

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6217612号
(P6217612)

(45) 発行日 平成29年10月25日 (2017.10.25)

(24) 登録日 平成29年10月6日 (2017.10.6)

(51) Int.Cl.

F 1

B60W 10/08 (2006.01)
B60K 6/445 (2007.10)
B60L 11/14 (2006.01)
B60L 15/20 (2006.01)
B60W 30/20 (2006.01)

B60W 10/08 900
 B60K 6/445 ZHV
 B60L 11/14
 B60L 15/20 S
 B60W 30/20

請求項の数 1 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-244298 (P2014-244298)
 (22) 出願日 平成26年12月2日 (2014.12.2)
 (65) 公開番号 特開2016-107673 (P2016-107673A)
 (43) 公開日 平成28年6月20日 (2016.6.20)
 審査請求日 平成29年1月13日 (2017.1.13)

(73) 特許権者 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 100083998
 弁理士 渡邊 丈夫
 (72) 発明者 後藤田 研二
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 審査官 塩澤 正和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の振動制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エンジンが出力した動力を発電機能のある第1モータ側と駆動輪側とに分割する動力分割機構と、前記エンジンの出力軸の所定方向の回転を止めるブレーキ機構と、前記ブレーキ機構と前記動力分割機構との間に設けられ捻り角度によってばね定数が変化するダンパと、前記駆動輪に伝達されるトルクを加減する発電機能のある第2モータとを備え、前記出力軸の前記所定方向の回転を前記ブレーキ機構によって止めた状態で前記第1モータおよび前記第2モータのうち少なくとも第2モータの動力で走行可能な車両の振動制御装置において、

前記第1モータおよび前記第2モータの動力で走行している状態で前記第1モータの出力トルクに基づいて前記ダンパのばね定数を推定し、

推定された前記ばね定数で走行している状態での共振点を含む所定の周波数域である共振帯に入る振動を生じる車速か否かを判断し、

前記共振帯に入る振動を生じる車速であることが判断された場合に前記ダンパに掛かる前記第1モータのトルクを変更して前記ばね定数を変化させるように構成されていることを特徴とする車両の振動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、車両の振動を低減する制御装置に関し、特にハイブリッド車の走行中に振

10

20

動を低減するように駆動力源のトルクを制御する装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

車両が走行する場合には、不可避免的に振動が生じる。特許文献1には、エンジンを備えたハイブリッド車（HV車）において、エンジンが要因になる振動を低減するように構成された装置が記載されている。この特許文献1に記載された装置は、エンジンの出力軸にモータがクラッチを介して連結され、これらエンジンとモータとが出力するトルクを、変速機を介して駆動輪に伝達するように構成されたハイブリッド車の異常振動を防止するように構成された装置であり、そのクラッチには剛性変曲点のあるダンパが備えられている。そして、駆動系の共振点では、エンジンのトルクとモータとのトルクを合算した総駆動トルクが変化しないようにそれぞれのトルクを変化させて、ダンパの変曲点を回避するように構成されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2014-088159号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ハイブリッド車が走行している状態では、タイヤの回転アンバランスが強制力となって振動が生じることがある。特許文献1に記載された装置は、エンジンのトルク変動が強制力となる振動を低減もしくは防止するように構成されている装置であるから、ハイブリッド車がエンジンを停止してモータの駆動力で走行している状態ではハイブリッド車の共振を推定し、また共振を抑制もしくは防止することができない。また、特許文献1に記載された装置は、ダンパの剛性変曲点を回避できるとしても、タイヤの回転アンバランスに起因する共振の振動数を予め知り得ないので、特許文献1に記載された発明では、このような不特定の周波数での共振を抑制もしくは防止することは困難である。

