

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4973813号  
(P4973813)

(45) 発行日 平成24年7月11日(2012.7.11)

(24) 登録日 平成24年4月20日(2012.4.20)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>B60L</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B60L</b>	<b>3/00</b>	<b>C</b>
<b>H02M</b>	<b>7/12</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H02M</b>	<b>7/12</b>	<b>A</b>
<b>H02P</b>	<b>27/06</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H02P</b>	<b>7/63</b>	<b>302S</b>

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2011-544976 (P2011-544976)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86) (22) 出願日	平成21年12月8日(2009.12.8)	(74) 代理人	100113077 弁理士 高橋 省吾
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/006692	(74) 代理人	100112210 弁理士 稲葉 忠彦
(87) 国際公開番号	W02011/070609	(74) 代理人	100108431 弁理士 村上 加奈子
(87) 国際公開日	平成23年6月16日(2011.6.16)	(74) 代理人	100128060 弁理士 中鶴 一隆
審査請求日	平成24年1月19日(2012.1.19)	(72) 発明者	松本 武郎 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 推進制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

交流を直流に変換して出力するコンバータと、  
前記コンバータにより出力された直流を交流に変換し、車両速度がVVVF終端速度以下ではVVVF制御をし、車両速度が前記VVVF終端速度より大きい場合はCVVF制御をして、電動機に供給するインバータと、

前記コンバータと前記インバータとの間の中間リンク接続部に設けられたフィルタコンデンサと、

前記中間リンク接続部に接続される自己通風方式により冷却が行われる補助電源装置と、  
を備えた推進制御装置において、

車両速度の情報が入力され、その情報に基づき、車両速度の情報が示す車両速度が前記VVVF終端速度よりも小さく、かつ車両速度が変化しても前記コンバータの入力電流が一定になる領域の下限の車両速度よりも小さい所定速度以下のときに、前記中間リンク接続部の電圧を、前記補助電源装置の温度上昇が限界以下になるような値に、下げるコンバータ制御部を備えたことを特徴とする推進制御装置。

【請求項2】

交流を直流に変換して出力するコンバータと、  
前記コンバータにより出力された直流を交流に変換し、車両速度がVVVF終端速度以下ではVVVF制御をし、車両速度が前記VVVF終端速度より大きい場合はCVVF制御をして、電動機に供給するインバータと、

前記コンバータの出力側に設けられたフィルタコンデンサと、  
前記フィルタコンデンサに並列に接続された自己通風方式により冷却が行われる補助電  
源装置と、

車両速度の情報が入力され、その情報に基づき、車両速度の情報が示す車両速度が前記  
V V V F 終端速度よりも小さく、かつ車両速度が変化しても前記コンバータの入力電流が  
一定になる領域の下限の車両速度よりも小さい所定速度以下のときに、前記コンバータの  
出力電圧を、前記補助電源装置の温度上昇が限界以下になるような値に、下げるコンバー  
タ制御部と  
を備えた推進制御装置。

【請求項 3】

前記車両速度の情報は、前記電動機のロータ周波数であることを特徴とする請求項 1 に記載の推進制御装置。

【請求項 4】

前記車両速度の情報は、前記電動機のロータ周波数であることを特徴とする請求項 2 に記載の推進制御装置。

【請求項 5】

前記車両速度の情報は、車軸回転数であることを特徴とする請求項 1 に記載の推進制御装置。

【請求項 6】

前記車両速度の情報は、車軸回転数であることを特徴とする請求項 2 に記載の推進制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は交流電気車の推進制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

電気車には、一般に、電気車内の照明や空調などに電力を供給するための補助電源装置が備えられている。補助電源装置に対する負荷（照明や空調など）は車両速度に関係なく補助電源装置の主回路素子に熱（損失）を発生させる。そこで主回路素子の冷却が必要になるが、補助電源装置の主回路素子の冷却方式には、走行風を用いる自己通風式と、ファンを用いる強制風冷式がある。

【0003】

自己通風式を採用している場合の冷却能力は、走行風の強さが車両速度に依存するため、車両速度が遅くなるとともに低下し、走行風が期待できない停車時に最も低くなる。そこで、最悪の条件下での冷却能力を保障するためには、停車時の無風状態を設計条件として補助電源装置の主回路素子の冷却設計を行う。

