

(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2010-903
(P2010-903A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 6 2 D 6/00 (2006.01)	B 6 2 D 6/00	3 D 2 3 2
B 6 2 D 5/04 (2006.01)	B 6 2 D 5/04	3 D 2 3 3
H 0 2 M 3/155 (2006.01)	H 0 2 M 3/155 G	5 H 7 3 0
B 6 2 D 101/00 (2006.01)	B 6 2 D 101:00	
B 6 2 D 119/00 (2006.01)	B 6 2 D 119:00	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-161412 (P2008-161412)	(71) 出願人 000001247 株式会社ジェイテクト 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
(22) 出願日 平成20年6月20日 (2008.6.20)	(74) 代理人 110000280 特許業務法人サクレスト国際特許事務所
	(72) 発明者 應矢 敏明 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内
	Fターム(参考) 3D232 CC50 DA15 DA21 DA23 DA49 DD02 DD10 DE06 EB30 EC23 EC24 GG01 3D233 CA03 CA11 CA13 CA16 CA21 5H730 AA15 AS13 AS17 BB14 BB82 BB88 DD04 DD16 EE13 EE59 FD01 FD11 FF09 FG05

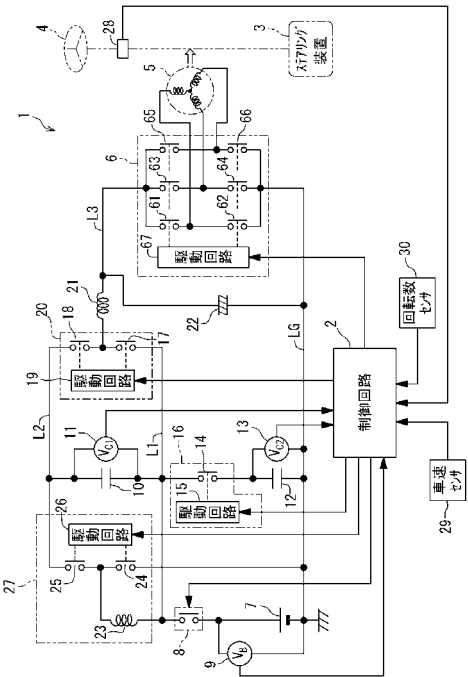
(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 電動パワーステアリング装置において、充電電流の制御を、簡素な構成と、軽負荷な演算とによって実現する。

【解決手段】 バッテリー7とは別に補助電源としてのキャパシタ10、12を備える電動パワーステアリング装置1において、制御回路2は、予め求めた相関関係からバッテリー電圧及びキャパシタ電圧に基づいて充電電流の上限値に相当するデューティを求め、当該デューティで充電回路16又は27に設けられているスイッチング素子14又は24、25を開閉制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータにより操舵補助力を生じさせる電動パワーステアリング装置であって、
前記モータに電力を供給するバッテリーと、
前記バッテリーに対して直列又は並列に接続され、前記モータに電力を供給することが可能なキャパシタと、

回路上に設けられたスイッチング素子を開閉することにより、前記バッテリーの電圧に基づいて前記キャパシタの充電を行う充電回路と、

前記バッテリー及びキャパシタの少なくとも一方から前記モータに電力を供給する放電回路と、

前記バッテリーの端子間に生じるバッテリー電圧を検出する第 1 の電圧検出器と、

前記キャパシタの端子間に生じるキャパシタ電圧を検出する第 2 の電圧検出器と、

前記放電回路を制御する他、予め求めた相関関係から前記バッテリー電圧及びキャパシタ電圧に基づいてデューティを求め、当該デューティで前記スイッチング素子を開閉制御する制御回路と

を備えたことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 2】

前記キャパシタが前記バッテリーと直列に接続される高出力用である場合、前記制御回路は、バッテリー電圧 V_B とキャパシタ電圧 V_C とに基づく $V_C / (V_C + V_B)$ に応じて前記デューティを求める請求項 1 記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 3】

前記キャパシタが前記バッテリーと並列に接続されるバックアップ用である場合、前記制御回路は、バッテリー電圧 V_B とキャパシタ電圧 V_C とに基づく V_C / V_B に応じて前記デューティを求める請求項 1 記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 4】