20

【0005】

この発明は上記の技術的課題に着目してなされたものであって、ハイブリッド車がモータ走行している状態での共振あるいは過大な振動を抑制もしくは防止することのできる車両の振動制御装置を提供することを目的とするものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の目的を達成するために、この発明は、エンジンが出力した動力を発電機能のある第1モータ側と駆動輪側とに分割する動力分割機構と、前記エンジンの出力軸の所定方向の回転を止めるブレーキ機構と、前記ブレーキ機構と前記動力分割機構との間に設けられ捻り角度によってばね定数が変化するダンパと、前記駆動輪に伝達されるトルクを加減する発電機能のある第2モータとを備え、前記出力軸の前記所定方向の回転を前記ブレーキ機構によって止めた状態で前記第1モータおよび前記第2モータの動力で走行可能な車両の振動制御装置において、前記第1モータおよび前記第2モータのうち少なくとも第2モータの動力で走行している状態で前記第1モータの出力トルクに基づいて前記ダンパのばね定数を推定し、推定された前記ばね定数で走行している状態での共振点を含む所定の周波数域である共振帯に入る振動を生じる車速か否かを判断し、前記共振帯に入る振動を生じる車速であることが判断された場合に前記ダンパに掛かる前記第1モータのトルクを変更して前記ばね定数を変化させるように構成されていることを特徴とするものである。

40

【発明の効果】

【0007】

この発明においては、共振帯に入る振動が生じることが判断されると、ダンパのばね定数が変更される。共振帯はダンパのばね定数に応じた周波数域であるから、ばね定数が変更されると共振帯が変化する。その結果、その時点の車速で走行しても過大な振動が生じ

50

ることを抑制もしくは防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】この発明の一例である振動制御装置で実行される制御の一例を説明するためのフローチャートである。

【図2】ばね定数と共振点もしくは共振帯との関係、およびタイヤ回転1次周波数と車速との関係を示す線図である。

【図3】ばね定数の変更のための第1モータのトルクの変化と、駆動トルクを補償するための第2モータのトルクの変化の一例を模式的に示す線図である。

【図4】この発明で対象とすることのできるハイブリッド車の駆動系統を示す模式図である。

10

【図5】第1モータのトルクと捻り角ならびにばね定数との関係を示すねじれ特性線図である。

【図6】タイヤ回転周波数とサージレベルとばね定数との関係を示す線図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

この発明は、エンジンと発電機能のあるモータとを動力源とし、かつモータの動力のみによって走行するEV走行を選択できるハイブリッド車の振動を制御する装置である。そのハイブリッド車の駆動系統の一例を簡単に説明すると、図4はいわゆる2モータタイプのハイブリッド車を模式的に示している。エンジン1が出力した動力を第1モータ(MG1)2側と駆動輪3側とに分割する動力分割機構4が設けられている。動力分割機構4は、要は、3つの回転要素を備えた差動機構によって構成され、より具体的には、遊星歯車機構によって構成され、例えばサンギヤに第1モータが連結され、キャリアにエンジン1のトルクが入力され、リングギヤから駆動輪3に向けてトルクを出力するように構成することができる。

20

【0010】

EV走行を可能にし、またEV走行時にエンジン1を引き摺ることによる動力損失を低減するために、エンジン1の出力軸(クランクシャフト)5の回転を止めるブレーキ機構6が設けられている。動力分割機構4が遊星歯車機構などの差動機構によって構成されている場合、第1モータ2が走行のためのトルクを出力すると、エンジン1の出力軸5には負回転方向(エンジン1の本来の回転方向とは反対方向)のトルクが作用する。このトルクをブレーキ機構6によって受けて出力軸5の負方向の回転を止めるように構成されている。したがって、ブレーキ機構6は摩擦ブレーキやドグクラッチなどの正逆両方向の回転を止める構成であってもよく、あるいは一方向クラッチであってもよい。

30

【0011】

ブレーキ機構6と前記動力分割機構4との間に、エンジントルクの振動を抑制するダンパ7が設けられている。ダンパ7は、例えば前述した特許文献1に記載されているようなバネダンパであって、駆動側のプレートと従動側のプレートとの間にコイルバネが配置され、これらのプレートにトルクが作用して各プレートが相対的にねじれることによりコイルバネが圧縮されて振動を低減するように構成されている。また、そのコイルバネとして長さやばね定数が異なる複数種類のコイルバネが設けられており、したがってダンパ7は捻り角とトルクとの関係すなわちねじれ特性が一定でなく変化するように構成されている。その例を図5に示してあり、ここに示す例は、ばね定数が3段階($K1 < K2 < K3$)に変化する例である。なお、ここで説明している具体例では、前述したように、第1モータ2が出力する走行のためのトルクが前記出力軸5もしくはブレーキ機構6に掛かるから、第1モータ2が出力したトルクは、ダンパ7に対して捻り角を増大させるトルクもしくは減少させるトルクとして作用する。したがって、第1モータ2のトルクによってダンパ7の捻り角を変化させてダンパ7のねじれ特性を変更することができる。図5には第1モータ2のトルクによる捻り角の変化の方向を併記してある。なお、図5において、第1モータ2のトルク(MG1トルク)の負領域とは、第1モータ2が前記負回転方向に回転し

