

(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2017-103003

(P2017-103003A)

(43) 公開日 平成29年6月8日(2017.6.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO1M 8/04858 (2016.01)	HO1M 8/04 P	5H125
HO1M 8/00 (2016.01)	HO1M 8/00 Z	5H127
B60L 11/18 (2006.01)	HO1M 8/00 A	
B60L 7/14 (2006.01)	B60L 11/18 G	
	B60L 7/14	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-232948 (P2015-232948)  
 (22) 出願日 平成27年11月30日 (2015.11.30)

(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 110000028  
 特許業務法人明成国際特許事務所  
 (72) 発明者 鶴田 義明  
 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) 5H125 AA01 AC07 AC12 BC05 BD02  
 CB02 EE23  
 5H127 AB04 AB29 AC15 DB99 DC47  
 DC96 FF04 FF12

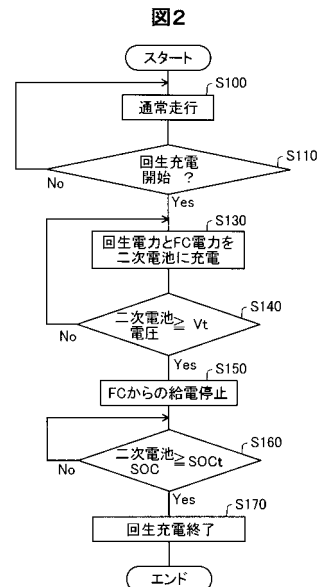
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 回生初期の電力損失を小さくする。

【解決手段】 燃料電池システムは、高電圧配線と、前記高電圧配線に接続される燃料電池と、前記高電圧配線に接続され、回生動作が可能な駆動モータと、前記高電圧配線及び低電圧配線に接続されるDC-DCコンバータと、前記低電圧配線に接続される二次電池と、前記二次電池の電圧を検知するバッテリーセンサと、制御部と、を備え、前記制御部は、前記駆動モータの回生動作をする場合に、前記燃料電池から前記高電圧配線への給電を開始して、前記駆動モータからの回生電力及び前記燃料電池からの電力を前記二次電池に充電させ、その後、前記駆動モータの回生動作中に前記二次電池の電圧が予め定められた閾値以上となった場合に、前記燃料電池から前記高電圧配線への給電を停止させて前記回生電力のみを二次電池に充電させる。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

燃料電池システムであって、  
 高電圧配線と、  
 前記高電圧配線に接続される燃料電池と、  
 前記高電圧配線に接続され、回生動作が可能な駆動モータと、  
 前記高電圧配線及び低電圧配線に接続される DC - DC コンバータと、  
 前記低電圧配線に接続される二次電池と、  
 前記二次電池の電圧を検知するバッテリーセンサと、  
 制御部と、  
 を備え、  
 前記制御部は、

10

前記駆動モータの回生動作をする場合に、前記燃料電池から前記高電圧配線への給電を開始して、前記駆動モータからの回生電力及び前記燃料電池からの電力を前記二次電池に充電させ、

その後、前記駆動モータの回生動作中に前記二次電池の電圧が予め定められた閾値以上となった場合に、前記燃料電池から前記高電圧配線への給電を停止させて前記回生電力のみを二次電池に充電させる、

燃料電池システム。

## 【発明の詳細な説明】

20

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、燃料電池システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献 1 には、燃料電池と、二次電池と、DC - DC コンバータ（バッテリー昇圧コンバータ）を備える燃料電池システムが記載されている。この燃料電池システムでは、DC - DC コンバータの高電圧側に燃料電池と負荷が接続され、低電圧側に二次電池が接続される。DC - DC コンバータは双方向に電圧を変換可能である。エネルギーを回生する場合、負荷により生じた回生電力は、DC - DC コンバータにより降圧され、二次電池に充電される。なお、回生時には、燃費向上のため、燃料電池の発電を止めることが一般的である。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2013 - 099025 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

一般に、DC - DC コンバータの電力損失は、降圧させる電位差が大きいほど大きい。従来は、二次電池への電流が小さく二次電池の電圧が徐々にしか上昇しないと、降圧時の電位差が徐々にしか小さくならず、回生初期の DC - DC コンバータの電力損失が大きいという課題があった。

