

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-525590

(P2004-525590A)

(43) 公表日 平成16年8月19日(2004.8.19)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H02J 7/04F I  
H02J 7/04テーマコード(参考)  
5G003

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2002-546276(P2002-546276)  
 (86) (22) 出願日 平成13年11月28日(2001.11.28)  
 (85) 翻訳文提出日 平成15年5月30日(2003.5.30)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2001/044558  
 (87) 国際公開番号 W02002/045248  
 (87) 国際公開日 平成14年6月6日(2002.6.6)  
 (31) 優先権主張番号 60/250,390  
 (32) 優先日 平成12年11月30日(2000.11.30)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)  
 (31) 優先権主張番号 10/085,788  
 (32) 優先日 平成13年10月19日(2001.10.19)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)  
 (81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), JP

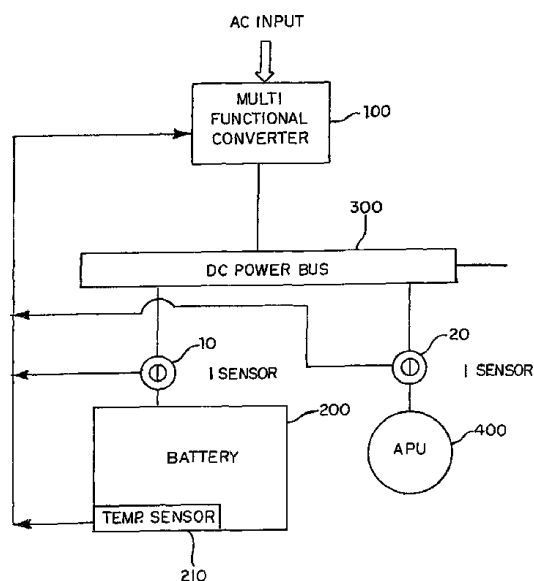
(71) 出願人 500575824  
 ハネウェル・インターナショナル・インコーポレーテッド  
 アメリカ合衆国ニュージャージー州07962, モーリスタウン, コロンビア・ロード101  
 (74) 代理人 100089705  
 弁理士 社本 一夫  
 (74) 代理人 100076691  
 弁理士 増井 忠式  
 (74) 代理人 100075270  
 弁理士 小林 泰  
 (74) 代理人 100080137  
 弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多機能AC/DCコンバーター

## (57) 【要約】

多機能AC/DCコンバーター(100)は、直流電力バス(300)に接続されたバッテリー(200)の少なくとも一つの特性の関数としてAC/DC変換を制御することにより、コンバーター(100)により直流電力バス(300)へ出力される電圧は、バッテリー(200)を効率的に充電するよう変化する。本発明の一つの実現形態においては、多機能AC/DCコンバーター(100)はまた、供給された電圧がAPU(400)を始動するのに適するよう、補助電力ユニット(400)の始動状態に基づいて直流電力バスへの電圧出力を調整する。本発明は、バス(300)に接続されるバッテリー(200)を効率的に充電し、及び/又はバス(300)に接続されるAPU(400)を始動するために出力電圧を調節しながら、電圧出力を直流電力バスのコンプライアンス範囲内(例えば、27.5~29Vdc)に維持する、航空機用電力システムにおける実現形態に適する。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

電氣的負荷に供給され、直流電力バス（３００）を介して再充電可能バッテリー（２００）に伝えられる電圧を調整するための多機能装置（１００）であって、  
交流供給電圧を受け取り、前記交流供給電圧を調整された直流電圧に変換し、前記調整された直流電圧を前記直流電力バス（３００）に出力するＡＣ／ＤＣコンバーター（１１０、１２０、１４０、１５０）と、  
前記バッテリー（２００）の特性の関数として前記ＡＣ／ＤＣコンバーター（１１０、１２０、１４０、１５０）により実行される変換を制御する電力コントローラ（１３０）と、  
を備える装置。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 記載の装置であって、前記直流電力バス（３００）が、電氣的負荷を接続された航空宇宙用電力システムの電力バスである装置。

**【請求項 3】**

請求項 1 記載の装置であって、前記ＡＣ／ＤＣコンバーター（１１０、１２０、１４０、１５０）が、第一の制御モードの期間に前記直流バス（３００）から前記バッテリー（２００）への一定の電流の流れを維持する直流電圧を出力するよう、前記電力コントローラ（１３０）が、前記ＡＣ／ＤＣコンバーター（１１０、１２０、１４０、１５０）により実行される変換を制御する装置。

20

**【請求項 4】**

請求項 1 記載の装置であって、前記ＡＣ／ＤＣコンバーター（１１０、１２０、１４０、１５０）が、第二の制御モードの期間に第一の直流定電圧を出力するよう、前記電力コントローラ（１３０）が、前記ＡＣ／ＤＣコンバーター（１１０、１２０、１４０、１５０）により実行される変換を制御する装置。

**【請求項 5】**

請求項 4 記載の装置であって、前記ＡＣ／ＤＣコンバーター（１１０、１２０、１４０、１５０）が、第三の制御モードの期間に前記第一の直流定電圧より低い第二の直流定電圧を出力するよう、前記電力コントローラ（１３０）が、前記ＡＣ／ＤＣコンバーター（１１０、１２０、１４０、１５０）により実行される変換を制御する装置。

30

**【請求項 6】**

請求項 1 記載の装置であって、前記ＡＣ／ＤＣコンバーター（１１０、１２０、１４０、１５０）が、  
前記交流供給電圧を直流中間電圧に変換する第一のＡＣ／ＤＣ変換段（１１０）と、  
前記直流中間電圧を交流中間電圧に変換するスイッチング・モジュール（１２０）と、  
前記交流中間電圧を交流通降電圧に変圧する出力変圧器（１４０）と、  
前記交流通降電圧を直流電圧に変換する整流器（１５０）と、  
を含む装置。