40

50

て出力するトルクの領域であり、正領域とは、第 1 モータ 2 が正回転方向に回転して出力するトルクの領域である。

【 0 0 1 2 】

上記のダンパ 7 には、ブレーキ機構 6 によってエンジン 1 の出力軸 5 の回転を止めている状態では、駆動輪（タイヤ）3 側からの振動が入力される。その振動は駆動輪 3 の回転アンバランスや路面の凹凸などに起因する振動である。ダンパ 7 は、上述したようにねじれ特性が変化するので、ダンパ 7 あるいは駆動系統の全体の共振点がダンパ 7 のばね定数に応じて変化する。図 6 は、駆動輪 3 側から入力される振動の周波数をタイヤ回転数周波数で表し、ばね定数を多様に变化させた場合における、そのタイヤ回転数周波数と、駆動輪 3 側から所定のトルクを入力した場合のサージレベル（振動加速度）との関係を示した図である。なお、ばね定数は捻り角の単位角度当たりのトルクに置き換えることができる。図 6 に示すように、上述したダンパ 7 を使用した駆動系統では、ダンパ 7 のばね定数が大きくなるのに従って共振点が高周波数側に変化する。

10

【 0 0 1 3 】

図 4 に示すハイブリッド車は、更に、第 2 モータ 8 を備えている。第 2 モータ 8 は、前述した第 1 モータ 2 と同様に発電機能のあるモータであって、上記の動力分割機構 4 から駆動輪 3 にトルクを伝達する経路の所定箇所に連結されている。すなわち、第 2 モータ 8 は駆動輪 3 に伝達されるトルクを増加あるいは減少させるように構成されている。前述した第 1 モータ 2 およびこの第 2 モータ 8 とは、図示しないインバータを介してバッテリーなどの蓄電装置に接続されている。これら各モータ 2 , 8 は相互に電力を授受できるように構成されており、第 1 モータ 2 で発電した電力を第 2 モータ 8 に供給して第 2 モータ 8 がモータとして機能し、また反対に第 2 モータ 8 で発電した電力を第 1 モータ 2 に供給して第 1 モータ 2 をモータとして機能させるように構成されている。また、各モータ 2 , 8 に蓄電装置から給電してこれらがモータとして機能し、EV 走行するように構成されている。なお、図 4 における符号 9 は終減速機となっているデファレンシャルギヤを示す。

20

【 0 0 1 4 】

上述したブレーキ機構 6 の係合や解放の制御、各モータ 2 , 8 のトルクなどの動作状態を電氣的に制御する電子制御装置（ECU）10 が設けられている。ECU 10 はマイクロコンピュータを主体にして構成され、入力されたデータや予め格納されているデータなどを使用して、予め記憶しているプログラムに従って演算を行い、演算の結果を制御指令信号としてブレーキ機構 6 や各モータ 2 , 8 もしくは前記インバータに出力するように構成されている。その入力信号は、EV 走行の実行や不実行の状態、第 1 モータ 2 の出力トルク、アクセル開度もしくはスロットル開度、アクセルペダルやブレーキペダルの操作量、車速、駆動輪 3 の回転数などである。