40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであり、以下の形態として実現することが可能である。

## 【0006】

(1) 本発明の一形態によれば、燃料電池システムが提供される。この燃料電池システムは、高電圧配線と、前記高電圧配線に接続される燃料電池と、前記高電圧配線に接続され

50

、回生動作が可能な駆動モータと、前記高電圧配線及び低電圧配線に接続されるDC-DCコンバータと、前記低電圧配線に接続される二次電池と、前記二次電池の電圧を検知するバッテリーセンサと、制御部と、を備え、前記制御部は、前記駆動モータの回生動作をする場合に、前記燃料電池から前記高電圧配線への給電を開始して、前記駆動モータからの回生電力及び前記燃料電池からの電力を前記二次電池に充電させ、その後、前記駆動モータの回生動作中に前記二次電池の電圧が予め定められた閾値以上となった場合に、前記燃料電池から前記高電圧配線への給電を停止させて前記回生電力のみを二次電池に充電させる。

この形態によれば、回生初期には、回生電力と共に燃料電池の電力を二次電池に充電させるため、回生電力のみを充電する場合に比べて、DC-DCコンバータの降圧後の電圧を上昇させることができる。その結果、DC-DCコンバータの電力損失を小さくできる。

#### 【0007】

なお、本発明は、種々の形態で実現することが可能であり、例えば、燃料電池システム他、燃料電池システムを備えた車両、移動体や、二次電池の充電方法等の形態で実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0008】

【図1】燃料電池システムの概略構成を示す説明図。

【図2】燃料電池システムの制御フローチャート。

【図3】回生動作における電圧、電流、損失を示すグラフ。

【図4】回生開始時の二次電池のSOCと、燃料電池の発電電力と、の関係を示すグラフ。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0009】

図1は、燃料電池システム10の概略構成を示す説明図である。この燃料電池システム10は、車両等の移動体に搭載される。燃料電池システム10は、燃料電池100と、高電圧配線110と、DC-DCコンバータ120と、モータ用インバータ130と、駆動モータ140と、モータセンサ150と、二次電池200と、低電圧配線210と、補機用インバータ230と、補機240と、バッテリーセンサ250と、制御部300と、アクセルペダルセンサ310と、アクセルペダル315と、ブレーキペダルセンサ320と、ブレーキペダル325と、車速センサ330と、を備える。燃料電池100と、DC-DCコンバータ120と、モータ用インバータ130と、モータセンサ150は、高電圧配線110に接続されている。モータセンサ150は、駆動モータ140の電圧と電流を検知する。DC-DCコンバータ120と、二次電池200と、補機用インバータ230と、バッテリーセンサ250とは、低電圧配線210に接続されている。

#### 【0010】

燃料電池100は、燃料ガスと酸化剤ガスを反応させて直流の電力を発生させる発電装置である。燃料電池100が発生させた電力は、高電圧配線110を介してモータ用インバータ130に供給される。モータ用インバータ130は、燃料電池100から供給された直流の電力を、例えば3相交流に変換し、駆動モータ140に供給する。駆動モータ140は、移動体の車輪を駆動するモータである。

#### 【0011】

二次電池200は、例えば、ニッケル水素電池や、リチウムイオン電池などで構成されている。二次電池200の電力は、補機用インバータ230を介して補機240に供給される。補機240は、例えば、燃料電池100に燃料ガスを供給するためのポンプ、燃料電池100に酸化剤ガスを供給するためのポンプ、燃料電池100に冷却液を供給するためのポンプ、車両の空調装置等を含む。なお、補機240の一部は、補機用インバータ230を介さずに、低電圧配線210に直接接続されていてもよい。バッテリーセンサ250は、二次電池200の電圧と、電流を検知する。二次電池200には、図示しない充放電

10

20

30

40

50

制御回路が設けられている。

【 0 0 1 2 】

DC - DCコンバータ120は、上述したように、高電圧配線110と、低電圧配線210とに接続されており、双方向の電圧変換を行う。したがって、本実施形態の燃料電池システム10では、燃料電池100の電力をモータ用インバータ130に供給して、駆動モータ140を駆動することに加え、二次電池200から供給された電力の電圧をDC - DCコンバータ120を用いて昇圧し、モータ用インバータ130に供給して、駆動モータ140を駆動することも可能である。また、燃料電池100の電力の電圧をDC - DCコンバータ120を用いて降圧して二次電池200に充電することや、駆動モータ140の回生電力の電圧をDC - DCコンバータ120を用いて降圧して二次電池200に充電することが可能である。

