1 5 0 が、サーバ 3 0 から受信した充電電力指令に従って、充電期間 T 3 1 及び T 3 2 における充電電力を制御する。ECU 1 5 0 は、サーバ 3 0 から充電電力指令を受信しない期間の充電電力を、記憶装置 1 5 3（図 1）に記憶されている第 2 充電パターンを用いて決めてもよい。たとえば、ECU 1 5 0 は、今回受信した指令と次に受信する指令との間の充電電力を、第 2 充電パターンを用いた演算で補間することができる。図 6 中の充電期間 T 3 2（ひいては、重複充電期間）は、前の車両による充電が終了することによって終了する。

10

## 【 0 1 3 1 】

車両 5 0 B ~ 5 0 D の各々の ECU 1 5 0 が図 8 の処理を実行することにより、図 6 に示した第 2 充電パターンの充電期間 T 4 0、T 5 1、及び T 5 2 における充電が行なわれる。図 8 の処理は、図 1 3 の処理と並行して実行される。図 6 中の充電期間 T 4 0 においては、一定の電力 P 2 2 で外部充電が行なわれる。図 6 中の電力 P 2 2 は、上げ DR 信号で指定された充電電力（この実施の形態では、図 4 に示した電力 P 3 0）に相当する。車両 5 0 B 及び 5 0 C の各々では、図 6 に示した第 2 充電パターンにおいて充電期間 T 4 0（CP 1 期間）から充電期間 T 5 1（CV 期間）へ移行するタイミング  $t_{B4}$  になると、図 1 3 の S 6 7 において YES と判断され、処理が S 6 8 に進む。車両 5 0 B、車両 5 0 C は、それぞれ図 1 3 の S 6 8 において第 2 終了予告信号、第 3 終了予告信号を送信する。車両 5 0 D も、車両 5 0 B 及び 5 0 C と同様に、タイミング  $t_{B4}$  において終了予告信号をサーバ 3 0 へ送信してもよい。ただし、車両 5 0 D は最後の車両（すなわち、充電グループを構成する車両 5 0 A ~ 5 0 D において最後に外部充電を開始する車両）に相当する。このため、車両 5 0 D は終了予告信号を送信しなくてもよい。

20

## 【 0 1 3 2 】

車両 5 0 B ~ 5 0 D の各々において、ECU 1 5 0 は図 8 及び図 1 3 の各々に示される処理を実行する。図 8 の S 1 6 の処理により、図 6 に示した第 2 充電パターンの充電期間 T 5 1 から充電期間 T 5 2（CP 2 期間）へ移行する。そして、図 8 の S 1 9 において充電が終了すると、図 1 3 の S 6 9 において充電が終了した（YES）と判断され、図 8 及び図 1 3 の各々に示される一連の処理が終了する。

30

## 【 0 1 3 3 】

サーバ 3 0 が図 1 1 及び図 1 2 の各々に示される処理を実行し、車両 5 0 A ~ 5 0 D の各々が図 8 及び図 1 3 の各々に示される処理を実行することで、車両 5 0 A ~ 5 0 D によって図 4 に示したリレー式充電が行なわれる。図 4 に示したリレー式充電によれば、車両間の引き継ぎにおいて充電途切れは生じず、車両 5 0 A ~ 5 0 D による外部充電は連続して行なわれることになる。充電途切れなく外部充電が行なわれることで、より多くの車両が DR に参加してインセンティブを得ることが可能になる。

40

## 【 0 1 3 4 】

上記実施の形態では、サーバ 3 0 の制御装置 3 1 が、重複充電期間において同時に行なわれている外部充電の充電電力の和（すなわち、総和電力）を一定に保つように、外部充電を行なう 2 台の車両のうち後の車両に対して充電電力指令を送信している（図 1 2 の S 5 6）。しかしこれに限られず、サーバ 3 0 は、総和電力を一定に保つように充電電力を制御する指令（充電電力指令）を、重複充電期間において外部充電を行なう 2 台の車両のうち、前の車両（すなわち、より早く外部充電を開始した車両）に対して送信してもよいし、2 台の車両の各々に対して送信してもよい。サーバ 3 0 は、上記充電電力指令を送信しなくてもよい。すなわち、図 1 2 の処理における S 5 4 ~ S 5 6 を割愛してもよい。サーバ 3 0 が上記充電電力指令を送信しない構成でも、最初の車両（たとえば、車両 5 0 A

