

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 10 月 4 日(04.10.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/132599 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 7/00 (2006.01) *H02J 7/34* (2006.01)
H01M 10/44 (2006.01) *H02M 3/155* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/053582
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 15 日(15.02.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-080416 2011 年 3 月 31 日(31.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 竹山 泰 (TAKEYAMA, Akira) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 高橋松本 & パートナーズ (TAKAHASHI, MATSUMOTO & PARTNERS INTELLECTUAL PROPERTY CORP.); 〒1060032 東

京都港区六本木 3 丁目 1 6 番 1 3 号 アンバサダー六本木 1 0 0 3 号 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

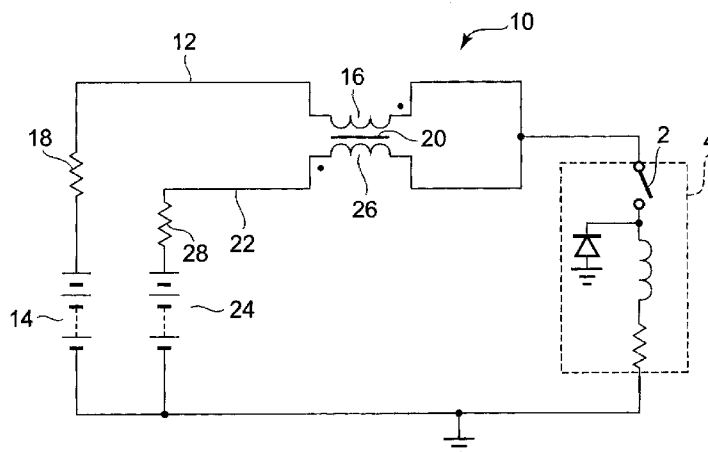
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PARALLEL ELECTRICAL POWER SUPPLY SYSTEM

(54) 発明の名称: 並列電源システム

[図1]



(57) Abstract: Parallel electrical power supply systems (10, 30, 40, 50) are electrical power feed sources that supply electrical power to a load (4). In the parallel electrical power supply systems (10, 30, 40, 50), a first arm (12), having a first electrical power supply (14) and a first inductor (16) that is connected in series to the first electrical power supply (14), is connected in parallel to a second arm (22) having a second electrical power supply (24) and a second inductor (26) that is connected in series to the second electrical power supply (24). The first inductor (16) and the second inductor (26) are connected by wire so that when an electrical current flows from the first arm (12) towards the load (4), an electromotive force in a direction that increases the output voltage of the second arm (22) is generated in the second inductor (26).

(57) 要約:

[続葉有]



並列電源システム（１０、３０、４０、５０）は、負荷４に電力を供給する電力供給源である。並列電源システム（１０、３０、４０、５０）では、第１電源１４及びこの第１電源１４に直列接続された第１インダクタ１６を有する第１アーム１２と、第２電源２４及びこの第２電源２４に直列接続された第２インダクタ２６を有する第２アーム２２とが並列に接続されている。第１インダクタ１６と第２インダクタ２６とは、第１アーム１２から負荷４に向かって電流が流れたとき、第２アーム２２の出力電圧を高める方向の起電力が第２インダクタ２６に発生するように結線されている。

明 細 書

発明の名称： 並列電源システム

技術分野

[0001] 本発明は、複数の電源を並列に接続した並列電源システムに係り、特に、変動電流が流れる負荷に電力を供給する並列電源システムに関する。

背景技術

[0002] 従来から、電源を大容量化するために電源を複数並列に接続した並列電源システムが知られている。

[0003] 例えば、特許文献１には、電気自動車やハイブリッド自動車等の電源として、電池を並列に接続した組電池が開示されている。

ところが、特許文献１のような組電池では、各電池の内部抵抗や直列電池群の配線抵抗等に起因する電圧降下が直列電池群ごとに異なるため、各直列電池群を流れる電流のばらつきが生じてしまう。そのため、直列電池群ごとの電池の減り具合が異なり、直列電池群ごとの電池の起電力のばらつきが経時的に大きくなってしまう。電池の起電力のばらつきがあると、起電力の大きな直列電池群から起電力の小さな直列電池群に向かう還電流が生じてしまうことがある。そして、還電流が発生すると、意図しない充放電のサイクルが進むことになるので、電池の寿命が縮まる。また、意図しない充放電によって、電力のロスが問題となる。

[0004] そこで、インバータやチョッパ等を用いた電流制御によって、各直列電池群の電流のばらつきを小さくすることが考えられる。

例えば、特許文献２には、複数のバッテリーが並列接続された回路装置において、負荷を流れる電流の計測値から各バッテリーが負担すべき負荷電流を算出し、これと各バッテリーを流れる電流計測値とを比較し、その比較結果に基づいて各バッテリーに接続されたＤＣ－ＤＣコンバータの出力電圧を制御する制御装置が記載されている。これにより、並列接続された複数のバッテリーの負荷を均等化できる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2002-142353 号公報

特許文献2：特開 2001-095163 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献2に記載の制御装置では、負荷を流れる電流の計測値から各バッテリーが負担すべき負荷電流を算出し、これと各バッテリーを流れる電流計測値とを比較し、その比較結果に基づいてDC-DCコンバータの出力電圧を調節するといった煩雑な制御を行う必要がある。また、電流計測器やDC-DCコンバータ等を設置する必要があるため、設備コストがかさんでしまう。同様に、インバータやチョッパを用いて電流制御を行う場合にも、煩雑な制御の必要性や設備コストの問題がある。

特に、大電流が流れる大型の並列電源システム（大型蓄電装置など）の場合、設備が高価になるため、これを大型の並列電源システムに導入することは困難である。

[0007] 本発明は、上述の事情に鑑みてなされたものであり、安価かつ簡素な装置構成で、制御を行うことなく各電源を流れる電流を平滑化しうる並列電源システム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

[0008] 本発明に係る並列電源システムは、変動電流が流れる負荷に電力を供給する並列電源システムであって、第1電源および該第1電源に直列接続された第1インダクタを有する第1アームと、前記第1アームと並列に接続され、第2電源および該第2電源に直列接続された第2インダクタを有する第2アームとを備え、前記第1インダクタと前記第2インダクタとは、前記第1アームから前記負荷に向かって電流が流れたとき、前記第2アームの出力電圧を高める方向の起電力が前記第2インダクタに発生するように結線されてい

ることを特徴とする。

[0009] この並列電源システムでは、第1アームから負荷に向かって電流が流れたとき、第2アームの出力電圧を高める方向の起電力が第2インダクタに発生するように第1インダクタ及び第2インダクタを結線しているので、第1アーム及び第2アームに電流変動が生じる際、第1インダクタ及び第2インダクタの相互誘導によってアーム間の電流が平滑化される。

例えば、第1アーム及び第2アームに電流が流れ始める際、第1アームの配線抵抗が第2アームよりも小さいために、第1アームにより多くの電流が流れようとする場合を考える。この場合、第1インダクタ及び第2インダクタの相互誘導によって、第1アームには第1電源の出力電圧に逆らう起電力が発生し、第2アームには第2電源の出力電圧と同一方向の起電力が発生する。よって、第1アーム及び第2アームを流れる電流が均等化（平滑化）される。

したがって、各アームにインダクタを設けただけの安価かつ簡素な装置構成で、何ら制御を行うことなく各電源を流れる電流を平滑化することができる。また、各アームに流れる電流を平滑化（均等化）することで、各アームにおける抵抗成分（各電源の内部抵抗や配線抵抗）における電力ロス（＝（電流）²×（抵抗））の総和を小さくできるから、全体としての電力ロスを低減できる。

[0010] 上記並列電源システムは、前記第1アームおよび前記第2アームの接続点と前記負荷との間に設けられるインダクタと、前記インダクタと前記負荷との間に一端が接続され、第3電源および該第3電源に直列接続された第3インダクタを有する第3アームとをさらに備え、前記インダクタと前記第3インダクタとは、前記第1アーム及び第2アームから前記負荷に向かって電流が流れたとき、前記第3アームの出力電圧を高める方向の起電力が前記第3インダクタに発生するように結線されていてもよい。

[0011] これにより、3本の第1アーム～第3アームについて、電流の平滑化を行うことができる。

- [0012] 上記並列電源システムは、前記第 1 アームおよび前記第 2 アームと並列に接続され、第 3 電源および該第 3 電源に直列接続された一対の第 3 インダクタを有する第 3 アームをさらに備え、前記第 1 アームは、前記第 1 電源に直列接続された一対の前記第 1 インダクタを有し、前記第 2 アームは、前記第 2 電源に直列接続された一対の前記第 2 インダクタを有し、前記第 1 インダクタの一方と前記第 2 インダクタの一方とは、前記第 1 アームから前記負荷に向かって電流が流れたとき、前記第 2 アームの出力電圧を高める方向の起電力が前記第 2 インダクタの一方に発生するように結線されており、前記第 1 インダクタの一方と前記第 3 インダクタの一方とは、前記第 1 アームから前記負荷に向かって電流が流れたとき、前記第 3 アームの出力電圧を高める方向の起電力が前記第 3 インダクタの一方に作用するように結線されており、前記第 2 インダクタの他方と前記第 3 インダクタの他方とは、前記第 2 アームから前記負荷に向かって電流が流れたとき、前記第 3 アームの出力電圧を高める方向の起電力が前記第 3 インダクタの他方に作用するように結線されていてもよい。
- [0013] このように、各アームに一対のインダクタを設け、それぞれ他のアームのインダクタと相互誘導させて電流平滑化を行うことで、各アームのインダクタの数が等しくなり、各アームのインピーダンスを揃えることができる。
- [0014] 上記並列電源システムにおいて、前記第 1 電源及び前記第 2 電源は電池であってもよく、一次電池又は二次電池であってもよい。
- [0015] 上記並列電源システムは、上述のように、各アームに設けたインダクタの相互誘導によってアーム間の電流を平滑化して、環電流の発生を防止可能であるため、第 1 電源及び第 2 電源が一次電池である場合には、環電流に起因する意図しない一次電池の充電を抑制できる。また、第 1 電源及び第 2 電源が二次電池である場合には、環電流の発生防止により二次電池を長寿命化して、例えば、長期に亘って二次電池のメンテナンスが行えないような状況下でも運用可能な信頼性の高い並列電源システムとすることができる。
- [0016] 第 1 電源及び第 2 電源が二次電池である場合、前記負荷に替えて外部電源