**【請求項 7】**

請求項 6 記載の装置であって、前記電力コントローラ（１３０）が、前記交流中間電圧の二乗平均レベルを制御するために、スイッチ・ゲート信号を生成し、前記スイッチ・ゲート信号を前記スイッチング・モジュール（１２０）に出力する装置。

40

**【請求項 8】**

請求項 7 記載の装置であって、前記電力コントローラ（１３０）が、前記バッテリー（２００）の再充電状態に依存して変動するパルス幅を有するパルス幅変調されたスイッチング信号を生成する装置。

**【請求項 9】**

請求項 1 記載の装置であって、前記電力コントローラ（１３０）が、前記ＡＣ／ＤＣコンバーター（１１０、１２０、１４０、１５０）により実行される変換を、前記バッテリー（２００）の温度の関数として制御する装置。

50

## 【請求項 10】

請求項 1 記載の装置であって、前記 A C / D C コンバーター ( 1 1 0 、 1 2 0 、 1 4 0 、 1 5 0 ) が、前記直流電力バス ( 3 0 0 ) を介して前記調整された直流電圧を補助電力ユニット ( 4 0 0 ) へ出力し、前記電力コントローラ ( 1 3 0 ) が、更に、前記 A C / D C コンバーター ( 1 1 0 、 1 2 0 、 1 4 0 、 1 5 0 ) により実行される変換を、前記補助電力ユニット ( 4 0 0 ) により引き出される電流の関数として制御する装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

関連出願

本出願は、2000年11月30日に出版された米国仮出願第60/250,390号について合衆国法典第35巻第119条(e)に基づく優先権を主張するものであり、該出願の全内容は参照により本明細書に援用されるものとする。

## 【0002】

発明の背景

## 1. 発明の属する技術分野

本発明は、電力システムの A C / D C コンバーターに関する。

## 【0003】

## 2. 関連技術の説明

従来の電力システム設計は、主直流電源として変圧整流器 ( 「 T R U 」 ) を含むが、T R U の出力電圧は適用される負荷により異なる。出力電圧の変化する性質のために、T R U は、バックアップ / 補助電源としてあてにされているバッテリーを充電するには不適切であると考えられてきた。特に、T R U の出力電圧の変化する性質は、定電位又は定電流の充電モードを可能にしない。この欠点に取り組むため、いくつかのシステムは、充電性能を改良するために、T R U バスからバッテリーを接続し切断するための O N / O F F 装置を利用する。

## 【0004】

他の従来のアプローチは、定出力電圧を生成する主電源として、直流発電機を利用する。そのような直流発電機は、定電位でバッテリーを充電するには適しているが、このアプローチは始動サイクルの開始時にバッテリーに流れ込む電流を制限すること、バッテリーの充電状態 ( 「 S O C 」 ) に強く影響する温度変化を補償することもできない。また、直流発電機は、細流充電量を制御しないことにより、バッテリーから徐々に電解質を失わせる。

## 【0005】

更に別の従来のアプローチは、定出力電圧を有する主直流電源として調整型変圧整流器 ( 「 R T R U 」 ) を利用する。R T R U は、定電位でバッテリーを充電することができるが、バッテリーに流れ込む電流を制限すること、温度変化を補償することもできない。また、細流充電量を制御しないことにより、R T R U は、バッテリーから徐々に電解質を失わせる。

## 【0006】

上記の欠点のために、通常は、主直流電源に加えて、別個のバッテリー充電器のような追加の装置が利用される。充電電圧は時々高くなり得るため、バッテリーは充電中に、電力システムの主直流バスから切断されなければならない。このことは特別な電力バス配置を必要とし、バッテリーの利用をバスの存在により制限するため、直流電力システムの柔軟性及び品質に影響する。

## 【0007】

発明の概要

本発明は、バスに接続された負荷に電力を供給しながら効果的にバッテリーを充電するようにコンバーターにより直流電力バスに出力される電圧が変化するように、直流電力バスに接続されるバッテリーの少なくとも一つの特性の関数として交流から直流への変換を制御

10

20

30

40

50

する多機能 A C / D C コンバーターを提供することにより、従来の電力システム設計の上記の欠点に対処する。本発明の一つの実現形態においては、多機能 A C / D C コンバーターはまた、供給される電圧が補助電力ユニット（「A P U」）を始動するために適切であるよう、直流電力バスへの電圧出力を A P U の始動状態に基づいて調整する。本発明は、バスに接続されたバッテリーを効果的に充電し、及び / 又はバスに接続された A P U を始動するために出力電圧を調整しながら、直流電力バスのコンプライアンス範囲内（例えば、27.5 ~ 29.5 V d c）に電圧出力を維持する航空機用電力システムにおける実現形態に適する。

#### 【0008】

本発明の一つの実施の形態においては、多機能 A C / D C コンバーターは、再充電バッテリーにより引き出される電流レベルを監視し、A C / D C 変換回路により出力される電圧をバッテリーの充電状態に基づいて制御する電力制御ユニットを含む。バッテリーが完全に又はほとんど放電される第一の電力制御段階において、電力制御ユニットは、制御されない又は過剰な量の電流をバッテリーが引き出すことを防ぐため、出力電圧を比較的低いレベル（電力システムのコンプライアンス範囲内）に制御する。バッテリーが充電され、バッテリーの内部インピーダンスが大きくなるにつれて、電力制御ユニットは出力電圧が大きくなることを許容し、それによりバッテリーに流れ込む電流を、バッテリーを効果的に充電するために適切なレベルに維持する。出力電圧がしきい値レベルに達した場合、電力制御ユニットは、電流が連続的に減少するにも関わらずバッテリーが充電を続けるよう、出力電圧を高いレベル（例えば、直流電力バスのコンプライアンスの上限近く）に一定に維持する第二の制御段階を始める。この第二の電力制御段階の期間に、本発明の一つの実現形態における電力制御ユニットは、出力電圧を、より高いバッテリー温度に対しては出力電圧がより低く、より低いバッテリー温度に対してはより高くなるよう、バッテリー温度の関数として制御する。この温度補償は、バッテリー充電プロセスの効率を向上させる。バッテリーにより引き出される電流がしきい値レベル以下に落ちる場合（例えば、バッテリーが約 80 % 再充電されたことを示す場合）、電力制御ユニットは出力電圧を、バッテリーを細流充電する（すなわち、定電位の細流充電モードに達する）ための調整された公称レベル（例えば、航空機の直流バスの実現形態においては 28 V d c）へ下げる第三の電力制御段階を始める。この第三の電力制御段階は、細流充電中の電解質の損失を防止する。