10

【 0 0 1 3 】

アクセルペダルセンサ310は、車両のアクセルペダル315の踏み込み量を検知する。アクセルペダル315が踏み込まれると、制御部300は、アクセルペダル315の踏み込み量に応じて、DC - DCコンバータ120と、モータ用インバータ130と、補機用インバータ230を制御して、車両を加速させる。ブレーキペダルセンサ320は、車両のブレーキペダル325の踏み込み量を検知する。ブレーキペダル325が踏み込まれると、制御部300は、ブレーキペダル325の踏み込み量に応じて、車両を減速または停止させる。車速センサ330は、燃料電池システム10が搭載されている車両の速度を取得する。

20

【 0 0 1 4 】

一般に、DC - DCコンバータ120の降圧動作では、降圧後の電圧が低いほど（降圧時の電圧差が大きいほど）、損失が大きい。この特性は、非絶縁型DC - DCコンバータで顕著であり、チョップ方式のDC - DCコンバータで特に顕著である。したがって、二次電池200の充電時には、低電圧配線210の電圧（二次電池200の充電電圧）を高くする方が、DC - DCコンバータ120における損失を少なくできる。

【 0 0 1 5 】

図2は、燃料電池システム10の制御フローチャートである。ステップS100では、車両が通常走行しており、回生動作が行われていない状態である。このステップでは、制御部300は、アクセルペダル315の踏み込み量に基づいて、燃料電池100と二次電池200の少なくとも一方の電力を用いて、駆動モータ140を駆動させる。

30

【 0 0 1 6 】

ステップS110では、回生による二次電池200の充電を開始するか否かを判断する。この判断は、車速センサ330で検知される車速と、アクセルペダル315の踏み込み量の減少量と、ブレーキペダル325の踏み込みの有無と、二次電池200のSOCに基づいて行われる。ここで、アクセルペダル315の踏み込み量が減少される動作を「アクセルオフ」と呼ぶ。特に、アクセルペダル315の踏み込み量がゼロまで減少される動作を「アクセル全オフ」と呼ぶ。また、ブレーキペダル325が踏み込まれることを「ブレーキオン」と呼ぶ。アクセルオフされると、制御部300は、アクセルペダル315の踏み込み量の減少量に応じて、駆動モータ140への電力供給を減少させ、または、ゼロとする。一般に、アクセルペダル315とブレーキペダル325は、右足で踏まれ、同時には踏まれないため、ブレーキが踏まれると、アクセル全オフされ、上述したように、駆動モータ140への電力供給は、減少され、または、ゼロとされる。また、車両がある程度の走行速度以上で通常走行している状態でアクセルオフまたはブレーキオンされると、制御部300は、回生による二次電池200の充電を開始する。但し、二次電池200のSOCが、予め定められた閾値よりも多い場合には、制御部300は、回生による充電を実行せずに通常走行を継続する。このとき、ブレーキオンされている場合には、機械的ブレーキを用いた減速を実行する。

40

【 0 0 1 7 】

ステップS130では、制御部300は、駆動モータ140からの回生電力と、燃料電

50

池 1 0 0 からの電力との両方を二次電池 2 0 0 に充電させる。なお、ステップ S 1 3 0 の前に燃料電池 1 0 0 から高電圧配線 1 1 0 に給電していない場合には、ステップ S 1 3 0 において燃料電池 1 0 0 からの給電を開始させる。燃料電池 1 0 0 からの給電の開始は、例えば、燃料電池 1 0 0 と高電圧配線 1 1 0 との間に設けられたリレー（図示省略）をオフからオンに切り換えることにより行われる。また、ステップ S 1 3 0 の前に燃料電池 1 0 0 から高電圧配線 1 1 0 に給電を実行している場合には、燃料電池 1 0 0 からの給電量を増加させても良い。このように、回生電力と燃料電池 1 0 0 の電力とを二次電池 2 0 0 に充電するようにすれば、回生電力のみを二次電池 2 0 0 に充電する場合に比べて二次電池 2 0 0 の端子電圧（すなわち DC - DC コンバータ 1 2 0 の降圧側電圧）を高くすることができる。従って、DC - DC コンバータ 1 2 0 の電力損失を小さくすることができる。