が前記第 1 アーム及び前記第 2 アームに接続され、前記外部電源から供給される電力によって前記第 1 電源及び前記第 2 電源が充電されるようになっていてもよい。

これにより、外部電源からパルス状等の充電用の変動電流が流れる場合に、各アームを流れる電流を均等化できる。

[0017] また、上記並列電源システムにおいて、前記第 1 アームと前記第 2 アームとの電流比が所定値になるように、前記第 1 インダクタと前記第 2 インダクタとの巻数比が設定されていてもよい。例えば、前記第 1 電源と前記第 2 電源との最大出力電流比または最大出力電力比に応じて、前記第 1 インダクタと前記第 2 インダクタとの巻数比を設定してもよい。あるいは、前記第 1 電源および前記第 2 電源が電池である場合には、前記第 1 電源と前記第 2 電源との容量比（電池容量比）に応じて、前記第 1 インダクタと前記第 2 インダクタとの巻数比を設定してもよい。

[0018] 上記並列電源システムにおいて、前記変動電流が流れる負荷は、例えば、インバータ、チョッパ及びスイッチング電源のいずれかであってもよい。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、第 1 アームから負荷に向かって電流が流れたとき、第 2 アームの出力電圧を高める方向の起電力が第 2 インダクタに発生するように第 1 インダクタ及び第 2 インダクタを結線したので、第 1 アーム及び第 2 アームに電流変動が生じる際、第 1 インダクタ及び第 2 インダクタの相互誘導によってアーム間の電流が平滑化される。

よって、各アームにインダクタを設けただけの安価かつ簡素な装置構成で、何ら制御を行うことなく各電源を流れる電流を平滑化することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]第 1 実施形態に係る並列電源システムの構成例を示す図である。

[図2]第 2 実施形態に係る並列電源システムの構成例を示す図である。

[図3]第 3 実施形態に係る並列電源システムの構成例を示す図である。

[図4]4 本のアームを用いた並列電源システムの構成例を示す図である。

[図5]実施例1に係るインダクタの電流平滑化作用を確認するために行った計算に関する図であり、(a)は計算の対象とした回路構成図、(b)は電流の経時変化の計算結果を示すグラフである。

[図6]実施例1において比較のためにインダクタを設けないで行った計算に関する図であり、(a)は計算の対象とした回路構成図、(b)は電流の経時変化の計算結果を示すグラフである。

[図7]実施例2に係るインダクタの電流平滑化作用を確認するために行った計算に関する図であり、(a)は計算の対象とした回路構成図、(b)は電流の経時変化の計算結果を示すグラフである。

[図8]実施例2において比較のためにインダクタを設けないで行った計算に関する図であり、(a)は計算の対象とした回路構成図、(b)は電流の経時変化の計算結果を示すグラフである。

[図9]実施例3に係るインダクタの電流平滑化作用を確認するために行った計算に関する図であり、(a)は計算の対象とした回路構成図、(b)は電流の経時変化の計算結果を示すグラフである。

[図10]実施例3において比較のためにインダクタを設けないで行った計算に関する図であり、(a)は計算の対象とした回路構成図、(b)は電流の経時変化の計算結果を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、添付図面に従って本発明の実施形態について説明する。ただし、この実施形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、特定の記載がない限り本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

[0022] [第1実施形態]

図1は、第1実施形態に係る並列電源システムの構成例を示す図である。同図に示すように、並列電源システム10は、スイッチング素子2を有する負荷4に接続され、負荷4に電力を供給するようになっている。

負荷4は、スイッチング素子2を有する負荷（例えば、インバータ、チョ

ッパ、スイッチング電源等）であり、スイッチング素子 2 の動作により短時間での電流変動を生じうようになっている。なお、ここでは、負荷 4 がスイッチング素子 2 を有する例について説明するが、負荷 4 は変動電流が流れる限り、スイッチング素子 2 を持たないものであってもよい。

[0023] 並列電源システム 10 は、第 1 アーム 12 及び第 2 アーム 22 が並列に接続された構成を有する。第 1 アーム 12 は、第 1 電源 14 及びこの第 1 電源 14 に直列接続された第 1 インダクタ 16 を有する。同様に、第 2 アーム 22 は、第 2 電源 24 及びこの第 2 電源 24 に直列接続された第 2 インダクタ 26 を有する。

なお、図 1 において符号 18 及び 28 で示したのは、各アーム（12，22）の配線抵抗や電池内部抵抗等の抵抗成分である。

[0024] 本実施形態では、第 1 インダクタ 16 と第 2 インダクタ 26 とは、第 1 アーム 12 から負荷 4 に向かって電流が流れたとき、第 2 アーム 22 の出力電圧を高める方向の起電力が第 2 インダクタ 26 に発生するように結線されている（言い換えると、第 2 アーム 22 から負荷 4 に向かって電流が流れたとき、第 1 アーム 12 の出力電圧を高める方向の起電力が第 1 インダクタ 16 に発生するように結線されている）。

なお、図 1 には、第 1 インダクタ 16 及び第 2 インダクタ 26 の巻き始め端子（図 1 における黒丸。）が互い違いである例を示したが、この例は第 1 インダクタ 16 にはその巻き始め端子とは反対側から電流が流れ、第 2 インダクタ 26 にはその巻き始め端子側から電流が流れる場合に関するものであり、各インダクタの結線態様（各インダクタを流れる電流の向き）によっては、巻き始め端子が互い違いでないこともある。要は、第 1 アーム 12 から負荷 4 に向かって電流が流れたとき、第 2 アーム 22 の出力電圧を高める方向の起電力が第 2 インダクタ 26 に作用するように、第 1 インダクタ 16 と第 2 インダクタ 26 を結線するのである。

また、第 1 インダクタ 16 と第 2 インダクタ 26 とは、共通のコア 20 に巻かれており、両者の巻数は同一である。

[0025] 第1インダクタ16及び第2インダクタ26をこのように結線することで、スイッチング素子2の動作により第1アーム12及び第2アーム22に電流変動が生じる際、第1インダクタ16及び第2インダクタ26の相互誘導によってアーム間の電流が平滑化される。

例えば、スイッチング素子2の動作により第1アーム12及び第2アーム22に電流が流れ始める際、第1アーム12の抵抗成分18が第2アーム22の抵抗成分28よりも小さいために、第1アーム12により多くの電流が流れようとする場合を考える。この場合、第1インダクタ16及び第2インダクタ26の相互誘導によって、第1アーム12には第1電源14の出力電圧に逆らう起電力が発生し、第2アーム22には第2電源24の出力電圧と同一方向の起電力が発生する。よって、第1アーム12及び第2アーム22を流れる電流が均等化（平滑化）される。

[0026] 本実施形態によれば、各アーム（12，22）にインダクタ（16，26）を設けただけの安価かつ簡素な装置構成で、何ら制御を行うことなく各電源（14，24）を流れる電流を平滑化することができる。そのため、環電流の発生を防止できる。

[0027] なお、電源（14，24）は、並列電源システム10に組み込まれて負荷4に電力を供給可能である限り特に限定されず、電池、大容量コンデンサ（電気2重層コンデンサ）、発電機等の任意の電力供給源を用いることができる。

[0028] 例えば、電源（14，24）として一次電池又は二次電池を用いることができる。

並列電源システム10は、上述のように、各アーム（12，22）に設けたインダクタ（16，26）の相互誘導によってアーム間の電流を平滑化して、環電流の発生を防止可能であるため、電源（14，24）が一次電池である場合には、環電流に起因する意図しない一次電池の充電を抑制できる。また、電源（14，24）が二次電池である場合には、環電流の発生防止により二次電池を長寿命化できる。そのため、例えば、長期に亘って二次電池

のメンテナンスが行えないような状況下でも運用可能な信頼性の高い並列電源システム 10 とすることができる。

[0029] なお、電源 (14, 24) が二次電池である場合、負荷 4 に替えて外部電源を第 1 アーム 12 及び第 2 アーム 22 に接続し、この外部電源から供給される電力によって電源 (14, 24) を充電するようにしてもよい。

このとき、外部電源からパルス状等の充電用の変動電流が流れる場合に、インダクタ (16, 26) の相互誘導によって各アーム (12, 22) を流れる電流が均等化される。

例えば、外部電源から第 1 アーム 12 及び第 2 アーム 22 に電流が流れ始める際、第 1 アーム 12 の抵抗成分 18 が第 2 アーム 22 の抵抗成分 28 よりも小さいために、第 1 アーム 12 により多くの電流が流れようとする場合を考える。この場合、第 1 インダクタ 16 及び第 2 インダクタ 26 の相互誘導によって、第 1 アーム 12 には第 1 電源 14 の充電電圧に逆らう起電力が発生し、第 2 アーム 22 には第 2 電源 24 の充電電圧と同一方向の起電力が発生する。よって、第 1 アーム及び第 2 アームを流れる電流が均等化 (平滑化) される。

[0030] なお、本実施形態では、第 1 インダクタ 16 と第 2 インダクタ 26 との巻数が同一である例について説明したが、各アーム (12, 22) を流れる電流の比が所定値になるように第 1 インダクタ 16 と第 2 インダクタ 26 との巻数比を任意に設定してもよい。