【0004】

一方、交流電気車の電力変換システムの構成において、主変換装置（Converter-Inverter）の中間リンク接続部に補助電源装置を接続する構成の場合、補助電源装置の入力電圧は主変換装置の中間リンク電圧となる。通常当該電圧は主変換装置の負荷である主電動機（車両駆動用モータ）に依存するため、高電圧に設定され、主変圧器より直接電力を得る構成に比べて主回路素子の発生損失が大きくなる傾向がある。

【0005】

従来から、電力変換システムにおける主回路素子の発生損失を低減する一つの方策として、特許文献 1 に示すように直流 - 交流変換手段（インバータ）や交流 - 直流変換手段（コンバータ）を負荷電力や入力電力等に応じて制御する方法、一例としてインバータの入力電圧を上下変更する方法が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 1 2 1 8 1 6 号公報（第 3 - 4 頁、第 4 図）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかし、上記のような中間リンク接続部に補助電源装置を接続する構成の電力変換システムの場合、中間リンク電圧が高電圧に設定されることから、補助電源装置の主回路素子の発生損失が大きくなる。また、同電圧が主機である主変換装置に依存するため、補助電源装置の都合で上記従来技術を単純に用いたインバータの入力電圧制御を行うこともできず、冷却能力を向上させるためには冷却器を大型化しなければならないという問題があった。

10

【 0 0 0 8 】

この発明は、上記のような問題を解決するためになされたもので、主変換装置の中間リンク接続部に補助電源装置を接続する構成の場合に、補助電源装置の主回路素子の発生損失を低減した推進制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

この発明にかかる推進制御装置は、交流を直流に変換して出力するコンバータと、前記コンバータにより出力された直流を交流に変換し、車両速度が V V V F 終端速度以下では V V V F 制御をし、車両速度が前記 V V V F 終端速度より大きい場合は C V V F 制御をして、電動機に供給するインバータと、前記コンバータと前記インバータとの間の中間リンク接続部に設けられたフィルタコンデンサと、前記中間リンク接続部に接続される自己通風方式により冷却が行われる補助電源装置と、を備えた推進制御装置において、車両速度の情報が入力され、その情報に基づき、車両速度の情報が示す車両速度が前記 V V V F 終端速度よりも小さく、かつ車両速度が変化しても前記コンバータの入力電流が一定になる領域の下限の車両速度よりも小さい所定速度以下のときに、前記中間リンク接続部の電圧を、前記補助電源装置の温度上昇が限界以下になるような値に、下げるコンバータ制御部を備えたことを特徴とするものである。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

この発明によれば、主変換装置の中間リンク接続部に補助電源装置を接続する構成の場合に、補助電源装置の主回路素子の発生損失を低減した推進制御装置を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】この発明に係る実施の形態 1 に係る電力変換システムの構成の例を示す図である。

【図 2】この発明の実施の形態 1 に係る補助電源装置の入力電圧と補助電源装置の主回路素子におけるインバータ損失の関係の一例を示すグラフである。

【図 3】一般的な主変換装置における車両速度と出力引張力(a)及び出力電圧(b)との関係を示すグラフである。

40

【図 4】中間リンク電圧の制御可能な領域を示すグラフである。

【図 5】この発明の実施の形態 1 におけるインバータ制御部の構成図である。

【図 6】一般的な主変換装置における車両速度とコンバータ入力電流の関係を示すグラフである。

【図 7】この発明の実施の形態 1 における中間リンク電圧指令生成部の例である。

【図 8】補助電源装置の主回路素子の発生損失と温度上昇の例を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

実施の形態 1 .

50

図1はこの発明の実施の形態1に係る電力変換システムの構成の例を示す図である。図1において、電力変換システムは交流電気車に搭載され、発電所から架線を伝って送られてくる交流電流がパンタグラフ1から入力される。主変圧器2はパンタグラフ1の出力の電圧を変換して出力する。

【0013】

コンバータ3は主変圧器2の出力を交流から直流に変換する。コンバータ3の出力電圧が中間リンク電圧である。インバータ4はコンバータ3の出力を直流から3相交流に変換する。フィルタコンデンサ5はコンバータ3の直流出力側に設けられ、コンバータ3の出力のノイズを除去し中間リンク電圧を平滑化する。主電動機6は、インバータ4から3相交流を入力され、電気車を駆動する。補助電源装置7は中間直流回路に接続されており、照明や空調などに電力を供給する電源である。なお、インバータ4は、中間リンク電圧に依らず、電気車の速度に応じた電力を出力する。