#### 【0009】

単一のユニットに多機能を組み込むことにより、本発明に係る A C / D C コンバーターは信頼性を向上させる。これは、充電バッテリーを直流電力バスへ接続し、又は直流電力バスから切り離すための追加のライン交換ユニット（「L R U」）及び関連するスイッチング装置が必要とされず、より少ない制御及び電力配線を必要とするからである。更に、再充電バッテリーは連続的に直流電力バスに接続され得るため、本発明は、交流電力の中断又は他のシステム障害の期間での直流サブシステムにおける無停電変圧（N B P T）を可能とし、独立したバッテリー充電器を要するシステムと比較して、直流システムの重量及びコストを削減する。

#### 【0010】

##### 発明の詳細な説明

本発明の他の態様及び利点は、以下の発明の詳細な説明を読み、図面を参照することにより明らかになる。

#### 【0011】

図 1 は、本発明に係る、多機能 A C / D C コンバーターの例としての実現形態、及び典型的な航空宇宙用直流サブシステムへの多機能 A C / D C コンバーターの統合を図示する。図 1 に示される例としての実現形態において、多機能コンバーター 100、バッテリー 200 及び補助電力ユニット 400 は、航空機用電力サブシステムの複数の直流電力バスのうちの一つであり得る直流電力バス 300 に接続される。直ちに明らかなように、様々な電氣的負荷及び他の要素が直流電力バス 300 に接続され得る。多機能コンバーター 100

0 は、交流入力（例えば、115 又は 230 V a c）を受け、以下に詳細に論じられる本発明の原理に従って調整された電圧を出力する。バッテリー電流センサー 10 は、直流電力バス 300 とバッテリー 200 との間に設けられ、バッテリー 200 への電流の流れを監視する。同様に、A P U 電流センサー 20 は、直流電力バス 300 と A P U 400 との間に設けられ、A P U 400 への電流の流れを監視する。

#### 【0012】

多機能コンバーター 100 は、バッテリー 200 の温度を監視する温度センサー 210 の出力と共に、バッテリー電流センサー 10 及び A P U 電流センサー 20 の出力を受け取る。多機能コンバーター 100 はまた、直流電力バス 300 上の負荷レベルの増減を示すものとして、規制点（「P O R」）電圧を受け取る。以下に詳細に記述されるように、多機能コンバーター 100 は、バッテリー 200 を効果的に再充電し且つ電解質の損失を防止するように出力電圧を調整しながら、出力電圧が、対応する直流電力サブシステムのコンプライアンス範囲内（例えば、航空機の実現形態に対しては 27.5 ~ 29 V d c の範囲内）であるように制御する。更に、多機能コンバーター 100 は、A P U 400 の起動期間に、A P U 400 の初期電流を効果的な起動に必要なレベルに制限するように出力電圧を調整する。A C / D C コンバーター 100 は、独立して A P U 400 を起動させ、又は起動プロセスにおいてバッテリーを支援し得る。

#### 【0013】

図 2 は、本発明の一つの実施の形態に従う多機能 A C / D C コンバーター 100 の構成のブロック図である。図 2 に見られるように、多機能コンバーター 100 は、( a ) 第一段の A C / D C コンバーター 110、( b ) スイッチング・モジュール 120、( c ) 電力制御ユニット 130、( d ) 出力変圧器 140 及び ( e ) 出力整流器・フィルタ・ユニット 150 を含む。従来の電力システム設計におけるように、第一段の A C / D C コンバーターは三相交流電圧（例えば、400 H z、又は 360 ~ 800 H z までの可変周波数における 115 又は 230 V a c）を受け取り、三相交流電圧を直流中間電圧（例えば、270 V d c）に変換する。この最初の A C / D C 変換は、位相変換と整流の回路の組合わせにより実行され得る。例えば、三相から九相への単巻変圧器（図示せず）は、三相入力電圧を九相交流電圧に変換し得る。結果として生じた九相交流電圧は 18 パルス整流器（図示せず）に接続されて直流電圧に変換される。明らかなように、三相入力電圧を直流中間電圧に変換するための代替の構成が利用され得る。スイッチング・モジュール 120 は、電力制御ユニット 130 により出力されるスイッチ・ゲート信号に基づいて、第一段の A C / D C コンバーター 110 により出力される直流電圧を交流電圧に変換する。スイッチング・モジュール 120 は、例えば絶縁ゲート型バイポーラ・トランジスタ（「I G B T」）のようなパワーデバイスの既知の「Hブリッジ」構成として実現され得、出力変圧器 140 の一次コイルに交流電圧を発生させるため、二対の I G B T が二者択一的に作動させられる。

#### 【0014】

本発明によると、スイッチング制御モジュール 120 は、( 1 ) バッテリー電流センサー 10 の出力、( 2 ) バッテリー温度センサー 210 の出力、( 3 ) A P U 電流センサー 20 の出力及び ( 4 ) 直流電力バス 300 上の負荷を示す P O R 電圧のうちの一つ又はそれ以上に基づいて、電力制御ユニット 130 により制御される二乗平均（「R M S」）レベルを有する交流電圧を生成する。このスイッチング制御は、図 3 及び図 4 に関連して以下により詳細に論じられる。スイッチング・モジュール 120 により出力される交流電圧は、出力変圧器 140（即ち通降変圧器）により、より低い交流電圧に変圧される。出力変圧器 140 により出力される、より低い交流電圧は、出力整流器・フィルタ・ユニット 150 により整流且つ濾波され、調整された電圧レベルを直流電力バス 300 に出力する。出力整流器・フィルタ・ユニット 150 により出力される調整された電圧は、電圧を所望のレベルに調整するのを助けるため、電力制御ユニット 130 にフィードバックされる。