例えば、各電源 (14, 24) の最大出力電流比または最大出力電力比に応じて、第 1 インダクタ 16 と第 2 インダクタ 26 との巻数比を調節してもよい。あるいは、各電源 (14, 24) が電池である場合には、各電源の容量比に応じて、第 1 インダクタ 16 と第 2 インダクタ 26 との巻数比を調節してもよい。これにより、特性 (最大出力電流比、最大出力電力比、電池容量比等) の異なる電源 (14, 24) にも適用可能となる。

[0031] [第 2 実施形態]

図 2 は、第 2 実施形態に係る並列電源システムの構成例を示す図である。

同図に示す並列電源システム 30 は、3 本のアームについて電流平滑化を行うようにした点を除けば、第 1 実施形態の並列電源システム 10 と同様である。よって、並列電源システム 10 と同一の部分には共通の符号を付し、ここではその説明を省略する。

[0032] 並列電源システム 30 では、第 1 実施形態と同様に結線された第 1 インダクタ 16 及び第 2 インダクタ 26 に加えて、第 1 アーム 12 及び第 2 アーム 22 の接続点 P1 と負荷 4 との間にインダクタ 37 が設けられている。そして、このインダクタ 37 と負荷 4 との間には、第 3 アーム 32 の一端が接続されている。第 3 アーム 32 は、第 3 電源 34 及びこの第 3 電源 34 に直列接続された第 3 インダクタ 36 を有する。なお、抵抗成分 38 は、第 3 アーム 32 の配線抵抗や電池内部抵抗等である。

そして、インダクタ 37 と第 3 インダクタ 36 とは、第 1 アーム 12 及び第 2 アーム 22 から負荷 4 に向かって電流が流れたとき、第 3 アーム 32 の出力電圧を高める方向の起電力が第 3 インダクタ 36 に発生するように結線されている。また、インダクタ 37 は、第 3 インダクタ 36 と共通のコア 20 に巻かれており、その巻数は第 3 インダクタ 36 の巻数の約半分である。インダクタ 37 の巻数を第 3 インダクタ 36 の巻数の約半分にするのは、インダクタ 37 を流れる電流が第 3 インダクタ 36 を流れる電流の約 2 倍であることを考慮したものである。

[0033] 本実施形態では、第 1 インダクタ 16 及び第 2 インダクタ 26 の相互誘導によって、第 1 アーム 12 と第 2 アーム 22 との間の電流が平滑化される。また、インダクタ 37 及び第 3 インダクタ 36 の相互誘導によって、第 1 アーム 12 及び第 2 アーム 22 を通過後の電流（インダクタ 37 を流れる電流）と第 3 アーム 32 を流れる電流との平滑化が行われる。結果的に、各アーム（12，22，32）間の電流のばらつきが抑制される。

[0034] なお、本実施形態では、インダクタ 37 の巻数が第 3 インダクタ 36 の巻数の約半分である例について説明したが、各アーム（12，22，32）を流れる電流の比が所定値になるようにインダクタ 37 と第 3 インダクタ 36

との巻数比を任意に設定してもよい。

例えば、各電源（１４，２４，３４）の最大出力電流比または最大出力電力比に応じて、インダクタ３７と第３インダクタ３６の巻数との巻数比を調節してもよい。あるいは、各電源（１４，２４，３４）が電池である場合には、各電源の容量比に応じて、インダクタ３７と第３インダクタ３６の巻数との巻数比を調節してもよい。

[0035] [第３実施形態]

図３は、第３実施形態に係る並列電源システムの構成例を示す図である。同図に示す並列電源システム４０は、３本のアームの結線の仕方が異なる点を除けば、第２実施形態の並列電源システム３０と同様である。よって、並列電源システム３０と同一の部分には共通の符号を付し、ここではその説明を省略する。

[0036] 本実施形態では、３本のアーム（１２，２２，３２）は並列に接続されており、それぞれ、電源（１４，２４，３４）及びこの電源に直列接続された一対のインダクタ（１６Ａ，１６Ｂ，２６Ａ，２６Ｂ，３６Ａ，３６Ｂ）を有する。

[0037] 各アーム（１２，２２，３２）の一対のインダクタは、それぞれ、他のアームのインダクタと相互誘導しうるように設けられている。なお、相互誘導を生じるようにペアを構成したインダクタの巻数は、互いに等しい。

具体的には、第１インダクタ１６Ａと第２インダクタ２６Ａとは、第１アーム１２から負荷４に向かって電流が流れたとき、第２アーム２２の出力電圧を高める方向の起電力が第２インダクタ２６Ａに発生するように共通のコア２０に巻かれている。また、第１インダクタ１６Ｂと第３インダクタ３６Ｂとは、第１アーム１２から負荷４に向かって電流が流れたとき、第３アーム３２の出力電圧を高める方向の起電力が第３インダクタ３６Ｂに発生するように共通のコア２０に巻かれている。さらに、第２インダクタ２６Ｂと第３インダクタ３６Ａとは、第２アーム２２から負荷４に向かって電流が流れたとき、第３アーム３２の出力電圧を高める方向の起電力が第３インダクタ

36Aに発生するように共通のコア20に巻かれている。

[0038] 本実施形態では、第1インダクタ16A及び第2インダクタ26Aの相互誘導によって、第1アーム12と第2アーム22との間の電流が平滑化される。また、第1インダクタ16B及び第3インダクタ36Bの相互誘導によって、第1アーム12と第3アーム32との間の電流が平滑化される。そして、第2インダクタ26B及び第3インダクタ36Aの相互誘導によって、第2アーム22と第3アーム32との間の電流が平滑化される。結果的に、各アーム（12，22，32）間の電流のばらつきが抑制される。

また、各アーム（12，22，32）のインダクタの数が等しいので、各アームのインピーダンスを揃えることができる。

[0039] なお、本実施形態では、相互誘導を生じるようにペアを構成したインダクタの巻数が互いに等しい例について説明したが、各アーム（12，22，32）を流れる電流の比が所定値になるように、各ペアを構成するインダクタの巻数比を任意に設定してもよい。

例えば、各電源（14，24，34）の最大出力電流比または最大出力電力比に応じて、各ペアを構成するインダクタの巻数比を調節してもよい。あるいは、各電源（14，24，34）が電池である場合には、各電源の容量比に応じて、各ペアを構成するインダクタの巻数比を調節してもよい。

[0040] 以上、本発明の実施形態について詳細に説明したが、本発明はこれに限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変形を行ってもよいのはいうまでもない。

[0041] 例えば、上述の実施形態では、電源のプラス端子側にインダクタを設ける例について説明したが、インダクタを電源のマイナス端子側に設けてもよいし、インダクタを電源のプラス端子側及びマイナス端子側の両方に設けてもよいことはいうまでもない。

[0042] また上述の実施形態では、アームの数が2～3本である例について説明したが、アームの数は4本以上であってもよい。この場合、第1実施形態のような2本のアーム（12，22）の結線態様、あるいは、第2実施形態又は

第3実施形態のような3本のアーム（12，22，32）の結線態様を適宜組み合わせて、任意のアーム本数の並列電源システムを実現してもよい。例えば、4本のアームを用いた並列電源システムの場合、第1実施形態の2本のアームの結線態様を複数組み合わせてもよい。

[0043] 図4は、4本のアームを用いた並列電源システムの構成例を示す図である。同図に示す並列電源システム50は、第1実施形態の結線態様を組み合わせて4本のアームに適用したものである。なお、第4アーム42は、他のアームと同様に、第4電源44に直列接続された第4インダクタ46を有する。なお、図4において符号48で示したのは、第4アーム42の抵抗成分である。

[0044] 並列電源システム50では、第1アーム12及び第2アーム22と第3アーム32及び第4アーム42との2組のアーム対を第1実施形態と同様な結線態様で結線している。具体的には、第1アーム12の第1インダクタ16と第2アーム22の第2インダクタ26とは、第1アーム12から負荷4に向かって電流が流れたとき、第2アーム22の出力電圧を高める方向の起電力が第2インダクタ26に発生するように共通のコア20に巻かれている。同様に、第3アーム32の第3インダクタ36と第4アーム42の第4インダクタ46とは、第3アーム32から負荷4に向かって電流が流れたとき、第4アーム42の出力電圧を高める方向の起電力が第4インダクタ46に発生するように共通のコア20に巻かれている。

さらに、第1アーム12及び第2アーム22の接続点P1と負荷4との間にはインダクタ52が設けられ、第3アーム32及び第4アーム42の接続点P2と負荷4との間にはインダクタ54が設けられている。そして、インダクタ52とインダクタ54とは、第1アーム12及び第2アーム22から負荷4に向かって電流が流れたとき、第3アーム32及び第4アーム42の出力電圧を高める方向の起電力がインダクタ54に発生するように共通のコア20に巻かれている。

[0045] したがって、並列電源システム50では、第1インダクタ16と第2イン

ダクタ 26 との相互誘導、第 3 インダクタ 36 と第 4 インダクタ 46 との相互誘導、さらにはインダクタ 52 とインダクタ 54 の相互誘導によって、アーム (12, 22, 32, 42) 間の電流のばらつきが抑制される。

[0046] また上述の実施形態では、ペアとなるインダクタ (16, 16A, 16B, 26, 26A, 26B, 36, 36A, 36B, 37, 46, 52, 54) を共通のコア 20 に巻いた例について説明したが、ペアとなるインダクタが上述した相互誘導を生じるように結線されている限り、コアの構造は特に限定されない。例えば、ペアとなるインダクタを共通のコア 20 に巻くのではなく、コアがなくインダクタのみであってもよいし (空心コア)、構造上分割されたコア (分割コア) のそれぞれにインダクタを巻いてもよい。

実施例

[0047] 上述の実施形態に係る並列電源システムのインダクタの電流平滑化作用を、以下の 3 種類の条件下における計算によって確認した。

[0048] [実施例 1]