10

【0014】

中間リンク電圧指令生成部8は主電動機6のロータ周波数 $F_M$ （車両速度に相当）に応じて、中間リンク電圧指令 $V_d^*$ を生成する。コンバータ制御部9は電圧指令 $V_d^*$ により実際にコンバータ3の主回路素子を駆動するゲートパルス信号を生成するコンバータ制御部である。インバータ制御部10は主電動機6のロータ周波数 $F_M$ を入力され、インバータ4を制御する。

【0015】

図1において、推進制御装置は、コンバータ3と、インバータ4と、フィルタコンデンサ5と、電圧指令生成テーブル8と、コンバータ制御部9と、インバータ制御部10とで構成される。

20

【0016】

コンバータ制御部9は、中間リンク電圧指令生成部8から電圧指令 $V_d^*$ 受け、例えば、次のように動作する。まず、コンバータ制御部9は、中間リンク電圧が中間リンク電圧指令生成部8から受けた電圧指令 $V_d^*$ に一致するようなコンバータ電圧指令値を演算する。

【0017】

さらに、コンバータ制御部9は、この電圧指令値に基づいて、コンバータ3の主回路素子を駆動するゲートパルス信号を生成し、このゲートパルス信号をコンバータ3へ送ること

30

【0018】

従来の交流電気車用の電力変換システムのコンバータ制御部は、通常、中間リンク電圧を一定に保つようにコンバータ3を制御する。それに対し、この発明の実施の形態1に係る電力変換システムのコンバータ制御部9は、後述するように、電圧指令 $V_d^*$ が車両速度によって変化するため、それに対応してゲートパルス信号を生成し、中間リンク電圧 $V_d$ を車両速度によって変化させるようにコンバータ3を制御する。

【0019】

この発明の実施の形態1における補助電源装置7の冷却方式は自己通風方式である。補助電源装置7の主回路素子は、導熱板上に設けられ、導熱板には放熱フィンが接続している。主回路素子で発生した熱は導熱板から放熱フィンへ伝わり、放熱フィンから大気中に放熱されることで、冷却が行われる。

40

【0020】

この冷却器の冷却能力は、走行風の強さが車両速度に依存するため、車両速度が遅くなるとともに低下し、走行風が期待できない停車時に最も低くなる。そこで、最悪の条件下での冷却能力を保障するためには、停車時の無風状態を設計条件として補助電源装置7の主回路素子の冷却設計を行う。冷却能力を向上させる方法として、冷却装置全体を大型化することが考えられるが、大型化に伴い冷却装置の重量が増し、より大きなスペースの確保が必要になる。また、冷却器のコストも増大する。

50

## 【 0 0 2 1 】

図 2 は補助電源装置 7 の入力電圧と補助電源装置 7 の主回路素子におけるインバータ損失の関係の一例を示すグラフである。図 2 において、横軸は補助電源装置 7 の入力電圧であり、縦軸は補助電源装置 7 の主回路素子におけるインバータ損失である。図 2 中の矢印が示すように、補助電源装置 7 の入力電圧を低下させると主回路素子におけるインバータ損失を低減させることができる。しかし、中間リンク電圧を補助電源装置 7 の入力電圧とするこの実施の形態 1 の構成では、補助電源装置 7 の入力電圧を単純に低下させることはできず、発生損失を低減することはできない。

## 【 0 0 2 2 】

そこで、この発明の実施の形態 1 における推進制御装置においては、車両速度に応じて中間リンク電圧を変化させることで、補助電源装置 7 の主回路素子の発生損失を低下させる。以下、この点について詳細に説明する。

## 【 0 0 2 3 】

図 3 はこの実施の形態 1 に係る主変換装置を含む一般的な主変換装置における、車両速度と出力引張力(a)及び出力電圧(b)との関係を示すグラフである。横軸は車両速度であり、曲線(a)は主電動機 6 の出力引張力、曲線(b)は主変換装置のインバータ 4 の出力電圧を示している。図 3 において、A 点より高速側は C V V F (Constant Voltage Variable Frequency) 領域であり、A 点より低速側は V V V F (Variable Voltage Variable Frequency) 領域である。A 点における車両速度を V V V F 終端速度という。

## 【 0 0 2 4 】

C V V F 領域は、主電動機 6 が所定の性能を出力するために、インバータ 4 を最大変調率で運転している領域であり、車両速度によらずインバータ 4 の出力電圧が一定である。この領域で中間リンク電圧を変化させることはインバータ 4 の出力電圧を変化させることと等価になり、受け入れられない。