10

#### 【 0 0 1 8 】

図 2 のステップ S 1 4 0 では、制御部 3 0 0 は、バッテリーセンサ 2 5 0 で検出された二次電池 2 0 0 の端子電圧が予め定められた判定閾値  $V_t$  以上となったか否かを判断する。二次電池 2 0 0 の端子電圧が予め定められた判定閾値  $V_t$  未満の場合には、ステップ S 1 3 0 の処理を続行する。一方、二次電池 2 0 0 の端子電圧が予め定められた判定閾値  $V_t$  以上となった場合には、ステップ S 1 5 0 に移行する。判定閾値  $V_t$  は、二次電池 2 0 0 の SOC の許容範囲内の特定の SOC に対応する電圧から設定される。例えば、判定閾値  $V_t$  は、二次電池 2 0 0 の SOC の許容範囲の中間より少し高い特定の SOC に対応する二次電池 2 0 0 の端子電圧としても良い。なお、二次電池 2 0 0 の端子電圧を測定する場合には、二次電池 2 0 0 と低電圧配線 2 1 0 との間に設けられたリレー（図示省略）を一時的にオフしても良い。

20

#### 【 0 0 1 9 】

ステップ S 1 5 0 では、制御部 3 0 0 は、燃料電池 1 0 0 のからの給電を停止させ、駆動モータ 1 4 0 からの回生電力のみを二次電池 2 0 0 に充電させる。燃料電池 1 0 0 からの給電の停止は、例えば、燃料電池 1 0 0 と高電圧配線 1 1 0 との間に設けられたリレー（図示省略）をオンからオフに切り換えることにより行われる。

#### 【 0 0 2 0 】

ステップ S 1 6 0 では、制御部 3 0 0 は、二次電池 2 0 0 の SOC が判定閾値  $SOC_t$  以上となったか否かを判断する。二次電池 2 0 0 の SOC が判定閾値  $SOC_t$  以上となった場合には、制御部 3 0 0 は、ステップ S 1 7 0 に移行し、二次電池 2 0 0 の回生による充電を終了させる。二次電池 2 0 0 の回生による充電の終了は、例えば、二次電池 2 0 0 に備えられている充放電切替回路により行うことが可能である。

30

#### 【 0 0 2 1 】

なお、本実施形態では、ステップ S 1 7 0 において回生による充電を終了させる場合を例にとって説明したが、制御部 3 0 0 は、どのステップを実行中であっても、車両の運転手によりアクセルペダル 3 1 5 が踏み込まれた場合には、制御部 3 0 0 は、回生による充電を終了させることができる。

#### 【 0 0 2 2 】

二次電池 2 0 0 への充電時における DC - DC コンバータ 1 2 0 の降圧後の電圧  $V_L$ （二次電池 2 0 0 の端子電圧に等しい）は、以下の式（1）で示される。

40

$$V_L = V_B + R \times I \quad \dots (1)$$

ここで、 $V_B$  は、二次電池 2 0 0 の起電力であり、 $R$  は、二次電池 2 0 0 の内部抵抗である。ここでは、二次電池 2 0 0 の各種の過電圧を抵抗  $R$  として表現している。なお、充電時には、 $V_L > V_B$  である。また、充電時における、二次電池 2 0 0 の損失は、 $I^2 R$  である。

#### 【 0 0 2 3 】

二次電池 2 0 0 は、充電時に瞬間的に流入するエネルギー量が増えると、その電圧が SOC に相当する値よりも高くなるという特性を有する。また、二次電池 2 0 0 に供給されるエネルギー（ $V_L \times I$ ）を一定と仮定すると、二次電池 2 0 0 の端子電圧  $V_L$  を高くす

50

るほど、二次電池 200 に供給される電流  $I$  が減少し、二次電池の損失 ( $I^2 R$ ) が減少する。ここで、二次電池 200 の端子電圧  $V_L$  を高くするためには、DC - DC コンバータ 120 の降圧後の電圧を上げればよい。