30

【 0 0 1 5 】

EV 走行状態では、エンジン 1 が停止しているので、ダンパ 7 は駆動輪 3 側から伝達される振動（トルク変動）を吸収するように動作する。したがって、そのばね定数（ねじれ特性）に応じて共振点が決まる。この発明の一例である振動制御装置は、このような EV 走行時の振動を低減し、あるいは共振などによる過度な振動を抑制するように、ダンパ 7 のばね定数（ねじれ特性）を制御するように構成されている。その制御は、具体的には上記の ECU 10 によって行われる。その制御の一例を図 1 にフローチャートで示してある。図 1 に示すルーチンは、ハイブリッド車が走行している際に繰り返し実行され、先ず、EV 走行中か否かが判断される（ステップ S 1）。EV 走行は、二つのモータ 2 , 8 が走行のための動力を出力している状態、もしくは第 2 モータ 8 が走行のための動力を出力している状態であり、したがってこれらのモータ 2 , 8 の制御状態に基づいて判断することができる。また EV 走行は車速やアクセル開度などに応じて設定されるから、ステップ S 1 の判断は車速やアクセル開度に基づいて行うことができる。また、ステップ S 1 では、前記出力軸 5 の回転をブレーキ機構 6 によって止めることができるか否かの判断に置き換えてもよく、あるいはそれら二つの判断を同時に行ってもよい。

40

【 0 0 1 6 】

50

ステップ S 1 で否定的に判断された場合には、特に制御を行うことなくリターンする。これに対してステップ S 1 で肯定的に判断された場合には、その時点で設定されるばね定数、および共振が生じる車速が求められる（ステップ S 2）。EV 走行しているので、振動は駆動輪 3 側から伝達されるトルクの変動が要因となる。その場合、ダンパ 7 は第 1 モータ 2 のトルクによってねじれるから、前述した図 5 および図 6 に示す関係があることにより、ダンパ 7 の捻り角およびそれに伴うばね定数は第 1 モータ 2 のトルクに基づいて推定あるいは求めることができる。そして、推定もしくは算出されたばね定数での共振点は図 6 に示す関係に基づいて求めることができる。また一方、駆動輪 3 が回転することに伴う回転 1 次周波数と車速との関係は、使用している駆動輪 3 の外径などに基づいて予め求めておくことができる。その例を図 2 に示してある。なお、図 2 には前述した図 6 と同様の図を併記してある。したがって、ばね定数に基づく共振点が求められると、共振が生じる車速や、サージレベル（すなわち振動）が設計上予め定めた許容値を超える（NG となる）共振点を含む所定の周波数範囲である共振帯の車速を図 2 に基づいて求めることができる。

10

【0017】

このように求められた共振帯の下限車速 A と上限車速 B とを定め、現時点の車速 V がこれらの車速範囲に入っているか否か（ $A < V < B$ か否か）が判断される（ステップ S 3）。この判断は、現時点の車速で共振が生じるか否か、あるいは振動が許容範囲を超えるか否かの判断に相当する。このステップ S 3 で否定的に判断された場合には、振動低減のための制御を新たに行う必要がないので、リターンする。

20

【0018】

これに対してステップ S 3 で肯定的に判断された場合には、車速の変化が速いか否かの判断を行う。具体的には、スロットル開度が全開でないか否か（WOT でないか否か）、アクセル開度の変化が緩やかか否か、ブレーキ操作量の変化もしくは操作速度が緩やかか否かなどが判断される（ステップ S 4）。これらの判断は、しきい値を実験やシミュレーションなどによって予め定めておき、検出された操作量などとしきい値とを比較して行えばよい。車速の変化が設計上想定されている以上であることによりステップ S 4 で否定的に判断された場合には、実際の車速が上記の共振帯の車速を速やかに通過し、振動低減のための制御を新たに行う必要がないと考えられるので、特に制御を行うことなくリターンする。