#### 【0015】

10

20

30

40

50

効率的なバッテリー充電を達成するための電力制御ユニット130の動作は、出力電圧（実線）とバッテリー電流センサー10により測定されたバッテリー入力電流（断続線）とを、バッテリー200の充電サイクルに対して図示する図3の概念図に関連して次に記述される。図3に図示されるように、電力制御ユニット130は、直流電力バス300のコンプライアンス範囲内（例えば、27.5～29.5Vdc）に出力電圧を維持しながら、バッテリー200の三つの再充電段階を達成するように動作する。バッテリーが完全に又はほとんど放電される第一の電力制御段階において、電力制御ユニット130は、出力電力を、バッテリー200への一定の制限された電流を維持する（電力システムのコンプライアンス範囲内の）比較的低いレベルに制御する。この電力制御段階は、バッテリーを損傷しコンバーター100に過剰な負荷を与え得る、制御されない又は過剰な量の電流を、バッテリー200が引き出すことを防止する。 10

#### 【0016】

バッテリー200が充電され、その内部インピーダンスが大きくなるにつれて、電力制御ユニット130は出力電圧が大きくなることを許容し、それによりバッテリー200に流れ込む電流を一定レベルに維持する。出力電圧が、例えば、直流電力バスのコンプライアンス・レベルの上限のすぐ下のような最大しきい値レベルに達したとき、電力制御ユニット130は、電流が連続的に減少するにも拘わらずバッテリー200が充電を続けるよう、出力電圧を最大コンバーター出力電圧又はその近くに一定に維持する第二の制御段階を開始する。この第二の制御段階の期間には、バッテリー200への充電電流は、バッテリーの内部インピーダンスの増加のために、連続的に減少する。この第二の電力制御段階の期間に、本発明の一つの実現形態における電力制御ユニット130は、バッテリー充電プロセスを最適化するよう、出力電圧をバッテリー温度の関数として制御し、出力電圧は、より高いバッテリー温度に対してはより低くされ、より低いバッテリー温度に対してはより高くされる。この温度補償は、バッテリーの充電効率を向上させる。 20

#### 【0017】

最後に、バッテリーにより引き出される電圧がしきい値レベル以下に落ちる場合（例えば、バッテリーが約80%再充電されたことを示す場合）、電力制御ユニット130は、バッテリーを細流充電する（すなわち定電位の細流充電モードに達する）ための調整された公称レベル（例えば、航空機の直流バスの実現形態においては28Vdc）へ出力電圧を引き下げる第三の電力制御段階を開始する。この電圧レベルは、電解質損失を最小化するために第二の制御段階において用いられていたものより低い。この細流充電の定電圧段階の期間には、バッテリー200への充電電流は、非常に低いレベル（例えば、1アンペア又はそれ以下）に維持される。バッテリー電流及びコンバーター100の出力電圧における時間変化に従うことにより、電力制御ユニット130は、ある種の制限内でバッテリーの充電レベルを決定し、バッテリーの推定された充電状態を示す信号を出力することができる。例えば、電力制御ユニット130は、バッテリー200が飛行のための用意ができていることを示す信号を、航空機の実現形態におけるフライト・デッキに出力し得る。 30

#### 【0018】

コンバーター100の出力電圧を制御しながら、電力制御ユニット130は、出力電圧が当該適用において利用される電力品質基準の要件を遵守する範囲内に維持されることを保証する。この電圧レベルは、バッテリー200を直流電力バス300に連続的に接続することを可能にする。従って、バッテリー200は、交流電力の中断又は他のシステム障害の際、直ちに利用可能である。上記に説明されたバッテリー充電段階は、電力制御ユニット130において、専用集積回路（「IC」）カードの形で実現され得、ハードウェア、ソフトウェア、又はハードウェアとソフトウェアとの組み合わせにより実現され得る。充電プロセスを最適化するため、印加される電圧は、例えば、より高いバッテリー温度に対してはより低く、より低いバッテリー温度が測定された場合にはより高くなるように、温度補償され得る。 40

#### 【0019】

図4は、電力制御ユニット130、スイッチング・モジュール120、出力変圧器140 50

及び出力整流器・フィルタ・ユニット１５０の例としての構成を図示する。図４に示されるように、電力制御ユニット１３０は、POR電圧の尺度、バッテリー２００及びAPU４００の電流尺度、バッテリー２００の温度、及びコンバータ１００の出力電圧の尺度を受取るパルス幅変調（「PWM」）ユニット１３２を含む。PWMユニット１３２は、バッテリー２００の少なくとも一つの特性に依存して（例えば、バッテリー充電状態に依存して）幅が変動する一連のパルスを生成する。パルス幅は、更に、POR電圧により表わされる負荷の変化を補い、且つAPU４００の始動状態を補うように調整され得る。PWMユニット１３２は、スイッチング・モジュール１２０のスイッチを駆動するゲート・ドライバ１３４に、生成されたPWM信号を出力する。