#### 【0024】

本実施形態では、二次電池 200 に回生電力を充電するとき、回生初期 (図 2 のステップ S 130) に燃料電池 100 の電力を利用して、DC - DC コンバータ 120 の降圧後の電圧 (二次電池 200 の端子電圧) を上げ、二次電池 200 へ供給する電流  $I$  を少なくする。この場合、回生電力のみを充電する場合に比べて DC - DC コンバータ 120 の降圧後の電圧が高くなるので、DC - DC コンバータ 120 の損失を低減出来る。さらに、二次電池 200 に供給される電流を少なくできるので、二次電池 200 の損失  $I^2 R$  を少なく出来る。

10

#### 【0025】

図 3 は、回生動作における電圧、電流、損失を示すグラフである。実線は、回生初期に回生電力と燃料電池 200 の電力を充電させる実施形態の動作を示し、破線は、回生による電力のみを充電させて、燃料電池 200 の電力を充電させない比較例の動作を示す。実施形態では、時刻  $t_0$  で回生による充電を開始すると、燃料電池 100 からの給電を開始して回生電力と共に二次電池 200 を充電する。この結果、DC - DC コンバータ 120 の降圧後の電圧  $V_L$  (二次電池 200 の端子電圧  $V_L$ ) は、比較例に比べてより早期に上昇するので、DC - DC コンバータ 120 の損失を少なく出来る。また、制御部 300 は、二次電池 200 の端子電圧  $V_L$  を早期に上昇させることにより、二次電池 200 へ供給する電流  $I$  を少なくできるので、比較例に比べて、二次電池 200 の内部抵抗  $R$  によるジュール損失を少なくできる。時刻  $t_1$  では、二次電池 200 の端子電圧  $V_L$  が判定閾値  $V_t$  (図 2 のステップ S 140) に達しているため、その後、燃料電池 100 からの給電が停止されている。

20

#### 【0026】

以上、本実施形態によれば、回生初期に燃料電池 100 の電力を回生電力と共に二次電池 200 に充電するので、DC - DC コンバータ 120 の損失を少なくすることができる。また、二次電池 200 の内部抵抗  $R$  による損失を少なくできる。

#### 【0027】

・変形例：

30

図 4 は、回生開始時の二次電池 200 の SOC と、燃料電池 100 の発電電力と、の関係を示すグラフである。本実施形態では、制御部 300 は、図 2 のステップ S 130 において、燃料電池 100 の電力を二次電池 200 に充電させている。このとき、制御部 300 は、燃料電池 100 の発電電力を、回生開始時の二次電池 200 の SOC に応じて、変動させても良い。具体的には、制御部 300 は、回生開始時の SOC が高いほど、燃料電池 100 の発電電力を小さくするようにしてもよい。二次電池 200 への充電後の SOC が、許容範囲の上限を超えると、二次電池 200 の寿命を縮める可能性がある。SOC が高い状態で燃料電池 100 の発電電力を小さくしないと、二次電池 200 への充電後の SOC が、許容範囲の上限を直ちに超える可能性がある。従って、回生開始時の SOC が高いほど、燃料電池 100 の発電電力を小さくすることが好ましい。

40

#### 【0028】

上記実施形態では、制御部 300 は、図 2 のステップ S 130 で燃料電池 100 からの給電を開始し、ステップ S 140 で燃料電池 100 からの給電を停止しているが、回生開始時にステップ S 140 の要件を満たす場合には、燃料電池 100 からの給電を行わなくても良い。

#### 【0029】

上記実施形態では、車両を例にとって説明したが、移動体が車両以外の移動体、例えば電車であってもよい。

#### 【0030】

以上、いくつかの実施例に基づいて本発明の実施の形態について説明してきたが、上記

50

した発明の実施の形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨並びに特許請求の範囲を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物が含まれることはもちろんである。