30

【0019】

ステップ S 4 で肯定的に判断された場合には、ダンパ 7 のばね定数を変更するために第 1 モータ 2 のトルクを制御するとした場合に、そのトルク制御に伴う駆動トルクの変動を抑制するように第 2 モータ 8 のトルクを変化させることができるか否かが判断される（ステップ S 5）。前述した動力分割機構 4 が遊星歯車機構によって構成されている場合、ダンパ 7 の正回転方向のばね定数を増大させるように第 1 モータ 2 のトルクを負回転方向に増大させると、エンジン 1 の出力軸 5 がブレーキ機構 6 によって固定されていることにより、動力分割機構 4 から出力されるトルクが増大する。また反対に、ダンパ 7 の負回転方向のばね定数を増大させるように第 1 モータ 2 のトルクを正回転方向に増大させると、動力分割機構 4 から出力されるトルクが低下する。このような駆動トルクの変動を抑制するために第 2 モータ 8 のトルクが増大もしくは減少させられる。その場合、蓄電装置から電力を出力し、あるいは出力量を減少させ、もしくは充電を行うことになる。これに対して、蓄電装置の充電残量（SOC）によっては放電あるいは充電が制限され、それに伴って第 2 モータ 8 のトルク制御が制限される。ステップ S 5 ではこのような第 2 モータ 8 についての制御が制限されているか否かが判断される。したがって、第 2 モータ 8 のトルク制御を行う余力がないことによりステップ S 5 で否定的に判断された場合には、特に制御を行うことなくリターンする。

40

【0020】

一方、第 2 モータ 8 のトルク制御が可能であってステップ S 5 で肯定的に判断された場合には、ダンパ 7 のばね定数を変更し、それに伴って共振点あるいは共振帯を高周波数側

50

もしくは低周波数側に変更する（ステップ S 6）。例えば、第 1 モータ 2 が負回転方向のトルクを出力し、かつ第 2 モータ 8 が正回転方向のトルクを出力するいわゆる両駆動モードで EV 走行し、その車速がある程度高車速であれば、第 1 モータ 2 の出力トルクが大きいことにより共振点が高車速側になっている。この状態で実際の車速が共振帯の車速に入らないように共振点を低下させるとすれば、第 1 モータ 2 の出力トルク（負回転方向のトルク）を低下させる。その状態を図 3 に示してある。前述したように、第 1 モータ 2 のトルクを正回転方向に増大するように（負回転方向のトルクを低減するように）変化させると、動力分割機構 4 から駆動輪 3 に向けて出力されるトルクが低下する。このようなトルクの低下を補うように第 2 モータ 8 の出力トルクを増大させる。その制御量は、第 1 モータ 2 の電流値や動力分割機構 4 におけるギヤ比などに基づいて求めることができる。

10

【0021】

共振点を変化させるための第 1 モータ 2 のトルクを低下させることがあり、その場合、第 1 モータ 2 のトルクに応じてトルクの低下勾配（トルクレート）を設定する（ステップ S 7）。具体的には、第 1 モータ 2 のトルクの絶対値を「0」程度の予め定めた小さいトルクに低下させる場合には、トルクレートを予め定めた小さい値に設定し、これとは反対に第 1 モータ 2 のトルクを前記予め定めた小さいトルクにまで低下させない場合には、トルクレートの低下制御を実行しない。このようなトルクレートの制御は、いわゆるガタ音を防止するためである。すなわち、第 1 モータ 2 のトルクを低下させることにより、ダンパ 7 においてコイルスプリングを挟み付ける力が小さくなり、その挟み付ける力よりも、正負に変化する加振力が大きくなると、急激にねじれが解放されてガタ音が発生する可能性がある。このような事態を回避もしくは抑制するために、トルクレートを緩やかにする。

20

【0022】

以上、この発明の具体例を説明したが、この発明は上述した具体例に限定されないものであって、この発明では、特許請求の範囲に記載されている構成を逸脱しない種々の構成を採用してよい。