50

）が第1充電パターン（図5）で外部充電を行ない、後続の車両（たとえば、車両50B～50D）が第2充電パターン（図6）で外部充電を行なうことで、重複充電期間における総和電力を概ね一定にしやすい。

【0135】

1つの充電グループを構成する車両の数は、4台に限られず任意である。1つの充電グループを構成する車両の数は、2台であってもよいし、10台以上であってもよいし、100台以上であってもよい。

【0136】

サーバ30は、複数の充電グループに同時並行でリレー式充電を行なわせるように構成されてもよい。図14は、複数の充電グループが同時並行でリレー式充電を行なう例を示す図である。図14において、線L21～L24は、それぞれ充電グループGAを構成する車両A-1～A-4における充電電力の推移を示している。線L20は、充電グループGAを構成する全ての車両の充電電力の和を示している。また、図14において、線L31～L34は、それぞれ充電グループGBを構成する車両B-1～B-4における充電電力の推移を示している。線L30は、充電グループGBを構成する全ての車両の充電電力の和を示している。

10

【0137】

図14を参照して、車両A-1は、最大電力（図5中の電力P11）を電力P41とする第1充電パターンで外部充電を行なう。充電グループGAにおいて車両A-1に続く各車両（図14には、車両A-2～A-4のみを図示）は、最大電力（図6中の電力P22）を電力P41とする第2充電パターンで外部充電を行なう。

20

【0138】

車両B-1は、最大電力（図5中の電力P11）を電力P42とする第1充電パターンで外部充電を行なう。充電グループGBにおいて車両B-1に続く各車両（図14には、車両B-2～B-4のみを図示）は、最大電力（図6中の電力P22）を電力P42とする第2充電パターンで外部充電を行なう。

【0139】

サーバ30が図11及び図12の各々に示される処理を実行し、充電グループGA及びGBを構成する各車両が図8及び図13の各々に示される処理を実行することで、充電グループGA及びGBの各々によってリレー式充電が行なわれる。サーバ30は、重複充電期間において外部充電を行なう2台の車両の少なくとも一方に充電電力指令を送信することにより、総和電力を一定に保つように構成される。これにより、充電グループGAの充電電力の和は一定の電力P41に維持され、充電グループGBの充電電力の和は一定の電力P42に維持される。サーバ30は、充電グループGAの充電電力の和と充電グループGBの充電電力の和とを別々に制御する。ただしこれに限られず、サーバ30は、充電グループGAの充電電力の和と充電グループGBの充電電力の和との合計を一定に保つように各車両を制御してもよい。

30

【0140】

充電グループGAを構成する車両の数と、充電グループGBを構成する車両の数とは、同じであってもよいし、異なってもよい。充電グループGAが充電を開始するタイミングと、充電グループGBが充電を開始するタイミングとは、同じであってもよいし、異なってもよい。さらに、図14に示した電力P41と電力P42とは、同じであってもよいし、異なってもよい。電力P41を電力P42よりも小さくして、大きな充電電力で充電できない車両で充電グループGAを形成し、大きな充電電力で充電できる車両で充電グループGBを形成してもよい。

40

【0141】

上記実施の形態では、電力システムに含まれる各車両が第1充電パターン及び第2充電パターンを保有する。しかしこれに限られず、電力システムに含まれる各車両が、第1充電パターンのみを保有し、第2充電パターンを保有しない構成にしてもよい。各車両は、単独充電時には第1充電パターンに従って外部充電を実行する一方、リレー式充電を行な

50

うときには、第1充電パターンよりも、サーバ30からの充電電力指令を優先するように構成されてもよい。こうした電力システムでは、リレー式充電の重複充電期間ではない期間においては、各車両が第1充電パターンに従って外部充電を行なう。一方、リレー式充電の重複充電期間においては、総和電力を一定にするために、図12のS54～S56の処理による充電電力指令に従って2台目以降の各車両（すなわち、最初の車両に続く各車両）が外部充電を行なう。これにより、2台目以降の各車両の充電パターンが第2充電パターンになる。上記構成によれば、各車両に新規な充電パターン（たとえば、第2充電パターン）を追加することなく、好適なリレー式充電を実行できる。

#### 【0142】

上記実施の形態では、充電グループを構成する4台の車両のうち、最初の車両（車両50A）が第1充電パターン（図5）で外部充電を行ない、他の車両（車両50B～50D）が第2充電パターン（図6）で外部充電を行なっている。しかしこれに限られず、充電グループを構成する全ての車両が同じ充電パターンで外部充電を行なってもよい。