## 【 0 0 2 5 】

一方、V V V F 領域(車両速度が V V V F 終端速度以下の領域)は、インバータ 4 の変調率を可変にしてインバータ 4 の出力電圧を制御している領域であり、車両速度に応じてインバータ 4 の出力電圧が変化する。この領域では中間リンク電圧を変化させることができるため、中間リンク電圧を変化させる余地がある。

## 【 0 0 2 6 】

図 4 は、車両速度と中間リンク電圧の関係を示すグラフである。横軸が車両速度であり、縦軸が中間リンク電圧である。図中、2 1 はインバータ変調の非同期モード、2 2 は同期モードを示す。V V V F 領域では中間リンク電圧を変化させる余地があるが、その変化のさせ方は以下のような条件下で決定する。

## 【 0 0 2 7 】

まず、コンバータ 3 が制御可能な中間リンク電圧の値には下限があり、中間リンク電圧がこの値を下回らないようにしなければならない。この下限の例を図 4 中に直線(a)で示した。この制約により、中間リンク電圧は、図 4 中において直線(a)より上でなければならない。

## 【 0 0 2 8 】

一方、V V V F 領域におけるインバータ 4 の出力変調率は変調モード(パルスモード)に応じて上限が決まっており(例えば、非同期モードで 0 . 8 ~ 0 . 9、同期モードで 0 . 9 8 ~ 0 . 9 9 程度)、中間リンク電圧には図 3 に示された(b)の出力電圧を出力するための下限が存在する。この下限の例を図 4 中に曲線(b)で示した。

## 【 0 0 2 9 】

これらの条件下では、中間リンク電圧は、図 4 中に斜線で示すような領域 2 0 で制御できることになる。

## 【 0 0 3 0 】

なお、インバータ制御部 1 0 における出力変調率は以下に説明するように計算され、インバータ 4 が制御されている。図 5 は、インバータ制御部 1 0 の構成を示す構成図である

10

20

30

40

50

。図5に示す出力電圧演算部11には、主電動機6から周波数FMが入力される。VVVF領域において、ロータ周波数FMを入力された出力電圧演算部11は、インバータ4の出力電圧を図3の比例直線に沿うように演算して、その出力電圧を出力する。

【0031】

補正量演算部12は、出力電流指令と出力電流フィードバックにより補正量を演算し、その補正量を出力する。加算部13では、出力電圧演算部11からの出力電圧と補正量演算部12からの補正量を加算し、加算値を商算部14に出力する。商算部14では、加算部13からの加算値を、中間リンク電圧Vdの実際の検出値で割って出力変調率を計算し、その出力変調率となるようにインバータ4の出力電圧を制御する。

【0032】

また、コンバータ3に入力される電流は中間リンク電圧Vdを変えても変わらず、コンバータ出力電流(直流電流)Idが変わる。図6は、この実施の形態1に係る主変換装置を含む一般的な主変換装置における車両速度とコンバータ入力電流の関係を示すグラフである。横軸は車両速度であり、曲線はコンバータ入力電流を示している。図6に示したコンバータ入力電流が一定の領域である定パワー域23においては、中間リンク電圧Vdとコンバータ出力電流Idの積は一定値である。また、一般に、導体や端子など各部は、定パワー域23におけるコンバータ出力電流Idがコンバータ出力電流Idの最大値であるとして設計を行うため、定パワー域23においてIdをこれ以上上げることが一般にはできない。したがって、定パワー域23では中間リンク電圧Vdを下げることは一般にはできない。

【0033】

一方、図6に示した定トルク域24においては、中間リンク電圧Vdとコンバータ出力電流Idの積は車両速度の減少とともに減少する。したがって、定トルク域24においては、コンバータ出力電流Idが最大値(定パワー域23におけるコンバータ出力電流Idの値)を超えない範囲で中間リンク電圧Vdを下げる余地がある。

【0034】

以上より、図3でVVVF領域において中間リンク電圧を変化させることは可能であり、例えば図2に示した通り、中間リンク電圧を動作点Aから動作点Bに段階的に変化させることが可能である。図7はこの発明の実施の形態1における中間リンク電圧指令生成部8の例である。横軸が車両速度であり、縦軸が中間リンク電圧である。中間リンク電圧指令生成部8は低速・停止時に中間リンク電圧が低くなるように設定されている。図7に示したようなテーブルを図1の中間リンク電圧指令生成部8に設定することで、コンバータ3によって、低速・停止時に中間リンク電圧が低く制御され、補助電源装置7で発生する損失を低減することができる。