#### 【００２０】

図４に見られるように、本発明の一つの実現形態に従うスイッチング・モジュール１２０は、図４の例としての実現形態においてはnチャンネルIGBTであるパワーデバイスの従来のHブリッジ構成である。図４に示されるスイッチング・モジュール１２０は第一、第二、第三及び第四のIGBTモジュール１２２、１２４、１２６及び１２８を含み、それぞれのモジュールは、IGBT及び逆平行ダイオードから形成され、逆平行ダイオードのアノードは対応するIGBTのエミッタに接続され、カソードは対応するIGBTのコレクタに接続される。第一、第二、第三及び第四のIGBTモジュール１２２、１２４、１２６及び１２８のゲートは、ゲート・ドライバ１３４の出力を受け取るよう接続される。第一のIGBTモジュール１２２及び（対角方向に置かれる）第二のIGBTモジュール１２４は、ゲート・ドライバ１３４への共通接続を共有することにより第一のIGBTモジュールの対を構成し、第三のIGBTモジュール１２６及び（対角方向に置かれる）第四のIGBTモジュール１２８は、ゲート・ドライバ１３４への共通接続を共有することにより第二のIGBTモジュールの対を構成する。ゲート・ドライバ１３４によりIGBTモジュールの対へ出力されるPWMスイッチング信号はずれているため、IGBTモジュールの対は交互にターン・オン/オフし、それにより、図４の例としての構成においては中央タップ付き変圧器である変圧器１４０の一次コイルに交流電圧を発生する。

#### 【００２１】

図４に示されるように、第一のIGBTモジュール１２２のコレクタは、第一段のAC/DCコンバータ１１０の（＋）出力に接続される。同様に、第四のIGBTモジュール１２８のコレクタは、第一段のAC/DCコンバータ１１０の（＋）出力に接続される。第一のIGBTモジュール１２２のエミッタは、第三のIGBTモジュール１２６のコレクタと出力変圧器１４０の一次コイルの第一の側とに接続される。第四のIGBTモジュール１２８のエミッタは、第二のIGBTモジュール１２４のコレクタと出力変圧器１４０の一次コイルの第二の側とに接続される。第三のIGBTモジュール１２６のエミッタ及び第二のIGBTモジュール１２４のエミッタは、第一段のAC/DCコンバータ１１０の（－）出力に接続される。第一及び第二のIGBTモジュール１２２、１２４と第三及び第四のIGBTモジュール１２６、１２８とによりそれぞれ形成される二つのスイッチング・モジュールの対を交互に作動させることにより、ゲート・ドライバ１３４は、スイッチング・モジュール１２０をして出力変圧器１４０の一次コイルに交流電圧を発生させる。この交流電圧のRMS値は、バッテリー充電特性、バッテリー温度、APU始動状態及び本発明の原理に従うPOR電圧のうちの少なくとも一つの関数として変動するゲート・ドライバ１３４により出力されるゲート信号のパルス幅により影響を受ける。

#### 【００２２】

図４において更に示されるように、出力整流器・フィルタ・ユニット１５０は、変圧された交流電圧を直流に変換するため、出力変圧器１４０の二次コイルの一端にそれぞれ接続される一対のダイオード１５２a、１５２bを含む。出力整流器・フィルタ・ユニット１５０は更に、一対のダイオード１５２a、１５２bの出力と出力整流器・フィルタ・ユニット１５０の出力との間に接続されたインダクタ１５４、及び、インダクタ１５４の出力端と、図４の実現形態においては接地された接続として示されるコンバータ配置の負端子との間に接続されたキャパシタ１５６を含む。このインダクタ１５４及びキャパ

10

20

30

40

50

シタ 156 の配置は、ダイオード 152 a、152 b の対から生ずる整流された直流電圧を濾波する。様々な代替の構成が、出力整流器・フィルタ・ユニット 150 に適し得ることが理解されるべきである。

#### 【0023】

電力制御ユニット 130 の動作は、バッテリー 200 の再充電特性に基づいて上記に論じられたが、電力制御ユニット 130 はまた、(図 2 に示されるように) APU 400 により引き出される電流を連続的に監視し得る。APU 始動アプリケーションに利用される場合、電力制御ユニット 130 は、APU 400 により引き出される始動電流を、コンバーター 110 が APU 400 を独立に、又はバッテリーとともに始動するのに適した値に制限する。図 2 に更に示されるように、電力制御ユニット 130 は、出力電圧を負荷の関数として調整するため、POR 電圧を連続的に監視する。直流電力バス 300 上の負荷の増加は、第一段の AC/DC コンバーター 110 において、より高い損失を発生させ、それにより、出力変圧器 140 に印加される RMS 電圧を低下させる。従って、電力制御ユニット 130 は、コンバーター 100 の所望の出力電圧を維持するため、負荷レベルに基づいて、スイッチング・モジュール 120 へのスイッチ・ゲート信号出力のためのパルス幅を調整する。

10

#### 【0024】

単一のユニットに多機能を組み込むことにより、本発明に係る AC/DC コンバーター 100 は、信頼性を向上させる。これは、充電バッテリー 200 を直流電力バス 300 へ接続し又は直流電力バス 300 から切り離すための追加のライン交換ユニット(「LRU」)及び関連するスイッチング装置が必要とされず、より少ない制御及び電力配線を必要とするからである。更に、再充電バッテリー 200 は連続的に直流電力バス 300 に接続され得るため、本発明の原理は、交流電力の中断又は他のシステム障害の期間での直流サブシステムにおける無停電変圧(NBPT)を可能とし、独立したバッテリー充電器を要するシステムと比較して、直流システムの重量及びコストを削減する。

20

#### 【0025】

上記の内容は、本発明の原理を説明するものに過ぎない。理解される通り、本技術分野における技能を有する者は、本文に明らかに記述され又は示されてはいないが、本発明の趣旨及び範囲を具現する様々な構成を考案し得る。

#### 【図面の簡単な説明】

30

#### 【0026】

【図 1】図 1 は、本発明に係る、多機能 AC/DC コンバーター、及び典型的な航空宇宙用直流サブシステムへの多機能 AC/DC コンバーターの統合の、例としての実現形態を図示するブロック図である。