#### 【0143】

図15は、充電グループを構成する車両50A～50Dの各々が第1充電パターン（図5）で外部充電を行なう例を示す図である。図15において、線L41～L44は、それぞれ車両50A～50Dにおける充電電力の推移を示している。線L40は、充電グループを構成する全ての車両（車両50A～50D）の充電電力の和を示している。図15中の期間T91～T93の各々は、重複充電期間に相当する。

#### 【0144】

図15を参照して、車両50A～50Dの各々は、最大電力（図5中の電力P11）を電力P50とする第1充電パターンで外部充電を行なう。この例では、サーバ30が重複充電期間における総和電力を制御しない。すなわち、図12のS54～S56が実行されない。このため、重複充電期間における総和電力が電力P50よりも大きくなっている。こうした充電方法でも、重複充電期間（期間T91～T93）を短くすることで、充電グループにおける充電電力の和を概ね一定にすることができる。

#### 【0145】

上記実施の形態では、第1充電パターン（図5）で外部充電を行なう車両においては、ECU150がタイミング $t_A2$ で終了予告信号を送信する。しかしこれに限られず、終了予告信号を送信するタイミングは、タイミング $t_A2$ 後かつ充電終了前（タイミング $t_A4$ 前）の任意のタイミングに設定されてもよい。たとえば、終了予告信号はタイミング $t_A3$ で送信されてもよい。

#### 【0146】

上記実施の形態では、第2充電パターン（図6）で外部充電を行なう車両においては、ECU150がタイミング $t_B4$ で終了予告信号を送信する。しかしこれに限られず、終了予告信号を送信するタイミングは、タイミング $t_B4$ 後かつ充電終了前（タイミング $t_B6$ 前）の任意のタイミングに設定されてもよい。たとえば、終了予告信号はタイミング $t_B5$ で送信されてもよい。

#### 【0147】

充電グループを構成する各車両が外部充電を行なうときの充電パターンは、第1充電パターン及び第2充電パターンに限られず、適宜変更可能である。図16は、第1充電パターンの第1変形例を示す図である。図16に示すように、第1充電パターンの充電期間T22が割愛された充電パターンを採用してもよい。図17は、第1充電パターンの第2変形例を示す図である。図17に示すように、第1充電パターンの充電期間T21が割愛された充電パターンを採用してもよい。図18は、第1充電パターンの第3変形例を示す図である。図18に示すように、第1充電パターンの充電期間T21及びT22が割愛された充電パターンを採用してもよい。図18に示す充電パターンにおいては、タイミング $t_A2$ （充電終了タイミング）から所定時間Tさかのぼったタイミング $t_A10$ （たとえば、充電終了直前）で終了予告信号が送信されてもよい。

#### 【0148】

10

20

30

40

50

上記実施の形態に係るVGIシステム1では、リレー式充電で車両間の引き継ぎを行なうときに、前の車両が外部充電の終了が近くなったタイミングで終了予告信号をサーバ30へ送信し、サーバ30が終了予告信号をトリガとして開始信号(充電開始指令)を後の車両へ送信し、後の車両は、サーバ30から受け取った開始信号に応じて外部充電を開始する。しかしこれに限られず、終了予告信号を充電開始指令として機能させてもよい。前の車両と後の車両との間で通信(車車間通信)を行ない、前の車両が、サーバ30を経由せず直接、後の車両に終了予告信号を送信してもよい。そして、後の車両は、前の車両から終了予告信号を受け取ったタイミングで外部充電を開始してもよい。

#### 【0149】

上記実施の形態では、電力市場での電力取引が成立したときに、リレー式充電によって電力市場で要請される電力調整を行なっている(図11参照)。しかしこれに限られず、アグリゲータが電力会社から要請されたDRに参加するときに、リレー式充電によってDRで要請される電力調整を行なってもよい。

10

#### 【0150】

上記実施の形態では、電力の需給バランス調整を要請する信号として、電気事業者(たとえば、電力会社又はアグリゲータ)が需要家に電力の需給バランス調整を要請するDR信号を例示している。しかし、電力の需給バランス調整を要請する信号は、こうしたDR信号に限定されず、たとえば、ある需要家(たとえば、個人又は法人)から別の需要家(たとえば、個人又は法人)に電力の需給バランス調整を要請する信号であってもよいし、ユーザの自宅に設置された自家発電設備の発電量(又は、蓄電装置の蓄電量)が多くなったときに自宅の通信装置から電動車両(又は、ユーザが携帯する携帯端末)へ自動的に送信される信号(たとえば、自宅での外部充電を要請する信号)であってもよい。1つの家庭の中で複数の車両が充電グループを構成し、上記自宅での外部充電を要請する信号が充電グループへ送信されたときに、充電グループを構成する複数の車両によって途切れなくリレー式充電が行なわれてもよい。