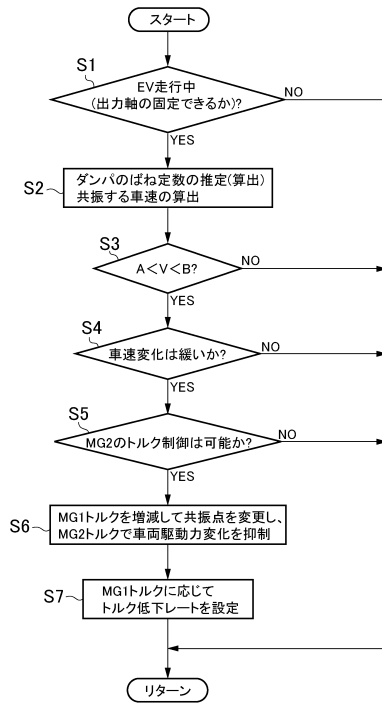
【符号の説明】

【0023】

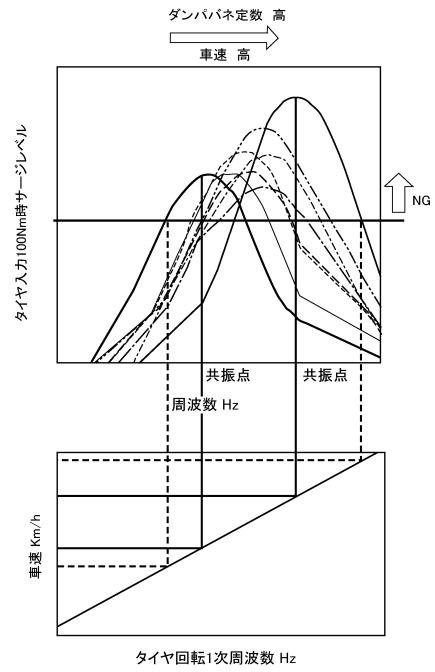
1 ... エンジン（ENG）、 2 ... 第 1 モータ（MG1）、 3 ... 駆動輪、 4 ... 動力分割機構、 5 ... 出力軸（クランクシャフト）、 6 ... ブレーキ機構、 7 ... ダンパ、 8 ... 第 2 モータ、 9 ... 終減速機、 10 ... 電子制御装置（ECU）。

30

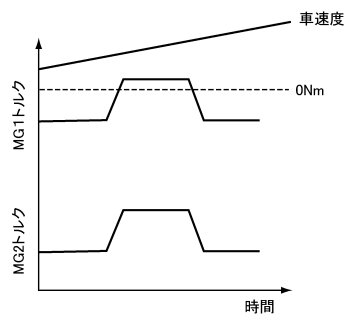
【図 1】



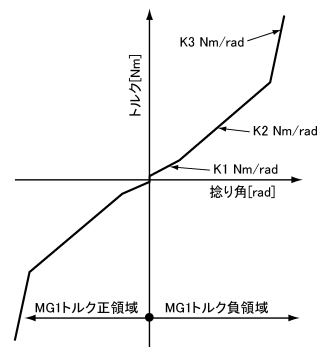
【図 2】



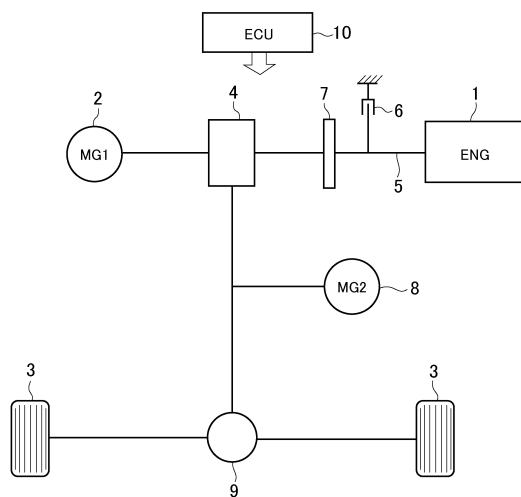
【図 3】



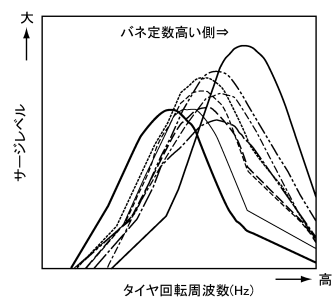
【図 5】



【図 4】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 W 20/00 (2016.01) B 6 0 W 20/00

(56)参考文献 特開2008-265599(JP,A)
特開2012-035692(JP,A)
国際公開第2014/122744(WO,A1)
米国特許出願公開第2015/0321660(US,A1)
国際公開第2013/088501(WO,A1)
特開2010-100179(JP,A)
米国特許出願公開第2014/0342865(US,A1)
米国特許出願公開第2008/0275624(US,A1)
特開2014-088159(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 6 0 W 1 0 / 0 8
B 6 0 K 6 / 4 4 5
B 6 0 L 1 1 / 1 4
B 6 0 L 1 5 / 2 0
B 6 0 W 3 0 / 2 0