前記デューティは、前記キャパシタ電圧が 0 のときでも所定のオフセットが与えられた値とされる請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両に搭載され、モータにより操舵補助力を生じさせる電動パワーステアリング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電動パワーステアリング装置は、運転者の操舵トルクに応じてモータにより操舵補助力を生じさせる装置である。かかる電動パワーステアリング装置には、近年、大電力化の要請がある。そのため、バッテリーとは別に設けた補助電源を必要に応じてバッテリーと直列に接続し、高電圧によって大電力を供給することができる電動パワーステアリング装置が提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。一方、バッテリーが故障（失陥）すると、電動パワーステアリング装置としての操舵補助機能が突然、発揮できなくなる。そこで、信頼性を向上させるべく、バッテリー故障時にも突然操舵補助力が失われることのないように、バッテリーと並列に接続された補助電源をバックアップ電源として使用する可能性が、併せて提案されている。

【0003】

【特許文献 1】特開 2008-62712（図 1、段落〔0036〕）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記のような補助電源として使用されるキャパシタ（電気二重層コンデンサ）は、使用前に予め充電を完了させておく必要があり、また、使用後は迅速に充電して次の使用に備

10

20

30

40

50

えなければならない。ここで、充電を短時間で完了させるには大電流を流す必要があるが、電流が過大な場合は回路構成要素に損傷を与える恐れもある。そこで、充電電流が一定となるように、実際に流れる充電電流を検出しながらフィードバック制御を行うことが考えられる。そのためには、実際にキャパシタに流れ込む充電電流を検出する電流検出器が必要であり、また、制御回路はフィードバック演算を行わなければならない。

【0005】

しかしながら、充電電流の検出に電流検出器を設けると回路構成要素が増えて、製造コストや製品寸法を増大させる一因となり、好ましくない。また、制御回路（CPU）においては、演算負荷が大きくなるという問題点がある。

かかる従来の問題点に鑑み、本発明は、電動パワーステアリング装置において、充電電流の制御を、簡素な構成と、軽負荷な演算とによって実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、モータにより操舵補助力を生じさせる電動パワーステアリング装置であって、前記モータに電力を供給するバッテリーと、前記バッテリーに対して直列又は並列に接続され、前記モータに電力を供給することが可能なキャパシタと、回路上に設けられたスイッチング素子を開閉することにより、前記バッテリーの電圧に基づいて前記キャパシタの充電を行う充電回路と、前記バッテリー及びキャパシタの少なくとも一方から前記モータに電力を供給する放電回路と、前記バッテリーの端子間に生じるバッテリー電圧を検出する第1の電圧検出器と、前記キャパシタの端子間に生じるキャパシタ電圧を検出する第2の電圧検出器と、前記放電回路を制御する他、予め求めた相関関係から前記バッテリー電圧及びキャパシタ電圧に基づいてデューティを求め、当該デューティで前記スイッチング素子を開閉制御する制御回路とを備えたものである。

【0007】

上記のような本発明の電動パワーステアリング装置によれば、制御回路は、予め求めた相関関係からバッテリー電圧及びキャパシタ電圧に基づいてデューティを求めるので、実電流としての充電電流を検出してフィードバックする回路構成が不要である。

【0008】

上記電動パワーステアリング装置において、キャパシタがバッテリーと直列に接続される高出力用である場合、制御回路は、バッテリー電圧 V_B とキャパシタ電圧 V_C とに基づく $V_C / (V_C + V_B)$ に応じてデューティを求めるようにしてもよい。

また、キャパシタが、バッテリーと並列に接続されるバックアップ用である場合、制御回路は、バッテリー電圧 V_B とキャパシタ電圧 V_C とに基づく V_C / V_B に応じてデューティを求めるようにしてもよい。

これらの場合、キャパシタ電圧が低く大電流が流れやすい充電初期には充電電圧が抑制され、充電の進行によりキャパシタ電圧が上昇すると充電電圧が徐々に増大する。従って、充電電流が概ね一定になる制御を行うことができる。