【図 2】図 2 は、本発明の一つの実施の形態に係る多機能 AC/DC コンバーターのブロック図である。

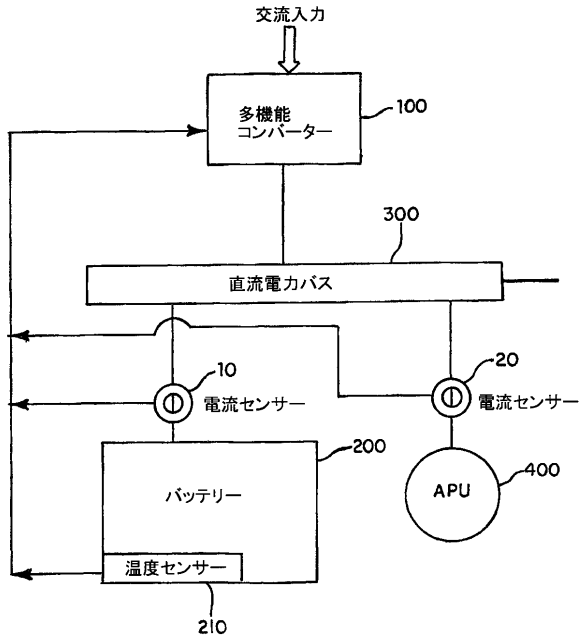
【図 3】図 3 は、本発明の一つの実施の形態に係る、多機能 AC/DC コンバーターによりバッテリー充電制御シーケンスを実現するために利用される電力制御段階を図示する図である。

【図 4】図 4 は、本発明の一つの実施の形態に係る多機能 AC/DC コンバーターの一部として実現される例としての DC/DC コンバーター構成のブロック図である。

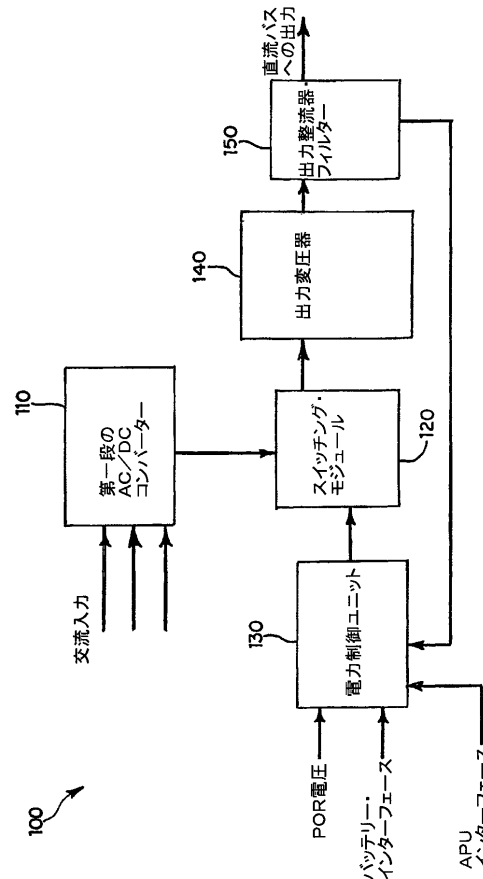
40



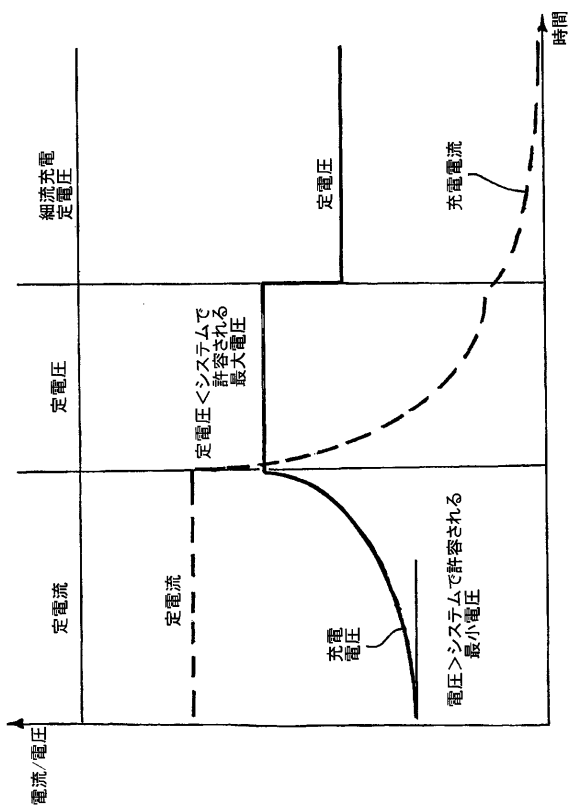
【図 1】



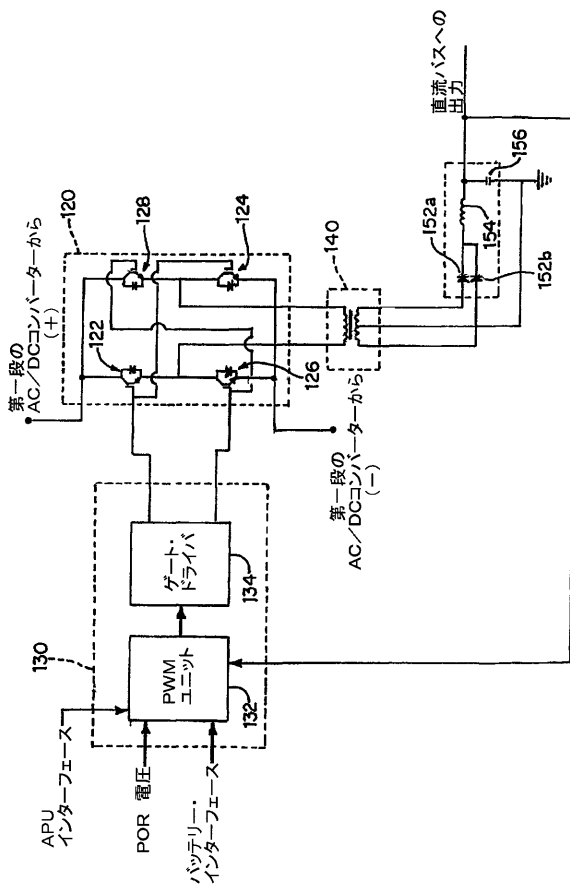
【図 2】



【図 3】



【図 4】



## 【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

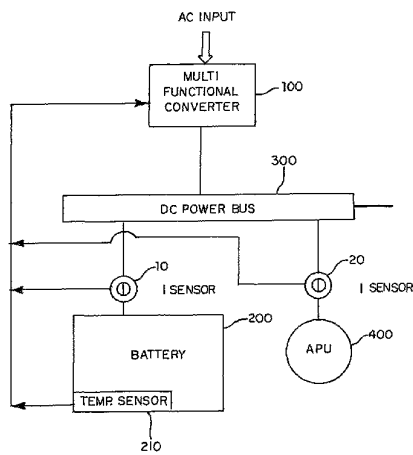
(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau(43) International Publication Date  
6 June 2002 (06.06.2002)