【符号の説明】

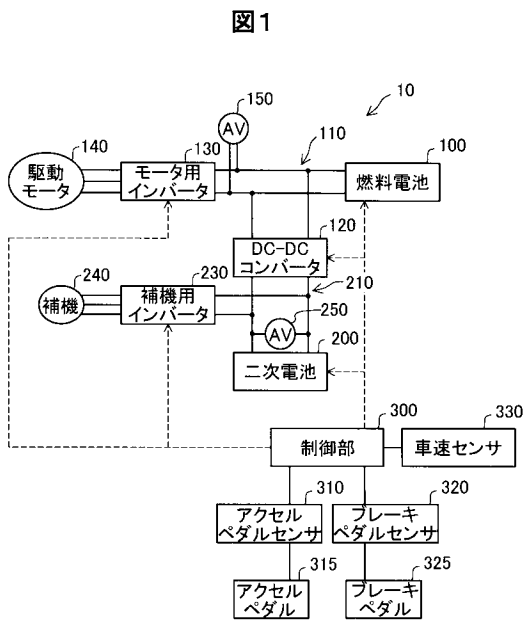
【0031】

- 10 ... 燃料電池システム
- 100 ... 燃料電池
- 110 ... 高電圧配線
- 120 ... DC-DCコンバータ
- 130 ... モータ用インバータ
- 140 ... 駆動モータ
- 150 ... モータセンサ
- 200 ... 二次電池
- 210 ... 低電圧配線
- 230 ... 補機用インバータ
- 240 ... 補機
- 250 ... バッテリセンサ
- 300 ... 制御部
- 310 ... アクセルペダルセンサ
- 315 ... アクセルペダル
- 320 ... ブレーキペダルセンサ
- 325 ... ブレーキペダル
- 330 ... 車速センサ

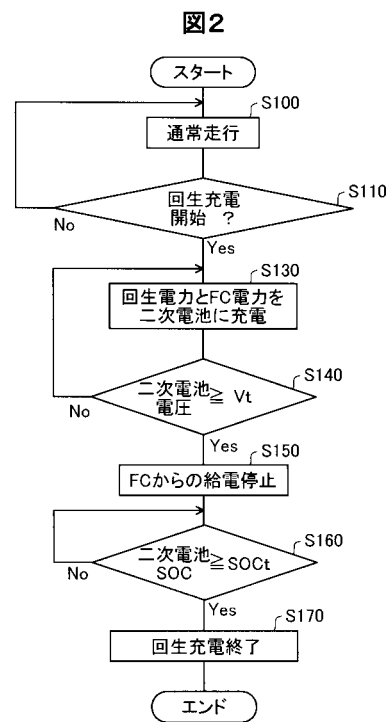
10

20

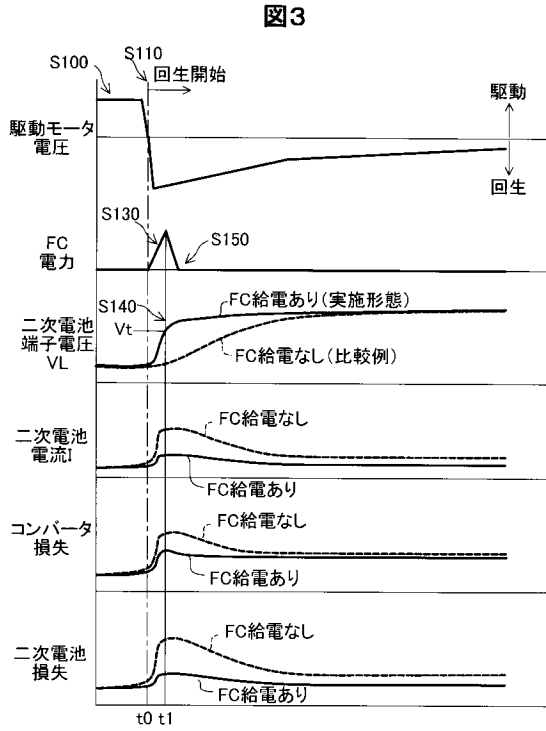
【図1】



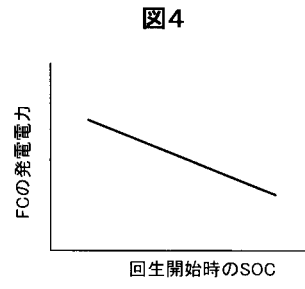
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

B 6 0 L 11/18

A