【0009】

また、上記電動パワーステアリング装置において、デューティは、キャパシタ電圧が0のときでも所定のオフセットが与えられた値とされることが好ましい。

この場合、完全に放電したキャパシタにも確実に、初期の充電電圧を付与することができる。

【発明の効果】

【0010】

本発明の電動パワーステアリング装置によれば、予め求めた相関関係からデューティを求めることにより、実電流としての充電電流を検出してフィードバックする回路構成が不要であるので、充電電流の制御を、簡素な構成と、軽負荷な演算とによって実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る電動パワーステアリング装置 1 の電気回路を主体とした構成を示す回路図である。図において、ステアリング装置 3 は、ステアリングホイール（ハンドル）4 に付与される運転者の操舵トルクと、モータ 5 が発生する操舵補助力とによって駆動される。モータ 5 は、3 相ブラシレスモータであり、モータ駆動回路 6 により駆動される。モータ駆動回路 6 は、3 相ブリッジ回路を構成する 6 個のスイッチング素子（MOS-FET）61～66 と、これらをスイッチングする駆動回路（FET ドライバ）67 とを備えている。駆動回路 67 は、制御回路 2 によって制御される。

【0012】

モータ駆動回路 6 は、接地側電路 LG を介して、バッテリー 7 の負極と接続されている。バッテリー 7 は、主電源としてモータ駆動回路 6 に電力を供給する。バッテリー 7 には、直列にリレー接点 8 が、並列に電圧検出器 9 が、それぞれ接続されている。リレー接点 8 は制御回路 2 により開閉され、通常は閉路されている。電圧検出器 9 はバッテリー 7 の端子間に生じる電圧（バッテリー電圧 V_B とする。）を検出して、その検出信号を制御回路 2 に送る。

10

【0013】

高出力用の補助電源としてのキャパシタ 10 は、電気二重層コンデンサで構成されており、バッテリー 7 に対して、直列に接続されている。また、キャパシタ 10 に並列に、電圧検出器 11 が接続されている。電圧検出器 11 はキャパシタ 10 の端子間に生じる電圧（キャパシタ電圧 V_{C1} とする。）を検出して、検出信号を制御回路 2 に送る。

【0014】

一方、バックアップ用の補助電源としてのキャパシタ 12 も、電気二重層コンデンサで構成されており、バッテリー 7 に対して、スイッチング素子（例えば MOS-FET）14 を介して並列に接続されている。また、キャパシタ 12 に並列に、電圧検出器 13 が接続されている。電圧検出器 13 はキャパシタ 12 の端子間に生じる電圧（キャパシタ電圧 V_{C2} とする。）を検出して、検出信号を制御回路 2 に送る。スイッチング素子 14 は、駆動回路（FET ドライバ）15 によって PWM 制御され、オン時間のデューティ制御が可能である。駆動回路 15 は、制御回路 2 によって制御される。なお、スイッチング素子 14 は、その接点に対して、図示しない寄生ダイオードが逆並列（高電位側がカソード、低電位側がアノード）に存在している（他のスイッチング素子も同様である。）。スイッチング素子 14 及び駆動回路 15 は、キャパシタ 12 の充電回路 16 を構成している。

20

30

【0015】

リレー接点 8 が閉路された状態において、電路 L1 にはバッテリー電圧 V_B が印加され、他方、電路 L2 には、バッテリー電圧 V_B とキャパシタ電圧 V_{C1} との和の電圧（ $V_B + V_{C1}$ ）が印加される。従って、モータ駆動回路 6 に供給される電圧は、キャパシタ 10 を使用した場合には（ $V_B + V_{C1}$ ）となり、キャパシタ 10 を使用しない場合には V_B となる。

【0016】

電路 L1 及び L2 はそれぞれ、スイッチング素子 17 及び 18（MOS-FET）からリアクトル 21 を介して共に、電路 L3 に接続される。この電路 L3 が、モータ駆動回路 6 に接続されている。モータ駆動回路 6 には並列に平滑コンデンサ 22 が接続されている。スイッチング素子 17、18 は、駆動回路（FET ドライバ）19 によって交互にオンとなるように制御される。この制御とは PWM 制御であり、一方のデューティを 1、他方を 0 とすることによりスイッチング素子 17、18 の一方を常時オン、他方を常時オフとすることができる他、デューティ制御された高速なスイッチングにより、電圧（ $V_B + V_{C1}$ ）と、電圧 V_B との間で任意の電圧を作り出すこともできる。駆動回路 19 は、制御回路 2 によって制御される。スイッチング素子 17、18 及び駆動回路 19 は、バッテリー 7 及びキャパシタ 10、12 の少なくとも一方からモータ 5 に電力を供給する放電回路 20 を構成している。