PCT

(10) International Publication Number  
**WO 02/45248 A2**

- (51) International Patent Classification: **H02M** (72) Inventor: LAZAROVICH, David; 252 Judith Avenue, Thornhill, Ontario, CA 09001 (CA).
- (21) International Application Number: PCT/US01/44558 (74) Agents: CRISS, Roger, H. et al.; Honeywell International Inc., 101 Columbia Road, P.O. Box 2245, Morristown, NJ 07960 (US).
- (22) International Filing Date: 28 November 2001 (28.11.2001) (81) Designated State (national): JP.
- (25) Filing Language: English (84) Designated States (regional): European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 60/250,390 30 November 2000 (30.11.2000) US Published: — without international search report and to be republished upon receipt of that report  
10/085,788 19 October 2001 (19.10.2001) US
- (71) Applicant: HONEYWELL INTERNATIONAL INC. [US/US], 101 Columbia Road, P.O. Box 2245, Morristown, NJ 07960 (US). For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: MULTI-FUNCTIONAL AC/DC CONVERTER



(57) Abstract: A multi-functional AC to DC converter (100) controls AC to DC conversion as a function of at least one characteristic of a battery (200) connected to a DC power bus (300), such that the voltage output by the converter (100) to the DC power bus (300) is varied to efficiently charge the battery (200). In one implementation of the present invention, a multi-functional AC to DC converter (100) also adjusts the voltage output to the DC power bus based on a starting condition of an auxiliary power unit (400) so that the supplied voltage is suitable for starting the APU (400). The present invention is suitable for implementation in an aircraft power system to maintain the voltage output within the compliance range of the DC power bus (e.g., between 27.5 and 29 Vdc) while adjusting the output voltage to efficiently charge a battery (200) connected to the bus (300) and/or start an APU (400) connected to the bus (300).

WO 02/45248 A2

WO 02/45248

PCT/US01/44558

## MULTI-FUNCTIONAL AC/DC CONVERTER

RELATED APPLICATION

[0001] This application claims priority under 35 U.S.C. §119(e) of U.S. Provisional Application No. 60/250,390 filed on November 30, 2000, the entire contents of which are herein incorporated by reference.

5 BACKGROUND OF THE INVENTION1. Field of the Invention

[0002] This invention relates to an AC to DC converter of an electrical power system.

2. Description of Related Art

[0003] A conventional power system design includes a Transformer Rectifier Unit ("TRU") as a main DC power source, the output voltage of which varies with applied load. Due to the varying nature of its output voltage, the TRU has been considered unsuitable for charging batteries that are relied on for backup/auxiliary power supply. Specifically, the varying nature of the TRU output voltage does not enable a constant potential or constant current charging mode. To address this drawback, some systems use an ON/OFF device to connect and disconnect the battery from the TRU bus to improve charging performance.

[0004] Another conventional approach utilizes a DC generator as a main power source to generate a constant output voltage. Although such a DC generator is suitable for charging batteries at constant potential, this approach can neither limit the current flowing into the battery at the beginning of the starting cycle nor compensate for temperature variations, which strongly influence the battery State of Charge ("SOC"). Also, by not controlling the amount of trickle charge, the DC generator causes the battery to lose electrolytes over time.

25 [0005] Yet another conventional approach utilizes a Regulated Transformer Rectifier Unit ("RTRU") as a main DC source with constant output voltage. The RTRU can charge batteries at constant potential, but

WO 02/45248

PCT/US01/44558

2

can neither limit the current flowing into the battery nor compensate for temperature variations. Also, by not controlling the amount of trickle charge, the RTRU causes the battery to lose electrolytes over time.

[0006] Due to the above drawbacks, additional equipment, such as a separate battery charger, is commonly used in addition to the main DC power source. Since the charging voltage may be high at times, the battery must be disconnected from the main DC bus of the power system during charging. This requires special power bus arrangements and restricts the use of the battery as a bus presence, thereby affecting DC power system flexibility and quality.

#### Summary of the Invention

[0007] The present invention addresses these drawbacks of conventional power system designs by providing a multi-functional AC to DC converter that controls AC to DC conversion as a function of at least one characteristic of a battery connected to a DC power bus, such that the voltage output by the converter to the DC power bus is varied to efficiently charge the battery while providing power for the bus connected loads. In one implementation of the present invention, a multi-functional AC to DC converter also adjusts the voltage output to the DC power bus based on a starting condition of an auxiliary power unit ("APU") so that the supplied voltage is suitable for starting the APU. The present invention is suitable for implementation in an aircraft power system to maintain the voltage output within the compliance range of the DC power bus (e.g., between 27.5 and 29.5 Vdc) while adjusting the output voltage to efficiently charge a battery connected to the bus and/or start an APU connected to the bus.