20

#### 【0151】

電力システムの構成は、図2及び図3に示した構成に限られない。たとえば、電力会社は、事業別に分社化されていてもよい。電力システムに含まれる発電事業者と送配電事業者とが異なる会社であってもよい。1つの充電設備が複数の充電ケーブルを備えてもよい。電力システムは、スマートメータに代えて又は加えて、メータ機能を有する充電ケーブルによって、電力平準化に対する貢献量を計測するように構成されてもよい。車両の外部に設けられる外部電源は、電気事業者が提供する電力網に限られない。外部電源は、ユーザの自宅に設置された家庭用電源であってもよい。

30

#### 【0152】

図19は、図2及び図3に示した電力システムの変形例を示す図である。図19を参照して、外部電源100は、発電装置101と、蓄電装置102とを備える。外部電源100は、たとえば家庭用電源である。発電装置101の発電方式は、たとえば風力発電又は太陽光発電である。発電装置101によって生成された電力は、蓄電装置102に蓄えられる。蓄電装置102に蓄えられた電力は、たとえば、住宅用分電盤(図示せず)と、住宅に設置されたEVSE40Xとに供給される。

40

#### 【0153】

EVSE40Xは、複数の充電ケーブル(図19には、充電ケーブル42A及び42Bのみ図示)を備える。充電ケーブル42A、42Bはそれぞれ、先端にコネクタ43A、43Bを有し、ケーブルの途中に電力量計44A、44Bを有する。EVSE40Xには、複数の車両(図19には、車両50A及び50Bのみ図示)が電氣的に接続されている。EVSE40Xは、充電ケーブル42Aを介して車両50Aと電氣的に接続されるとともに、充電ケーブル42Bを介して車両50Bと電氣的に接続されている。電力量計44A、44Bは、それぞれEVSE40Xから車両50A、50Bに供給された電力量を計測するように構成される。EVSE40Xと電氣的に接続される各車両は、たとえば車車間通信により次の車両へ終了予告信号を送信することによって、リレー式充電を行なうこ

50

とができる。

【0154】

電力システムに含まれる車両の構成は、図1に示した構成に限られない。たとえば、車両外部への給電を行なう給電装置を車両が備えることは必須ではない。図1に示した構成において、充放電器120の代わりに、外部充電のみ可能な充電器を採用してもよい。上記実施の形態では、各車両50のECU150が充電パターンを保有し、各車両50のECU150が充電制御（たとえば、図8の処理）を行なうことによりリレー式充電が行なわれる。しかしこれに限られず、サーバ30の制御装置31が、無線通信により各車両を遠隔制御して複数の車両にリレー式充電を行なわせるように構成されてもよい。制御装置31が、本開示に係る「第1充電制御装置」及び「第2充電制御装置」として機能するように構成されてもよい。

10

【0155】

今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

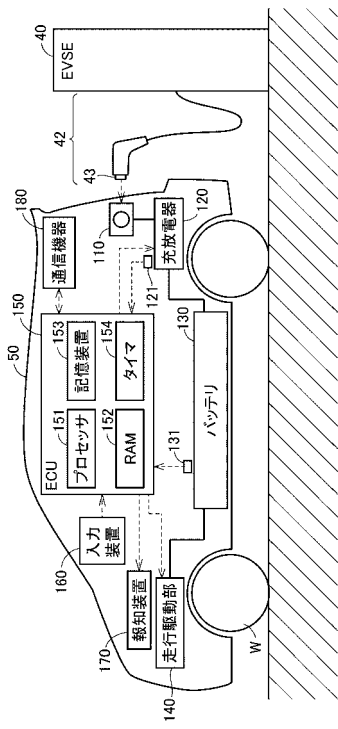
【0156】

1 VGIシステム、10 送配電事業者サーバ、11 スマートメータ、30 アグリゲータサーバ、31, 71 制御装置、32, 72 記憶装置、33, 73 通信装置、41 電源回路、42, 42A, 42B 充電ケーブル、43, 43A, 43B コネクタ、44A, 44B 電力量計、50, 50A, 50B, 50C, 50D 車両、60 HEMS-GW、70 データセンタ、80 携帯端末、100 外部電源、101 発電装置、102 蓄電装置、110 インレット、120 充放電器、121 監視モジュール、130, 130A, 130B, 130C, 130D バッテリ、131 監視モジュール、140 走行駆動部、150 ECU、151 プロセッサ、152 RAM、153 記憶装置、154 タイマ、160 入力装置、170 報知装置、180 通信機器、PG 電力系統、W 駆動輪。