40

【0017】

キャパシタ 10 は、充電回路 27 によって充電される。この充電回路 27 は、リアクトル 23 と、交互にオンとなるスイッチング素子（例えば MOS-FET）24、25 と、

50

スイッチング素子 24, 25 をスイッチングする駆動回路 (FET ドライバ) 26 とを備えている。スイッチング素子 24, 25 は、駆動回路 26 によって PWM 制御され、オン・オフのデューティ制御が可能である。駆動回路 26 は、制御回路 2 によって制御される。

【0018】

その他、制御回路 2 には、ステアリングホイール 4 に付与された操舵トルクを検出するトルクセンサ 28 から、その出力信号が入力される。また、車速を検出する車速センサ 29 の出力信号及び、エンジン回転数を検出する回転数センサ 30 の出力信号が、それぞれ、制御回路 2 に入力される。

【0019】

上記のように構成された電動パワーステアリング装置において、制御回路 2 は、回転数センサ 30 からの出力信号によりエンジンの始動を検出すると、リレー接点 8 を閉路してモータ 5 の駆動が可能な状態とする。そして、制御回路 2 は、トルクセンサ 28 から送られてくる操舵トルク信号、及び、車速センサ 29 から送られてくる車速信号に基づいて、適切な操舵補助力を発生させるべく、モータ駆動回路 6 を動作させ、モータ 5 を駆動させる。また、制御回路 2 は、必要な操舵補助力に応じて、スイッチング素子 17, 18 の一方がオン、他方がオフとなる電源電圧の制御を行う。

【0020】

一方、充電は、例えば、エンジン始動後で、操舵トルクが検出されていないときに行われる。

キャパシタ 10 の充電回路 27 において、スイッチング素子 24 がオン状態であって、スイッチング素子 25 がオフ状態のときは、バッテリー 7 から、リレー接点 8、リアクトル 23、スイッチング素子 24 を通って電流が流れる。その状態からスイッチング素子 24 がオフ状態 (スイッチング素子 25 がオン状態) に転じると、電流遮断による磁束変化を妨げるように高電圧がリアクトル 23 に発生し、これにより、バッテリー 7 の出力電圧を昇圧した電圧で、キャパシタ 10 が充電される。従って、スイッチング素子 24, 25 のオン・オフを繰り返すことにより、キャパシタ 10 を充電することができる。制御回路 2 は、キャパシタ 10 の電圧 V_{C1} を監視し、一定の電圧に達していない場合には、駆動回路 26 を介してスイッチング素子 24, 25 をオン・オフさせ、キャパシタ 10 を充電する。

【0021】

スイッチング素子 25 をオン (充電) させる際のデューティ $D1$ は、

$$D1 = \{ V_{C1} \cdot A / (V_{C1} + V_B) \} + B \cdots (1)$$

により求められる。ここで、 A は比例係数であり、回路の構成に依存する定数である。また、 B は、オフセットであり、回路の構成に依存する定数である。予め、この A 及び B を求め、記憶することにより、制御回路 2 は、(1) 式の簡単な演算を行うことでデューティ $D1$ を決定することができる。

【0022】

A 及び B を求めるには、予め、図 1 の回路構成にさらに、電流検出器をキャパシタ 10 に直列に挿入して、キャパシタ 10 に流れる充電電流を測定する。そして、任意の $V_{C1} / (V_{C1} + V_B)$ の値のとき、デューティ制御を行ってキャパシタ 10 に充電電流を流し、実際にキャパシタ 10 に流れる電流が、目標値である許容上限値になるようにフィードバック制御を行う。この結果、目標値を許容上限値とする制御において、任意の $V_{C1} / (V_{C1} + V_B)$ に対するデューティが決まる。そこで、多数の $V_{C1} / (V_{C1} + V_B)$ の値に対するデューティをそれぞれ求め、横軸を $V_{C1} / (V_{C1} + V_B)$ の値とし、縦軸をデューティ $D1$ とする座標上のプロット点を作成し、最小二乗法で一次関数回帰することにより、傾き A と切片 B とを求めることができる。