【0035】

ここで、図7に示したテーブルにおいては、図4中に斜線で示すような領域20でのみ中間リンク電圧を下げて制御している。

【0036】

図8は補助電源装置7の主回路素子の発生損失と温度上昇の例を示したグラフである。横軸は補助電源装置7の主回路素子のインバータ損失であり、縦軸は温度上昇値である。直線(a)は冷却器を大型化しないで車両速度が低速の場合、直線(b)は冷却器を大型化しないで車両速度が高速の場合、直線(c)は冷却器を大型化して車両速度が直線(a)と同じ速度(低速)の場合、直線(d)は冷却器を直線(c)と同様に大型化して車両速度が直線(b)と同じ速度(高速)の場合、での動作をそれぞれ示している。破線(e)は図2の動作点Bでのインバータ損失線、破線(f)は図2の動作点Aでのインバータ損失線をそれぞれ示している。また、点線(g)は主回路素子の温度上昇の限界線を示している。

【0037】

図8において、走行風が期待できる自己通風方式の冷却器の場合、高速時に比べ、低速時は同一インバータ損失に対して温度上昇値が高くなる。例えば、破線(f)が示す動作点Aで動作する場合は、直線(a)が示すように小型の冷却器では低速時に温度上昇値が限界

10

20

30

40

50

線(g)を満足できないので、図2中の矢印(h)が示すように冷却器を大型化し、直線(c)が示すような動作をするようにせざるを得なかった。それに対し本発明においては、矢印(i)が示すように図2における動作点Aを図2における動作点Bとなるように主変換装置にて制御してインバータ損失を低減することにより、図8において低速でも小型の冷却器によって限界線(g)以下にすることができ、冷却器を大型化する必要がなくなる。

【0038】

以上、この発明の実施の形態1に係る推進制御装置は、主変換装置の中間リンク接続部に補助電源装置7を接続する構成の電力変換システムにおいて、補助電源装置7の主回路半導体の冷却方式に自己通風式を採用している場合に、補助電源装置7の主回路素子の発生損失を低減することができる。

10

【0039】

また、不必要に冷却器を大型化させる必要が無く、小型・軽量化を図ることができる。

【0040】

また、補助電源装置7のケース内の温度上昇を低減することができ、部品の信頼性向上や寿命延伸を図ることができる。

【0041】

なお、実施の形態1においては、車両速度情報として主電動機6のロータ周波数FMを用いたが、代わりに、車両速度に相当する他の情報を用いてもよい。例えば、T台車の保安装置で使用する車軸回転数を用いてもよい。

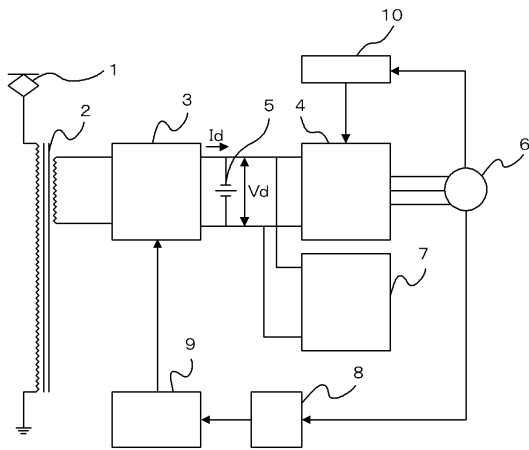
20

【符号の説明】

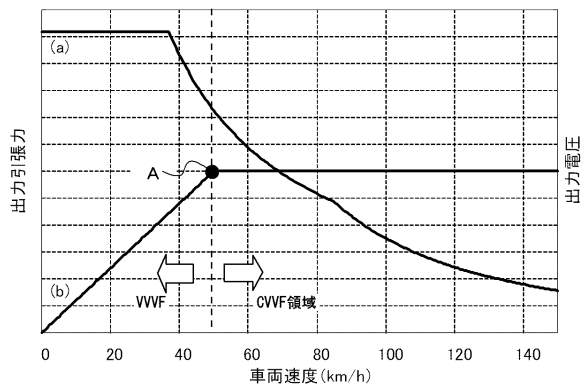
【0042】

1 パンタグラフ、2 主変圧器、3 コンバータ、4 インバータ、5 フィルタコンデンサ、6 主電動機、7 補助電源装置、8 中間リンク電圧指令生成部、9 コンバータ制御部、10 インバータ制御部、11 出力電圧演算部、12 補正量演算部、13 加算部、14 商算部。