20

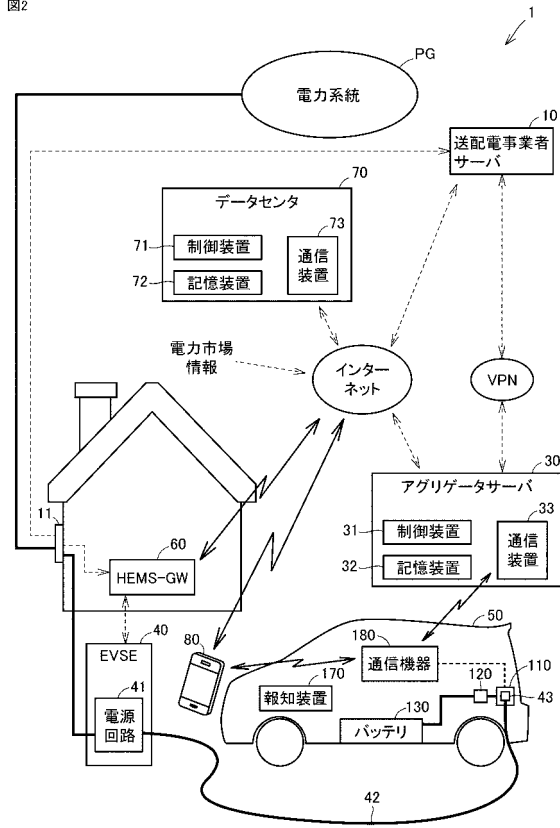
【図1】

図1



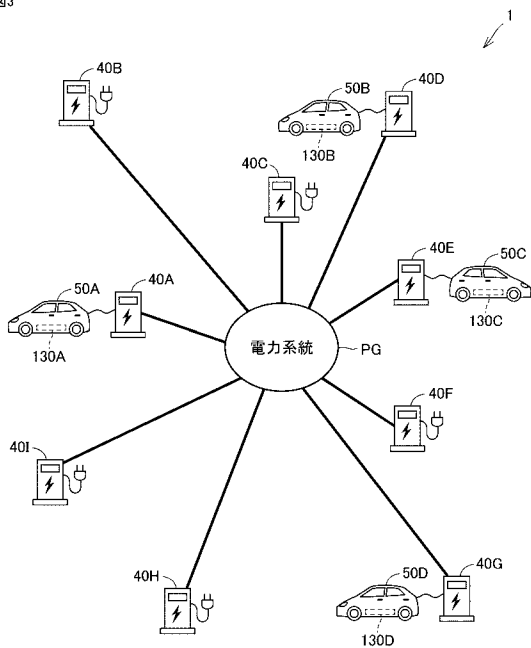
【図2】

図2



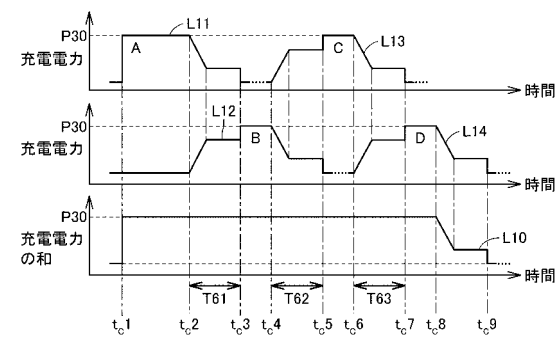
【図3】

図3



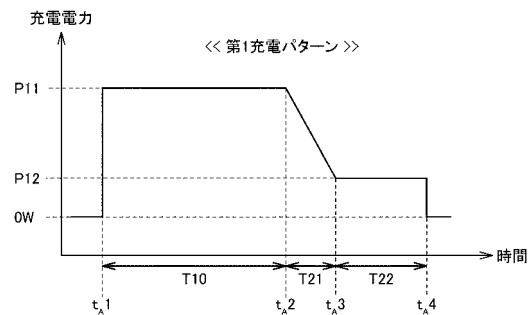
【図4】

図4

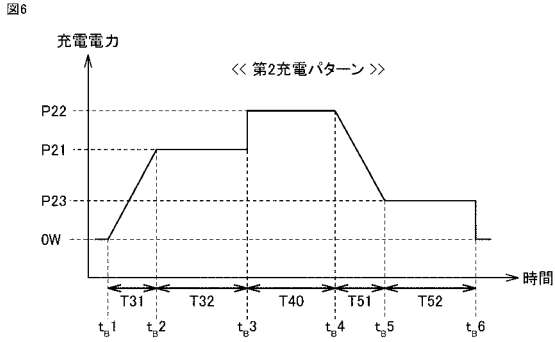


【図5】

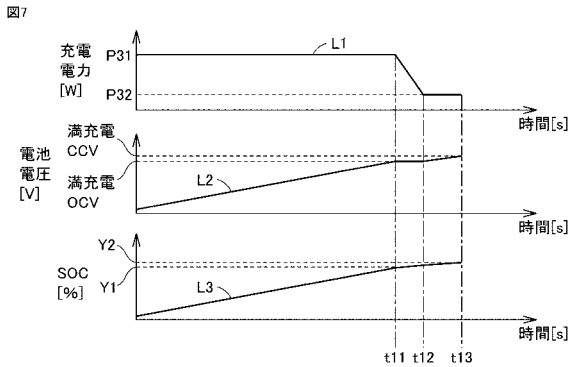
図5



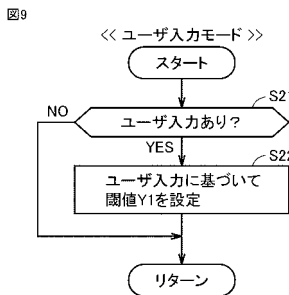
【 図 6 】



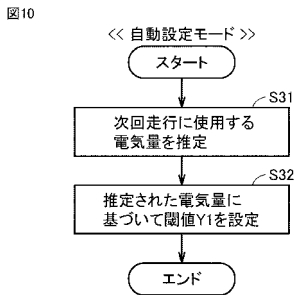
【 図 7 】



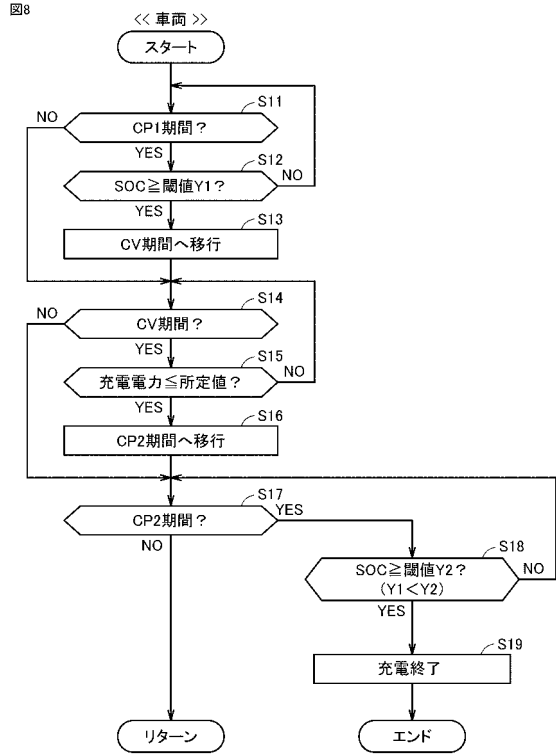