図 5 は、電池の内部抵抗の差がある場合におけるインダクタの電流平滑化作用を確認するために行った計算に関する図であり、図 5 (a) が計算の対象にした回路構成図、図 5 (b) が電流の経時変化の計算結果を示すグラフである。図 6 は、比較のためにインダクタを用いずに行った計算に関する図であり、図 6 (a) が計算の対象とした回路構成図、図 6 (b) が電流の経時変化の計算結果を示すグラフである。

[0049] 図 5 (a) に示す回路構成では、各アーム (12, 22) の抵抗 R_2 と R_3 は、それぞれ、 $1.6\text{ m}\Omega$ 、 $2.0\text{ m}\Omega$ である。また各アームには、共通のコアに巻いたインダクタ (16, 26) が設けられている。この回路構成において、各抵抗を流れる電流を計算した。なお、負荷 4 のスイッチング素子 2 は、PWM 制御部 52 から出力されるパルス信号に基づいて開閉を繰り返すようになっている。

[0050] 図 5 (b) に示すように、アーム 12 の抵抗 R_2 を流れる電流 I_{R_2} [A] とアーム 22 の抵抗 R_3 を流れる電流 I_{R_3} [A] との差が低減されることが

分かった。なお、図5（b）において、 I_{L1} はLOAD1を流れる電流の大きさを意味する。

[0051] 一方、図6（a）に示す回路構成は、インダクタが各アームに設けられていない点を除けば図5（a）の回路構成と同様である。図6（a）に示す回路構成において各抵抗を流れる電流を計算したところ、図6（b）に示すように、抵抗R5を流れる電流 I_{R5} [A]と抵抗R6を流れる電流 I_{R6} [A]との差が図5（b）に比べて大きかった。

[0052] [実施例2]

図7は、電池の内部抵抗に差がある場合の各電池からの放電時にバランスしたとき（平衡状態になったとき）のインダクタの電流平滑化作用を確認するために行った計算に関する図であり、図7（a）が計算の対象にした回路構成図、図7（b）が電流の経時変化の計算結果を示すグラフである。図8は、比較のためにインダクタを用いずに行った計算に関する図であり、図8（a）が計算の対象とした回路構成図、図8（b）が電流の経時変化の計算結果を示すグラフである。

[0053] 図7（a）に示す回路構成では、内部抵抗（R2及びR3）が異なるために平衡状態における電池の電圧（15.99V及び16.01V）に差異が生じている。この回路構成において、各抵抗を流れる電流を計算したところ、図9（b）に示すように、アーム12の抵抗R2を流れる電流 I_{R2} [A]とアーム22の抵抗R3を流れる電流 I_{R3} [A]との差が低減されることが分かった。

[0054] 一方、図8（a）に示す回路構成は、インダクタが各アームに設けられていない点を除けば図7（a）の回路構成と同様である。図8（a）に示す回路構成において各抵抗を流れる電流を計算したところ、図8（b）に示すように、抵抗R5を流れる電流 I_{R5} [A]と抵抗R6を流れる電流 I_{R6} [A]との差が図7（b）に比べて大きかった。また、抵抗R5を流れる I_{R5} は、スイッチS2がOFFのときに、負の電流となっており、抵抗R5に環電流が流れていることが分かった。なお、このような環電流は図7（b）では確

認められなかった。

[0055] [実施例 3]

図 9 は、電池の内部抵抗に差がある場合の各電池への充電時にバランスしたとき（平衡状態になったとき）のインダクタの電流平滑化作用を確認するために行った計算に関する図であり、図 9（a）が計算の対象にした回路構成図、図 9（b）が電流の経時変化の計算結果を示すグラフである。図 10 は、比較のためにインダクタを用いずに行った計算に関する図であり、図 10（a）が計算の対象とした回路構成図、図 10（b）が電流の経時変化の計算結果を示すグラフである。

[0056] 図 9（a）に示す回路構成では、内部抵抗（ R_2 及び R_3 ）が異なるために平衡状態における電池の電圧（16.01 V 及び 15.99 V）に差異が生じている。この回路構成において、各抵抗を流れる電流を計算したところ、図 9（b）に示すように、アーム 12 の抵抗 R_2 を流れる電流 I_{R2} [A] とアーム 22 の抵抗 R_3 を流れる電流 I_{R3} [A] との差が低減されることが分かった。なお、スイッチ S_1 が OFF のときに、 R_2 を流れる I_{R2} は負の電流であり、環電流の発生が確認されたが、環電流の大きさは比較的小さかった。

[0057] 一方、図 10（a）に示す回路構成は、インダクタが各アームに設けられていない点を除けば図 9（a）の回路構成と同様である。図 10（a）に示す回路構成において各抵抗を流れる電流を計算したところ、図 10（b）に示すように、抵抗 R_5 を流れる電流 I_{R5} [A] と抵抗 R_6 を流れる電流 I_{R6} [A] との差が図 9（b）に比べて大きかった。また、抵抗 R_5 を流れる I_{R5} は、スイッチ S_2 が OFF のときに、負の電流となっており、抵抗 R_5 に図 9（b）よりも大きな環電流が流れていることが分かった。

[0058] 上記実施例 1～3 における計算結果から、電池の内部抵抗にばらつきがある場合（実施例 1）、および、電池の内部抵抗のばらつきに加えて電池の起電力に差異がある場合（実施例 2 及び 3）のいずれにおいても、インダクタの相互誘導を利用して電流を平滑化できることが確認された。

請求の範囲

- [請求項1] 変動電流が流れる負荷に電力を供給する並列電源システムであって、
- 第1電源および該第1電源に直列接続された第1インダクタを有する第1アームと、
- 前記第1アームと並列に接続され、第2電源および該第2電源に直列接続された第2インダクタを有する第2アームとを備え、
- 前記第1インダクタと前記第2インダクタとは、前記第1アームから前記負荷に向かって電流が流れたとき、前記第2アームの出力電圧を高める方向の起電力が前記第2インダクタに発生するように結線されていることを特徴とする並列電源システム。
- [請求項2] 前記第1アームおよび前記第2アームの接続点と前記負荷との間に設けられるインダクタと、
- 前記インダクタと前記負荷との間に一端が接続され、第3電源および該第3電源に直列接続された第3インダクタを有する第3アームとをさらに備え、
- 前記インダクタと前記第3インダクタとは、前記第1アーム及び第2アームから前記負荷に向かって電流が流れたとき、前記第3アームの出力電圧を高める方向の起電力が前記第3インダクタに発生するように結線されていることを特徴とする請求項1に記載の並列電源システム。
- [請求項3] 前記第1アームおよび前記第2アームと並列に接続され、第3電源および該第3電源に直列接続された一対の第3インダクタを有する第3アームをさらに備え、
- 前記第1アームは、前記第1電源に直列接続された一対の前記第1インダクタを有し、
- 前記第2アームは、前記第2電源に直列接続された一対の前記第2インダクタを有し、

前記第 1 インダクタの一方と前記第 2 インダクタの一方とは、前記第 1 アームから前記負荷に向かって電流が流れたとき、前記第 2 アームの出力電圧を高める方向の起電力が前記第 2 インダクタの一方に発生するように結線されており、

前記第 1 インダクタの一方と前記第 3 インダクタの一方とは、前記第 1 アームから前記負荷に向かって電流が流れたとき、前記第 3 アームの出力電圧を高める方向の起電力が前記第 3 インダクタの一方に発生するように結線されており、

前記第 2 インダクタの他方と前記第 3 インダクタの他方とは、前記第 2 アームから前記負荷に向かって電流が流れたとき、前記第 3 アームの出力電圧を高める方向の起電力が前記第 3 インダクタの他方に発生するように結線されていることを特徴とする請求項 1 に記載の並列電源システム。

[請求項4] 前記第 1 電源及び前記第 2 電源は電池であることを特徴とする請求項 1 に記載の並列電源システム。

[請求項5] 前記電池は二次電池であることを特徴とする請求項 4 に記載の並列電源システム。

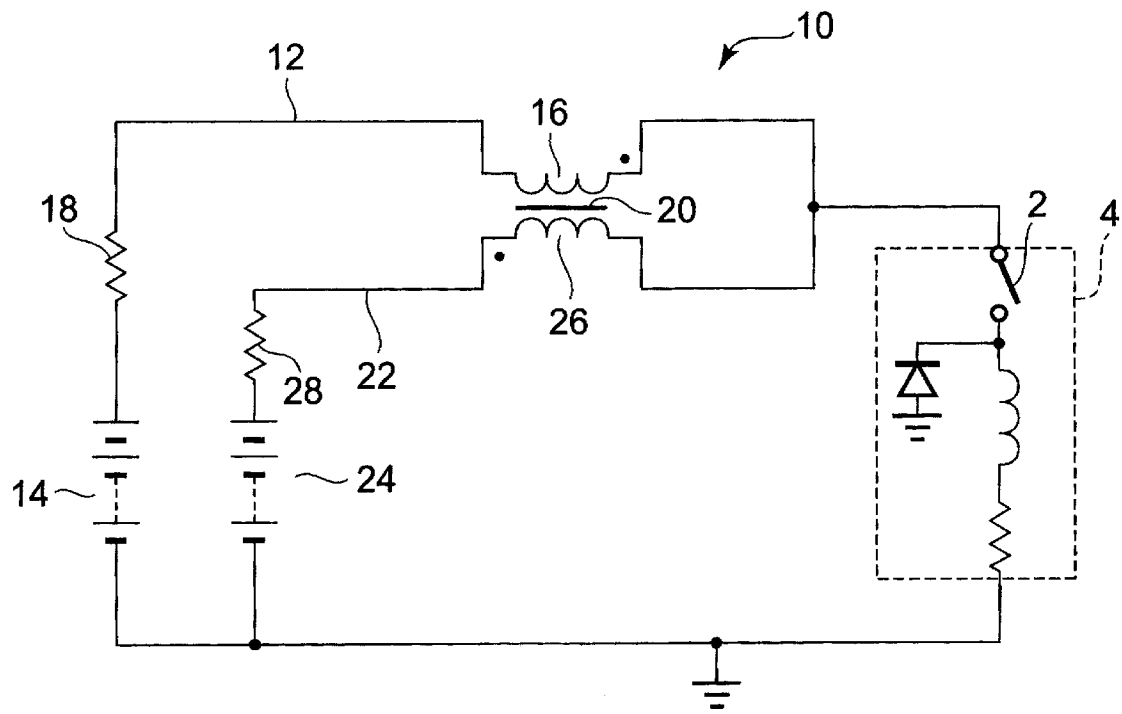
[請求項6] 前記負荷に替えて外部電源が前記第 1 アーム及び前記第 2 アームに接続され、前記外部電源から供給される電力によって前記第 1 電源及び前記第 2 電源が充電されることを特徴とする請求項 5 に記載の並列電源システム。