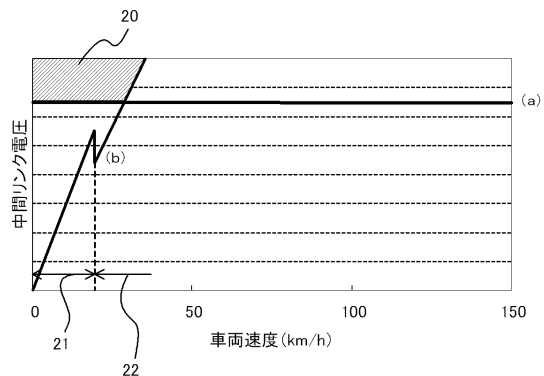
【図1】



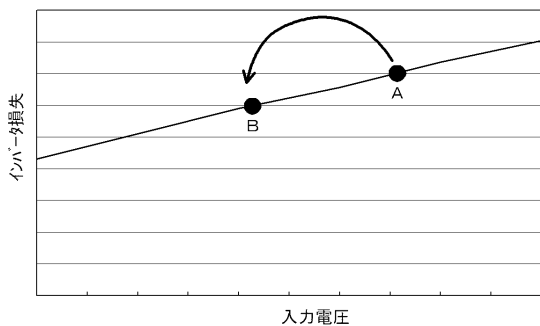
【図3】



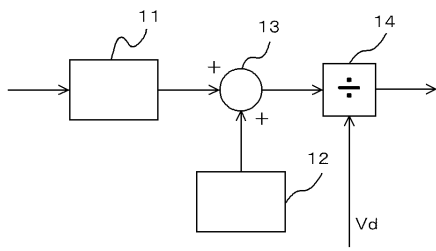
【図4】



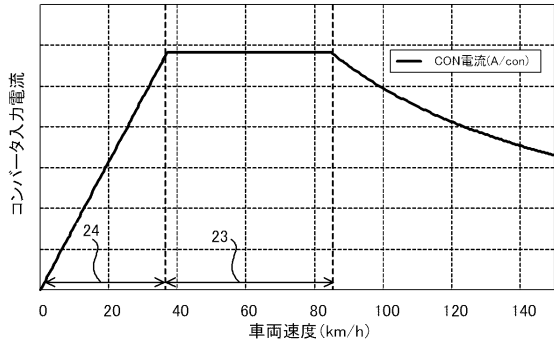
【図2】



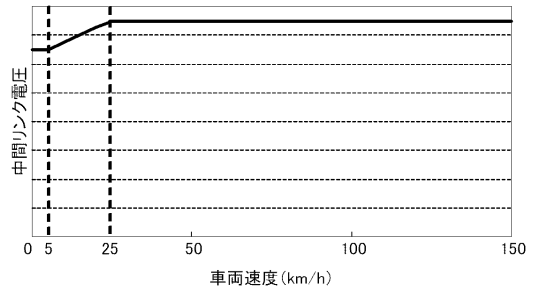
【図5】



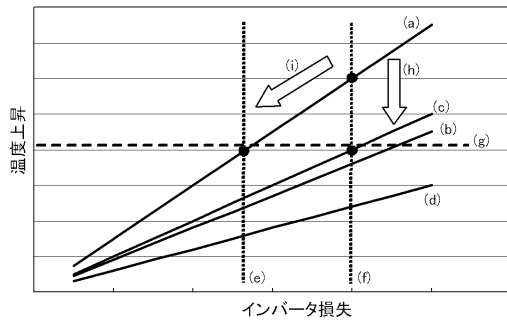
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

審査官 奥隅 隆

- (56)参考文献 特開平07-123501(JP,A)  
特開2002-271901(JP,A)  
特開昭56-150903(JP,A)  
特開平07-039010(JP,A)  
特開昭61-285078(JP,A)  
特開平09-271101(JP,A)  
特開平06-237502(JP,A)  
特開平03-103008(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 1/00-15/42  
H02M 7/00- 7/40  
H02P 27/00-27/18