【0023】

このようにして求めた A , B により特定される (1) 式を用いて、制御回路 2 は、電圧 V_B 及び V_{C1} に基づいてデューティ $D1$ を求めることができる。一旦 (1) 式が決まれば、同一仕様の回路構成を有する量産品には、充電電流の電流検出器は不要である。すなわ

10

20

30

40

50

ち、予め求めた（１）式を制御回路２に記憶させれば、実際の量産品の電動パワーステアリング装置は、図１の回路構成でよい。従って、キャパシタ１０の充電に関する回路構成が簡素になる。また、制御回路２は、（１）式の簡単な演算を行うだけであり、これは、軽負荷な演算である。

【００２４】

一方、キャパシタ１２の充電回路１６においては、スイッチング素子１４のオン・オフを繰り返すことにより、キャパシタ１２を充電することができる。制御回路２は、キャパシタ１２の電圧 V_{C2} を監視し、一定の電圧に達していない場合には、駆動回路１５を介してスイッチング素子１４をオン・オフさせ、キャパシタ１２を充電する。

なお、電圧 V_{C2} は、スイッチング素子１４を開いた状態で電圧検出器１３により検出すれば、バッテリー電圧 V_B の影響を排除して正確に検出することができる。

10

【００２５】

スイッチング素子１４をオン動作させるデューティ $D2$ は、

$$D2 = (V_{C2} / V_B) \cdot C + D \quad \cdots (2)$$

により求められる。ここで、 C は比例係数であり、回路の構成に依存する定数である。また、 D は、オフセットであり、回路の構成に依存する定数である。予め、この C 及び D を求め、記憶することにより、制御回路２は、（２）式の簡単な演算を行うことでデューティ $D2$ を決定することができる。

【００２６】

C 及び D を求めるには、予め、図１の回路構成にさらに、電流検出器をキャパシタ１２に直列に挿入して、キャパシタ１２に流れる充電電流を測定する。そして、任意の V_{C2} / V_B の値のとき、デューティ制御を行ってキャパシタ１２に充電電流を流し、実際にキャパシタ１２に流れる電流が、目標値である許容上限値になるようにフィードバック制御を行う。この結果、目標値を許容上限値とする制御において、任意の V_{C2} / V_B に対するデューティが決まる。そこで、多数の V_{C2} / V_B の値に対するデューティをそれぞれ求め、横軸を V_{C2} / V_B の値とし、縦軸をデューティ $D2$ とする座標上のプロット点を作成し、最小二乗法で一次関数回帰することにより、傾き C と切片 D とを求めることができる。

20

【００２７】

このようにして求めた C 、 D により特定される（２）式を用いて、制御回路２は、電圧 V_B 及び V_{C2} に基づいてデューティ $D2$ を求めることができる。一旦（２）式が決まれば、同一仕様の回路構成を有する量産品には、充電電流の電流検出器は不要である。すなわち、予め求めた（２）式を制御回路２に記憶させれば、実際の量産品の電動パワーステアリング装置は、図１の回路構成でよい。従って、キャパシタ１２の充電に関する回路構成が簡素になる。また、制御回路２は、（２）式の簡単な演算を行うだけであり、これは、軽負荷な演算である。

30

なお、キャパシタ１２の充電完了後のスイッチング素子１４は、常時オンの状態とすることができる。

【００２８】

図２は、上記のような充電に関する制御系の線図である。制御回路２は、許容上限値、キャパシタ電圧及びバッテリー電圧を入力として受けて、充電回路２７又は１６に対し、デューティを指示する。充電回路２７又は１６は、デューティに応じた充電電圧を出力し、キャパシタ１０又は１２に与える。これにより、キャパシタ１０又は１２には実電流（充電電流）が流れる。このように、制御系は、フィードバック制御ではなく、フィードワード制御を行う。