[請求項7] 前記第 1 アームと前記第 2 アームとの電流比が所定値になるように、前記第 1 インダクタと前記第 2 インダクタとの巻数比が設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の並列電源システム。

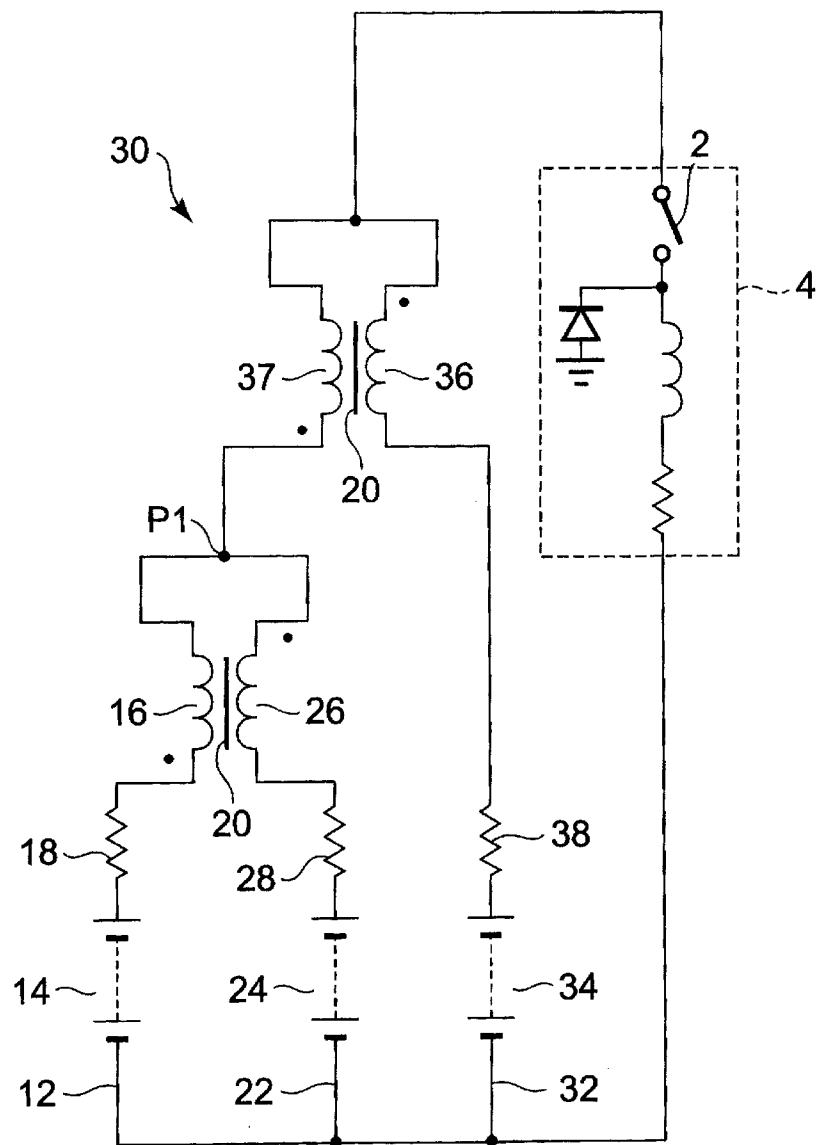
[請求項8] 前記第 1 電源と前記第 2 電源との最大出力電流比及び最大出力電力比のいずれか一方に応じて、前記第 1 インダクタと前記第 2 インダクタとの巻数比が設定されていることを特徴とする請求項 7 に記載の並列電源システム。

- [請求項9] 前記第 1 電源および前記第 2 電源は電池であり、
 前記第 1 電源と前記第 2 電源との容量比に応じて、前記第 1 インダクタと前記第 2 インダクタとの巻数比が設定されていることを特徴とする請求項 7 に記載の並列電源システム。
- [請求項10] 前記変動電流が流れる負荷は、インバータ、チョッパ及びスイッチング電源のいずれかであることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の並列電源システム。

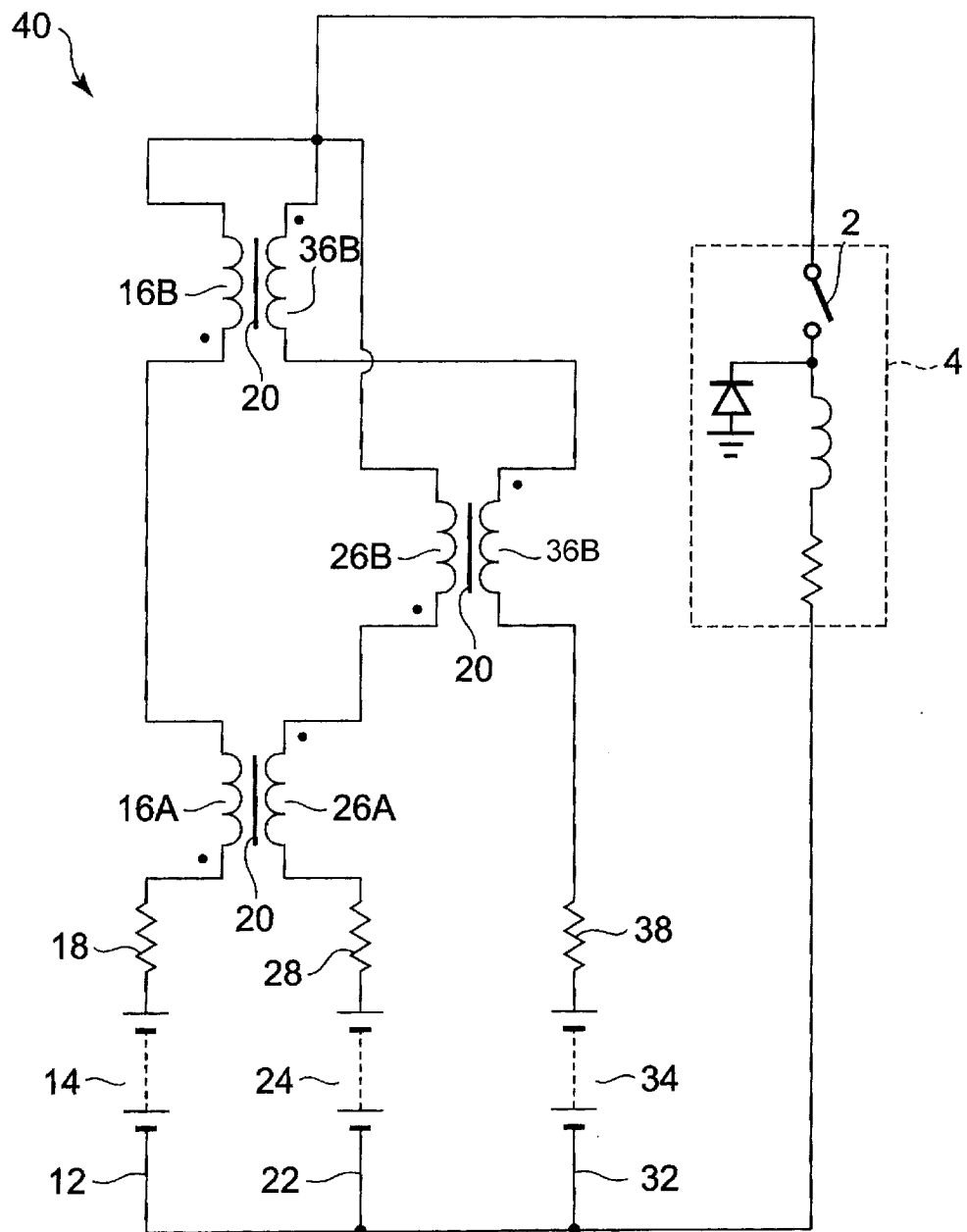
[図1]