【 図 9 】



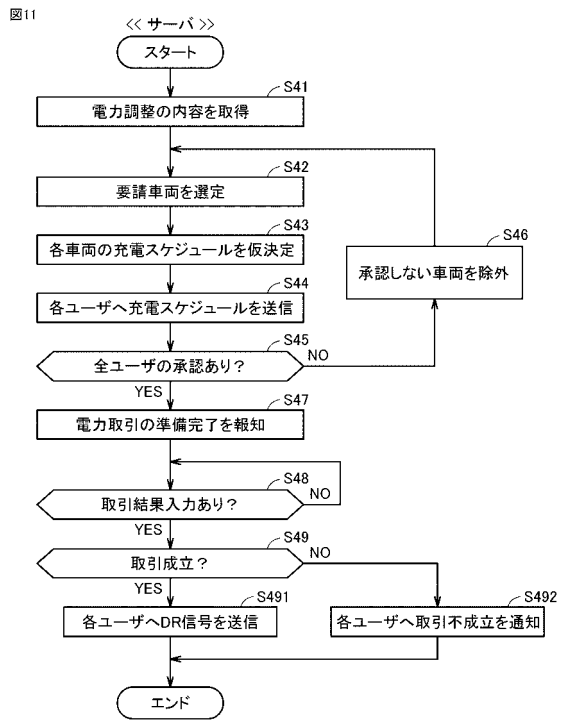
【 図 10 】



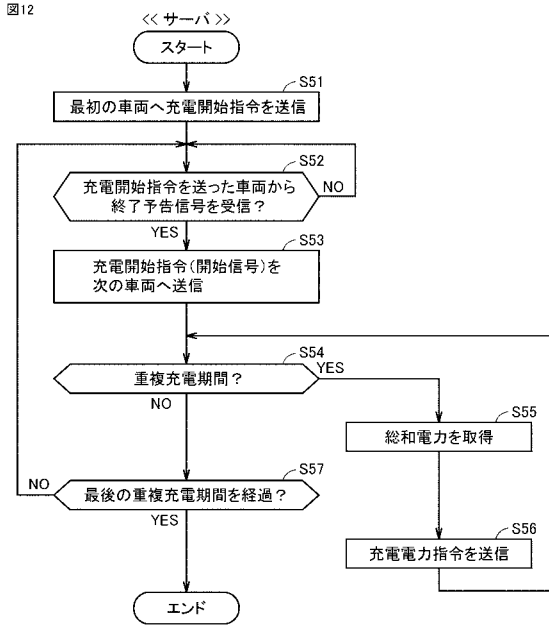
【 図 8 】



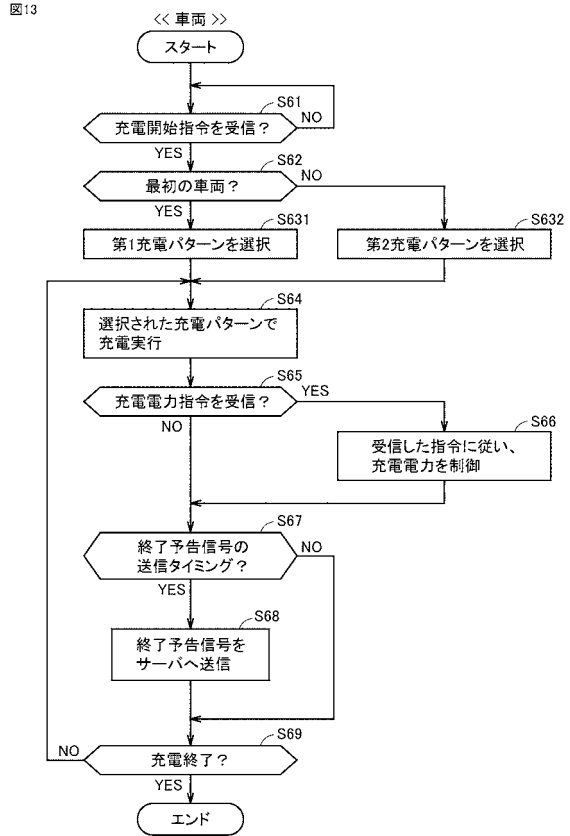
【 図 11 】



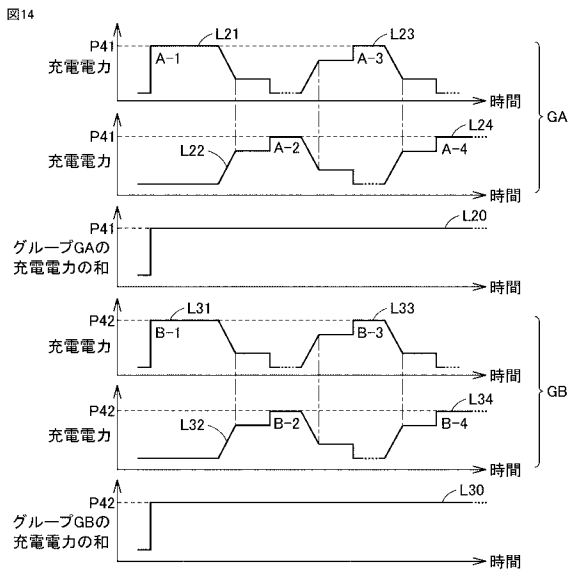
【 図 1 2 】



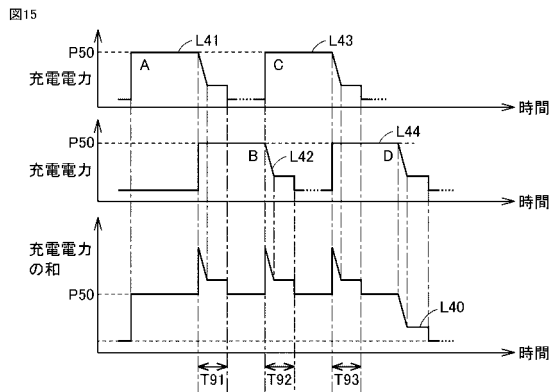
【 図 1 3 】



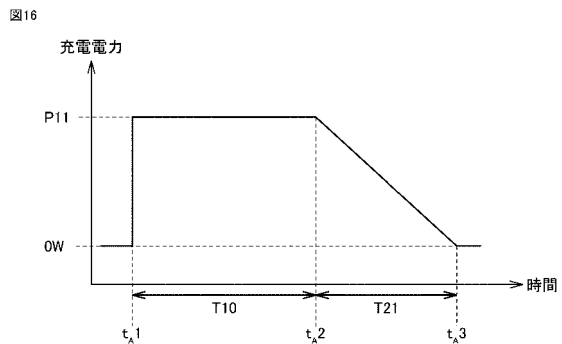
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



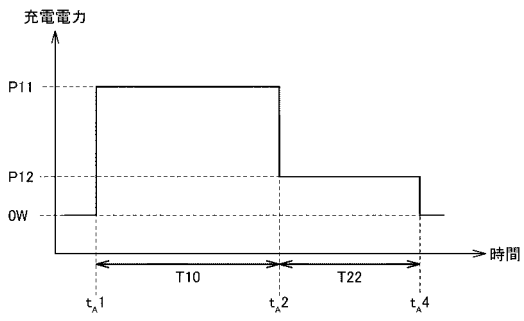
【 図 1 6 】





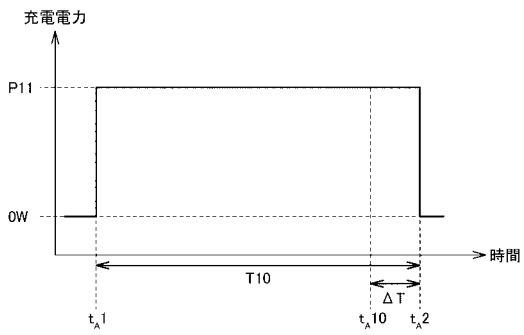