40

【００２９】

上記実施形態の電動パワーステアリング装置によれば、制御回路２は、予め求めて記憶している相関関係からバッテリー電圧及びキャパシタ電圧に基づいて充電電流の上限値に相当するデューティを求めるので、実電流としての充電電流を検出してフィードバックする回路構成（電流検出器その他）が不要である。従って、充電電流の制御を、簡素な構成と、軽負荷な演算で実現することができる。

50

【0030】

また、上記（１）、（２）式によりデューティが決定されるので、キャパシタ電圧 V_C （ V_{C1} 、 V_{C2} の総称）が低く大電流が流れやすい充電初期には充電電圧が抑制され、充電の進行によりキャパシタ電圧が上昇すると充電電圧が徐々に増大する。従って、充電電流が概ね一定になる制御を行うことができる。

また、（１）、（２）式におけるオフセット B 、 D により、キャパシタ電圧 V_C が０のときでも所定のオフセット値が与えられる。すなわち、完全に放電したキャパシタにも確実に、初期の充電電圧を付与することができる。

【0031】

なお、上記実施形態では操舵トルクが検出されていないときにキャパシタ 10、12の充電を行うとしたが、操舵トルクが検出され、モータ 5が操舵補助力を生じさせているとき、すなわちアシスト中であっても、バッテリー 7の余力に応じて充電を行うことは可能である。 10

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図 1】本発明の一実施形態に係る電動パワーステアリング装置の電気回路を主体とした構成を示す回路図である。

【図 2】充電に関する制御系の線図である。

【符号の説明】

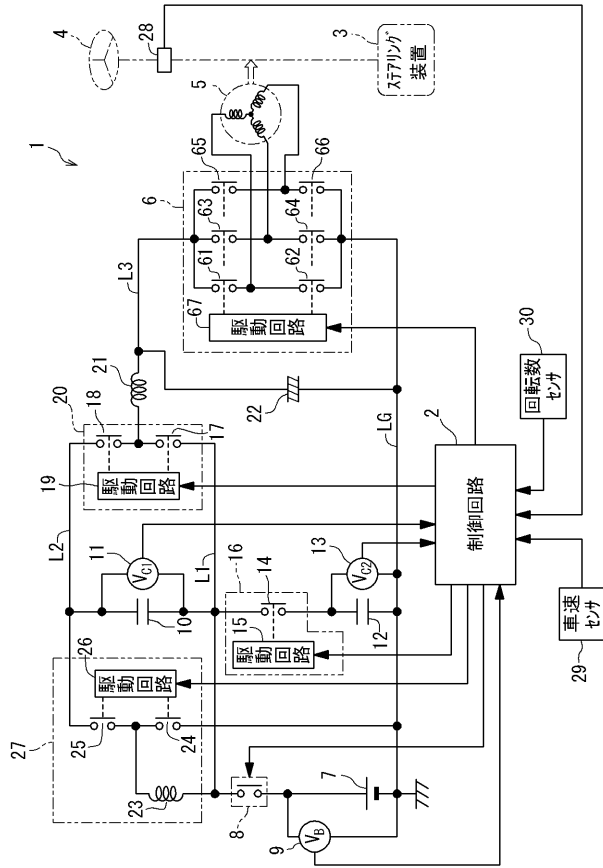
【0033】

- 1 電動パワーステアリング装置
- 2 制御回路
- 5 モータ
- 7 バッテリ
- 9, 11, 13 電圧検出器
- 10 キャパシタ（高出力用）
- 12 キャパシタ（バックアップ用）
- 14 スイッチング素子
- 20 放電回路
- 24, 25 スイッチング素子

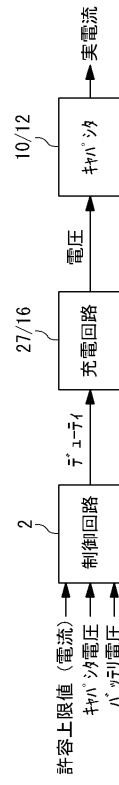
20

30

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

B 6 2 D 127/00

(2006.01)

F I

B 6 2 D 127:00

テーマコード (参考)