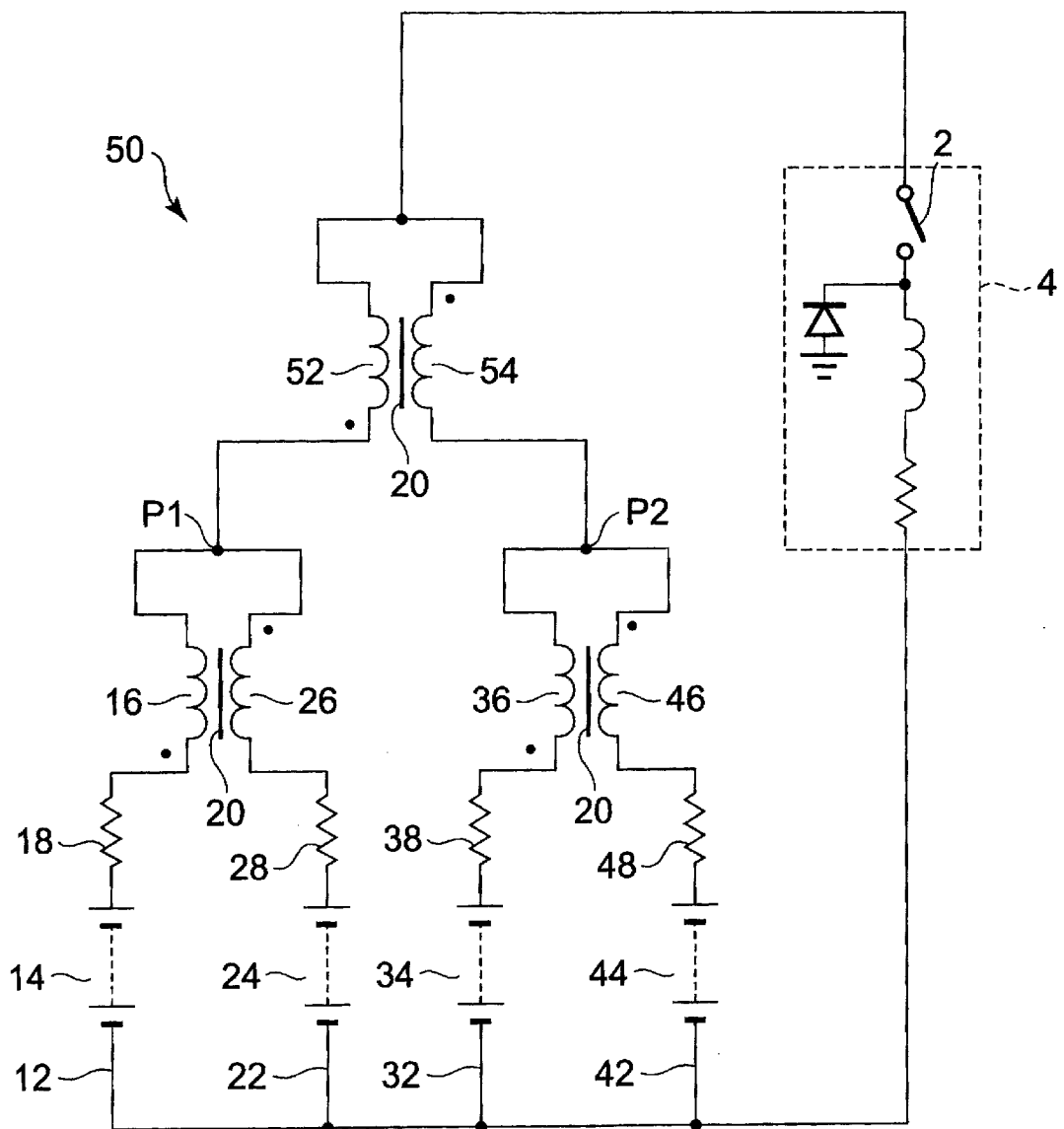
[図2]



[図3]

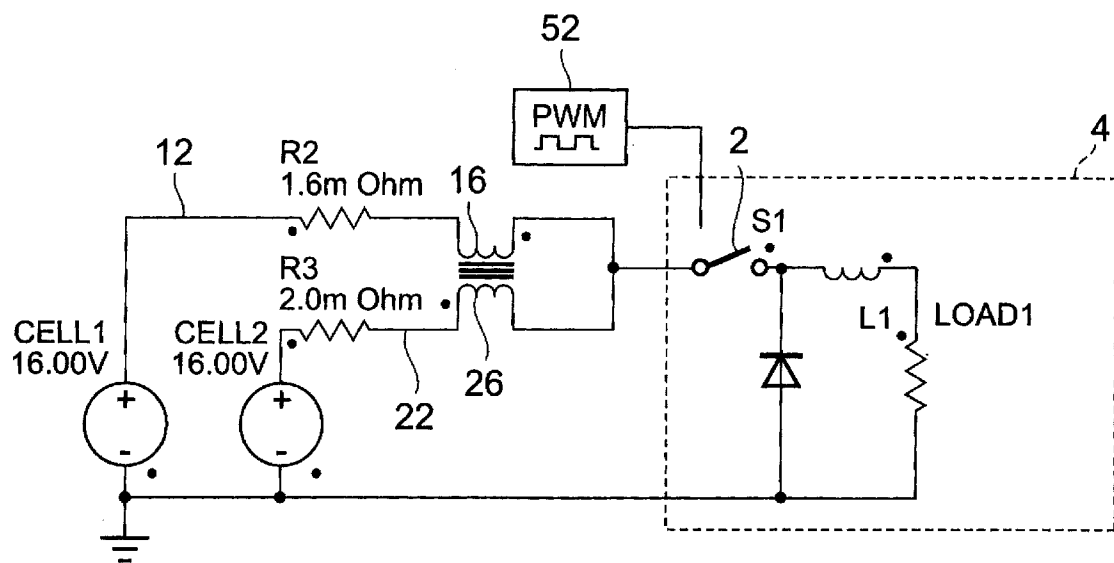


[図4]

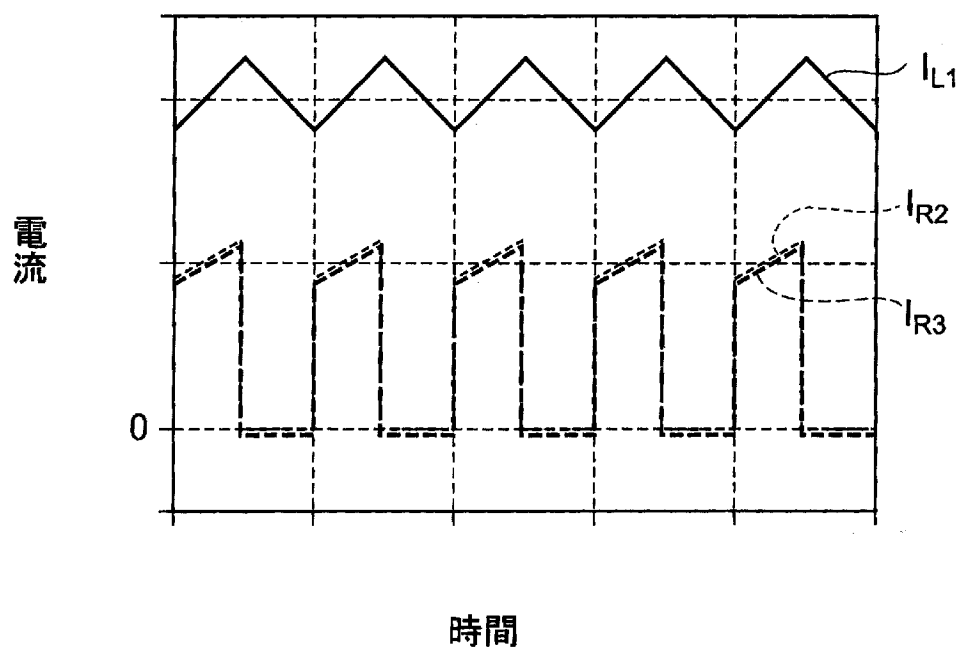


[図5]

(a)

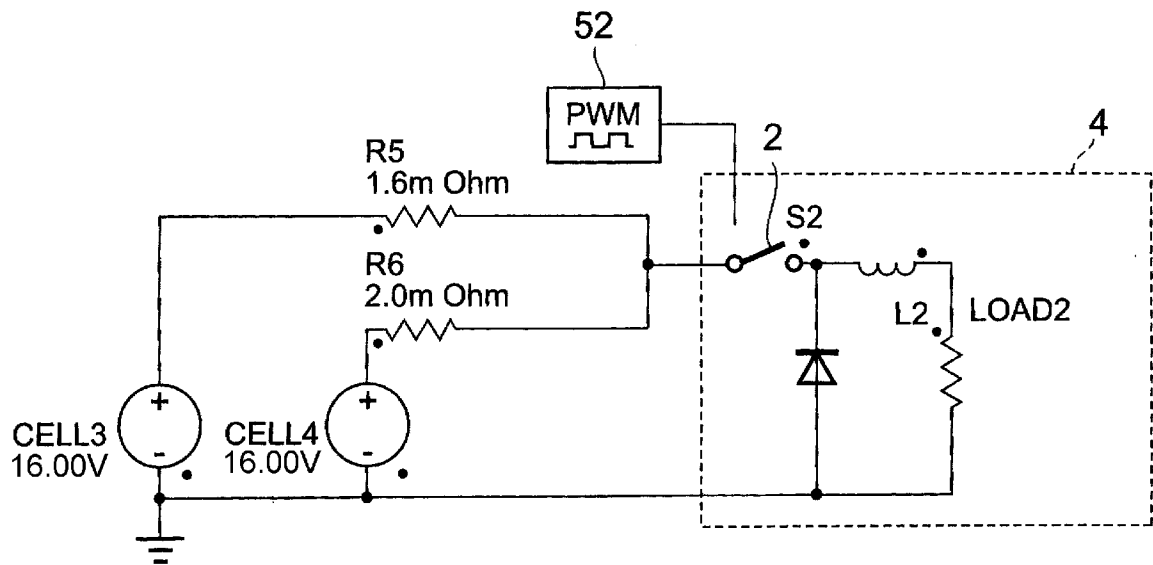


(b)