【 図 1 7 】

図17



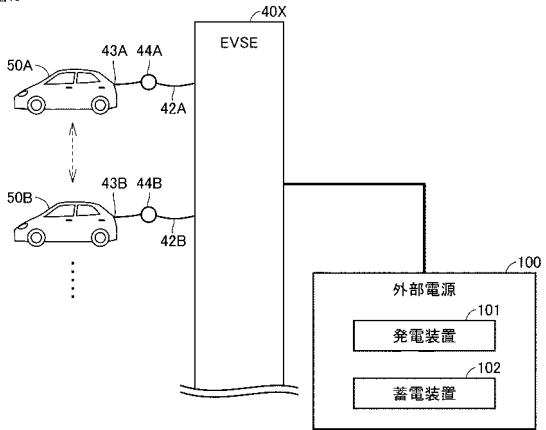
【 図 1 8 】

図18



【 図 1 9 】

図19



## 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 13/00 (2006.01)	H 0 2 J 3/38	1 6 0
B 6 0 L 53/14 (2019.01)	H 0 2 J 7/00	P
B 6 0 L 53/67 (2019.01)	H 0 2 J 13/00	3 1 1 T
B 6 0 L 53/66 (2019.01)	H 0 2 J 13/00	3 0 1 A
B 6 0 L 53/63 (2019.01)	B 6 0 L 53/14	
B 6 0 L 53/68 (2019.01)	B 6 0 L 53/67	
B 6 0 L 50/60 (2019.01)	B 6 0 L 53/66	
B 6 0 L 58/12 (2019.01)	B 6 0 L 53/63	
	B 6 0 L 53/68	
	B 6 0 L 50/60	
	B 6 0 L 58/12	

(72)発明者 久須美 秀年

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 北岡 広宣

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

F ターム(参考) 5G064 AA01 AA04 AA09 AC09 CB08 CB21 DA07 DA11  
 5G066 HA17 HB06 HB09 JA05 JB03 KA04 KD04  
 5G503 AA01 AA06 AA07 BA02 BB01 BB02 BB03 CA08 CA10 DA04  
 EA05 FA06 GD03 GD06  
 5H125 AA01 AC12 AC24 BC21 BE01 CC06 DD03 DD04 EE27 EE41