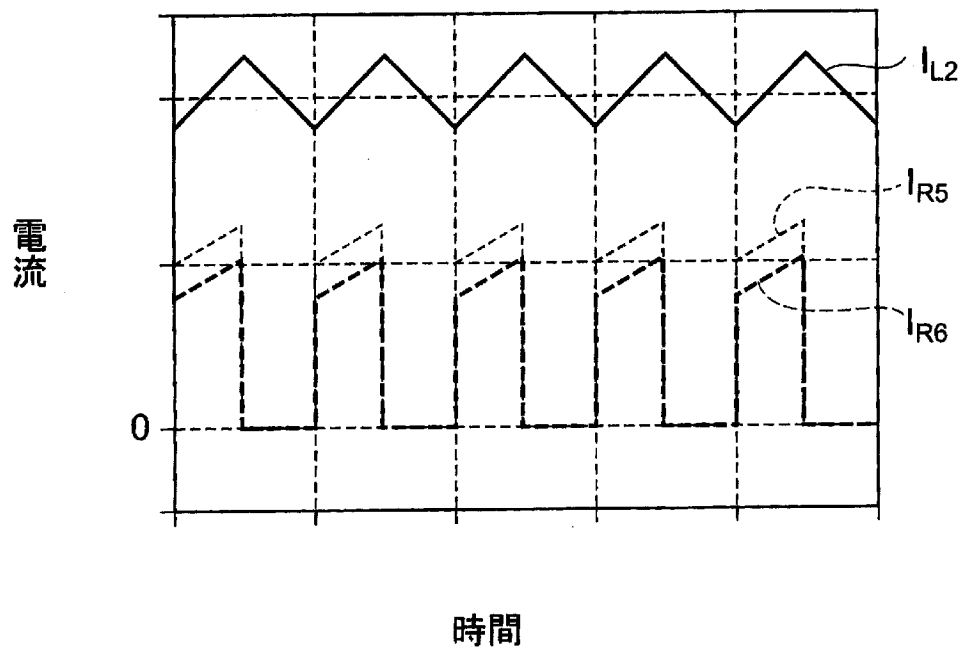


[図6]

(a)

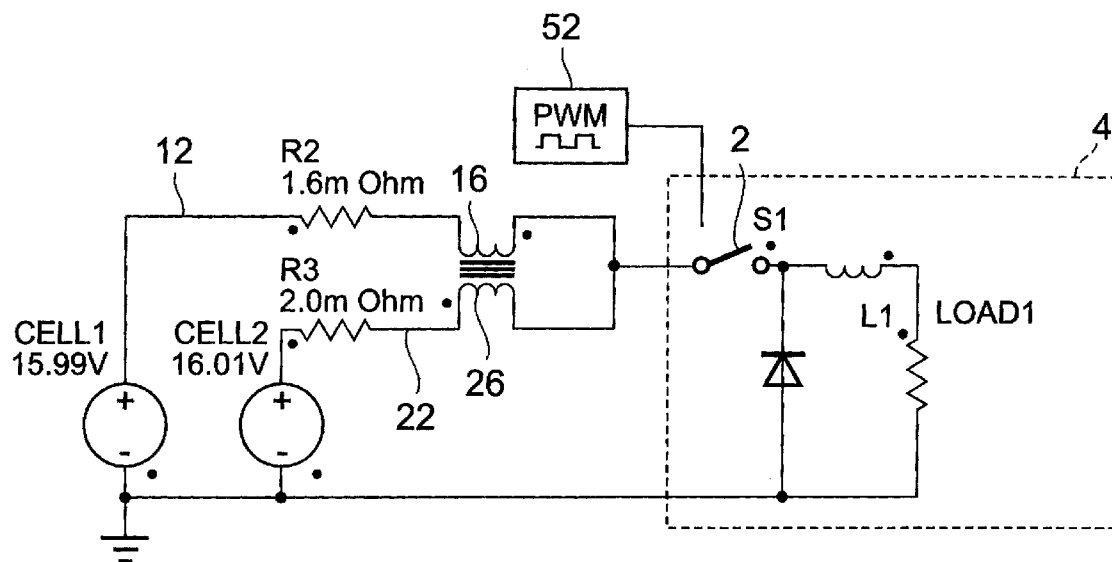


(b)

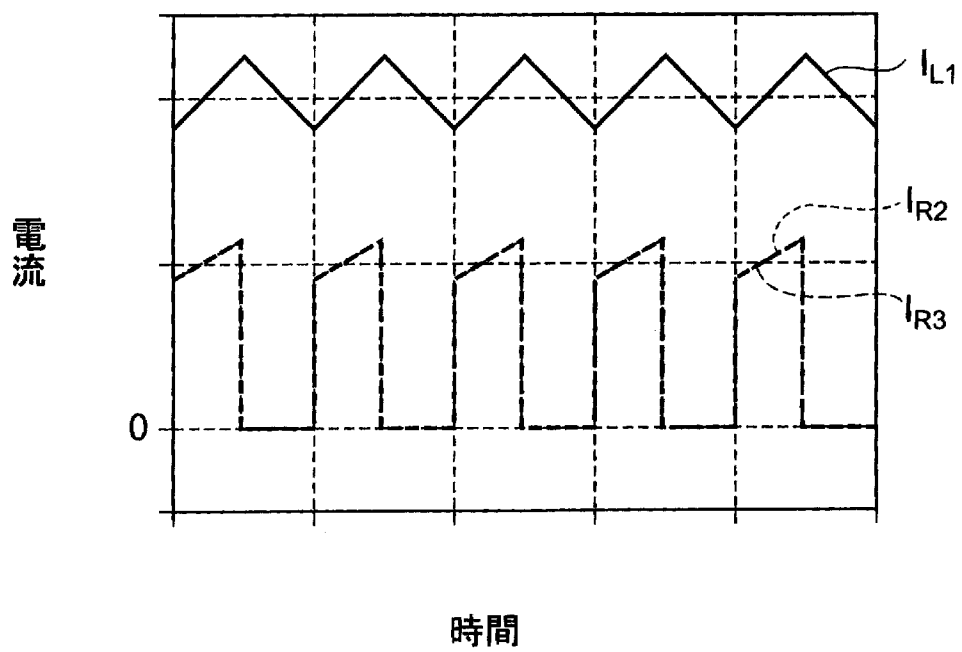


[図7]

(a)

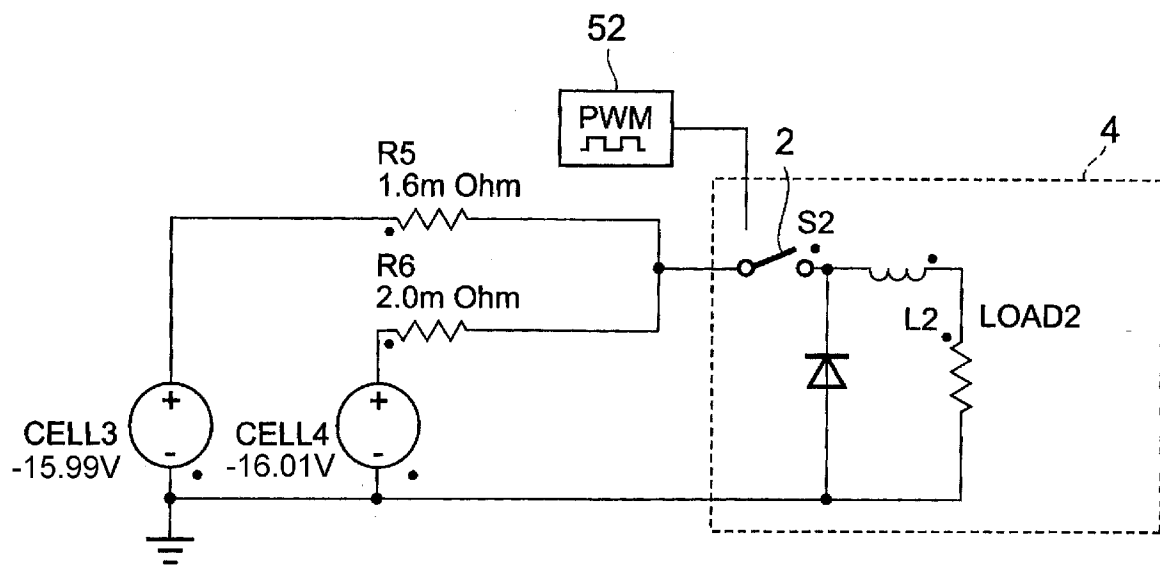


(b)

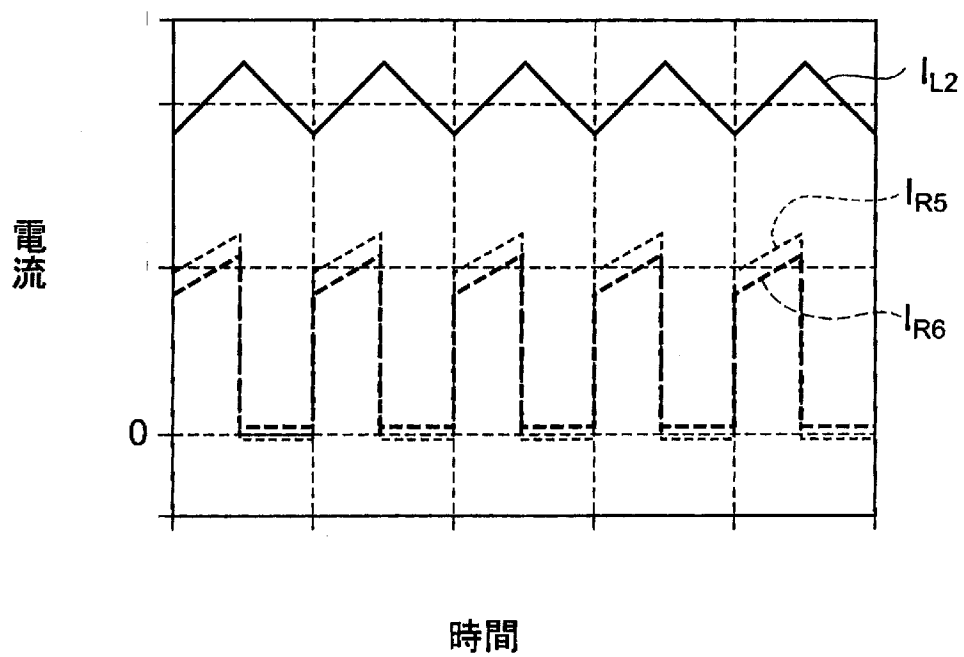


[図8]

(a)

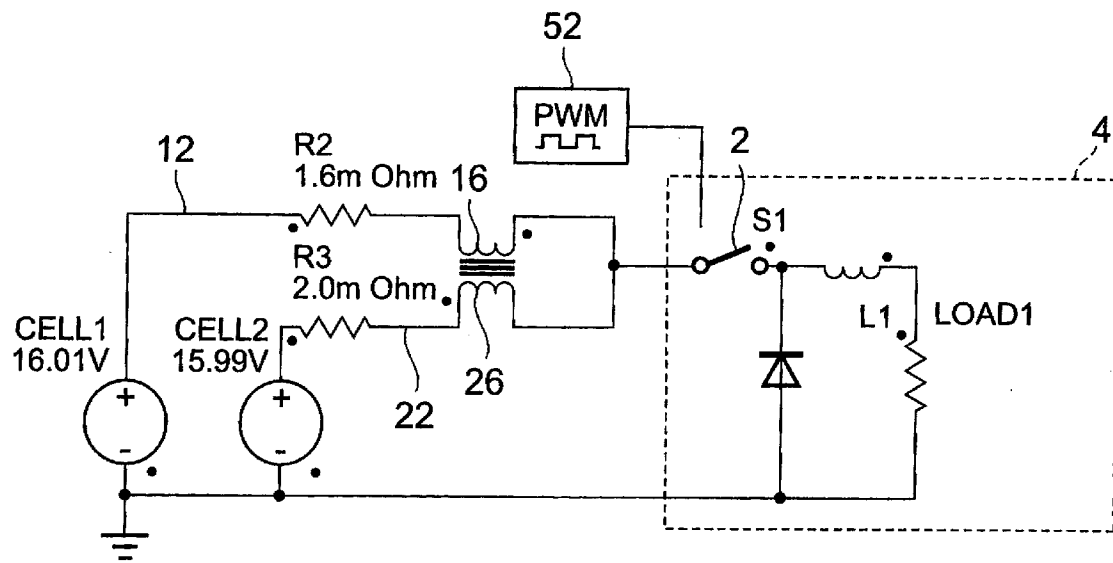


(b)

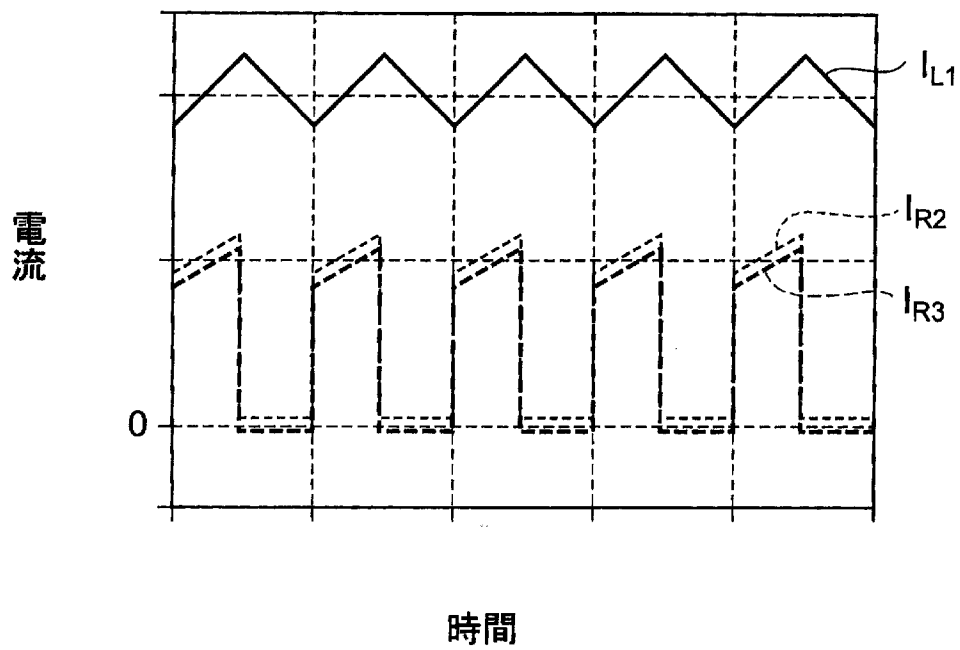


[図9]

(a)

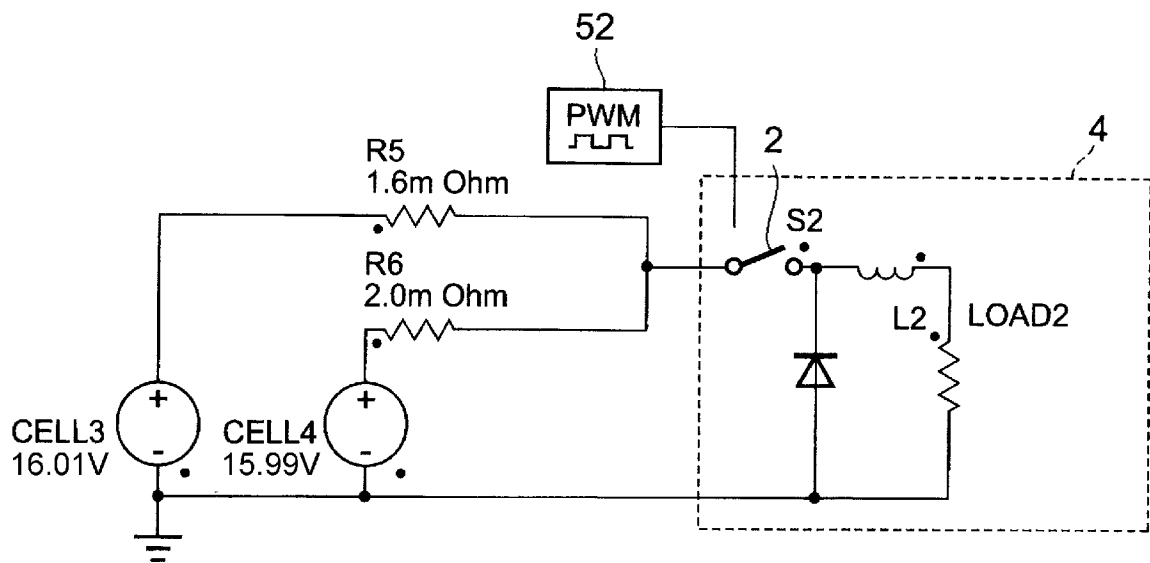


(b)

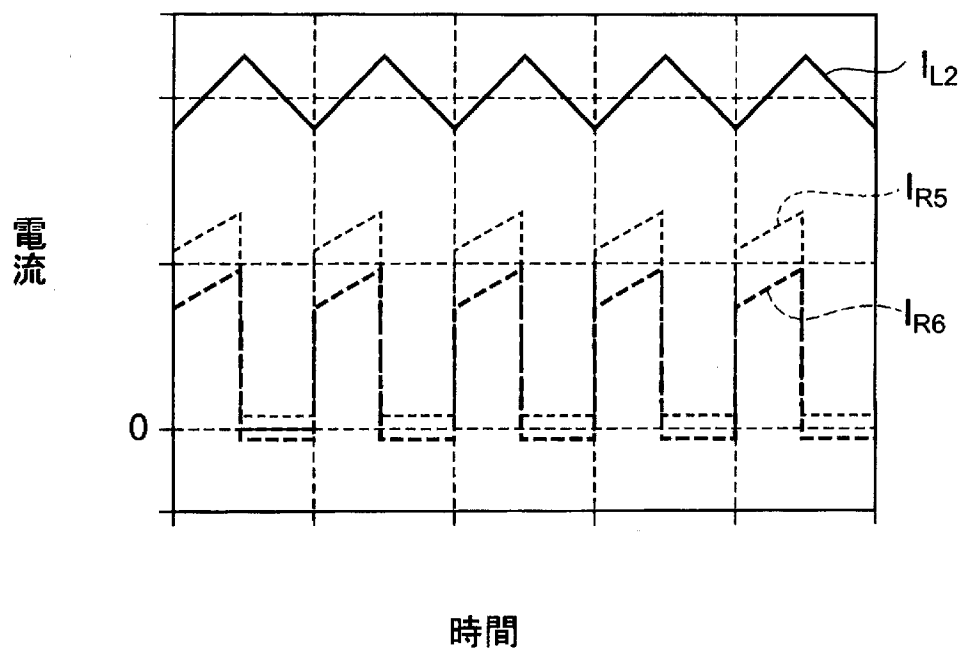


[図10]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053582

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J7/00(2006.01)i, H01M10/44(2006.01)i, H02J7/34(2006.01)i, H02M3/155(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J7/00, H01M10/44, H02J7/34, H02M3/155

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2008-252987 A (Toyota Motor Corp.), 16 October 2008 (16.10.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1, 4-5, 7-10 2-3, 6
Y	JP 51-081928 A (Mitsubishi Electric Corp.), 17 July 1976 (17.07.1976), entire text; all drawings (Family: none)	2-3
Y	JP 60-035923 A (Energy Development Associates, Inc.), 23 February 1985 (23.02.1985), page 6, lower left column, line 1 to page 7, upper right column, line 6 & US 4502001 A	6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 April, 2012 (04.04.12)

Date of mailing of the international search report
17 April, 2012 (17.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02J7/00(2006.01)i, H01M10/44(2006.01)i, H02J7/34(2006.01)i, H02M3/155(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02J7/00, H01M10/44, H02J7/34, H02M3/155

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2008-252987 A (トヨタ自動車株式会社) 2008.10.16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 4 -5, 7 -10 2 - 3, 6
Y	JP 51-081928 A (三菱電機株式会社) 1976.07.17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	2 - 3
Y	JP 60-035923 A (エナジーイ デベロップメント アソシエイツ, インコーポレーテッド) 1985.02.23, 第6頁左下欄第1行-第7頁右上欄第6行 & US 4502001 A	6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 4 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

赤穂 嘉紀

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 8

5 T

3 4 5 8