[0008] In one embodiment of the present invention, a multi-functional AC to DC converter includes a power control unit that monitors the current level drawn by a recharging battery and controls the voltage output by the AC to DC conversion circuitry based on the charging state of the battery. In a first power control stage, in which the battery is

WO 02/45248

PCT/US01/44558

3

completely or nearly discharged, the power control unit controls the output voltage to a relatively low level (within the compliance range of the power system) to prevent the battery from drawing an uncontrolled or excessive amount of current. As the battery charges, and its internal impedance increases, the power control unit allows the output voltage to increase, thereby maintaining the current flowing to the battery at an adequate level for efficiently charging the battery. When the output voltage reaches a threshold level, the power control unit initiates a second control stage to maintain the output voltage constant at the elevated level (e.g., near the upper compliance limit of the DC power bus) so that the battery continues to charge, albeit at continually decreasing current. During this second power control stage, the power control unit in one implementation of the present invention controls output voltage as a function of battery temperature so that the output voltage is lower for higher battery temperatures and higher for lower battery temperatures. This temperature compensation improves the efficiency of the battery charging process. When the current drawn by the battery drops below a threshold level (e.g., indicating that the battery is about 80% percent recharged), the power control unit initiates a third power control stage to lower the output voltage to a nominal regulated level (e.g., 28 Vdc in an aircraft DC bus implementation) to trickle charge the battery (i.e., achieve constant potential trickle charge mode). This third power control stage prevents electrolyte loss during trickle charge.

[0009] By incorporating multiple functions in a single unit, the AC to DC converter of the present invention improves reliability because additional Line Replaceable Units ("LRUs") and associated switching devices are not required to connect/disconnect the charging battery to/from the DC power bus and requires less control and power wiring. Furthermore, because the recharging battery may be continuously connected to the DC power bus, the present invention enables No-Break-Power-Transfers (NBPT) in the DC subsystem during AC power interrupts

WO 02/45248

PCT/US01/44558

4

or other system failures and reduces DC system weight and cost as compared to a system requiring a separate battery charger.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0010] Other aspects and advantages of the present invention will become apparent upon reading the following detailed description and upon reference to the drawings, in which:

[0011] FIG. 1 is a block diagram illustrating an exemplary implementation of a multi-functional AC to DC converter and its integration into a typical aerospace DC Subsystem according to the present invention;

[0012] FIG. 2 is a block diagram of a multi-functional AC to DC converter according to an embodiment of the present invention;

[0013] FIG. 3 is a diagram illustrating the power control stages utilized by a multi-functional AC to DC converter to implement a battery charging control sequence according to an embodiment of the present invention; and

[0014] FIG. 4 is a block diagram of an exemplary DC/DC converter configuration, which is implemented as part of a multifunctional AC to DC converter in accordance with an embodiment of the present invention.

DETAILED DESCRIPTION

[0015] FIG. 1 illustrates an exemplary implementation of a multi-functional AC to DC converter and its integration into a typical aerospace DC Subsystem according to the present invention. In the exemplary implementation shown in FIG. 1, a multi-functional converter 100, a battery 200, and an auxiliary power unit 400 are connected to a DC power bus 300, which may be one of multiple DC power buses of an aircraft power subsystem. It should be readily apparent that various electrical loads and other elements may be connected to the DC power bus 300. The multi-functional converter 100 receives an AC input (e.g., 115 or 230 Vac) and outputs a voltage that is regulated in accordance with principles of the present invention discussed in detail below. A

WO 02/45248

PCT/US01/44558

5

battery current sensor 10 is provided between the DC power bus 300 and the battery 200 to monitor current flow to the battery 200. Likewise, an APU current sensor 20 is provided between the DC power bus 300 and the APU 400 to monitor current flow to the APU 400.

5 [0016] The multi-functional converter 100 receives the output of the battery current sensor 10 and the APU current sensor 20, as well as the output of a temperature sensor 210, which monitors temperature of the battery 200. The multi-functional converter 100 also receives the point-of-regulation ("POR") voltage as an indication of increasing/decreasing  
10 load levels on the DC power bus 300. As described in detail below, the multi-functional converter 100 controls output voltage to be within the compliance range of the corresponding DC power subsystem (e.g., within the range of 27.5 to 29 Vdc for aircraft implementation) while adjusting the output voltage to efficiently recharge and prevent electrolyte loss of  
15 the battery 200. Furthermore, the multi-functional converter 100 adjusts the output voltage during start-up of the APU 400 to limit the starting current of the APU 400 to a level needed for efficient start up. The AC to DC converter 100 may independently start the APU 400 or assist a battery in the starting process.

20 [0017] FIG. 2 is a block diagram of a multi-functional AC to DC converter 100 configuration according to an embodiment of the present invention. As seen in FIG. 2, the multi-functional converter 100 includes: (a) a first stage AC/DC converter 110; (b) a switching module 120; (c) a power control unit 130; (d) an output transformer 140; (e) and an output  
25 rectifier and filter unit 150. As in a conventional power system design, the first stage AC/DC converter receives 3-phase AC voltage (e.g., 115 or 230 Vac at 400 Hz or variable frequency of 360 to 800 Hz) and converts the 3-phase AC voltage to an intermediate DC voltage (e.g., 270 Vdc). This initial AC to DC conversion may be performed by a combination of  
30 phase-conversion and rectification circuitry. For example, a 3-phase to 9-phase auto-transformer (not shown) may convert the input 3-phase

WO 02/45248

PCT/US01/44558

6

voltage to a 9-phase AC voltage connected to an 18-pulse rectifier (not shown) to convert the resulting 9-phase AC voltage to DC voltage. It should be apparent that alternative configurations may be utilized to convert the input 3-phase voltage to an intermediate DC voltage. The switching module 120 converts the DC voltage output by the first stage AC/DC converter 110 to an AC voltage based on switch gating signals output by the power control unit 130. The switching module 120 may be implemented as a known "H-bridge" configuration of power devices, e.g., insulated gate bipolar transistors ("IGBTs") in which two IGBT pairs are alternatively activated to create an AC voltage across the primary winding of the output transformer 140.

**[0018]** According to the present invention, the switching control module 120 generates an AC voltage having a root-mean-square ("RMS") level that is controlled by the power-control unit 130 based on one or more of the following: (1) output of the battery current sensor 10; (2) output of the battery temperature sensor 210; (3) output of the APU current sensor 20; and (4) POR voltage, which indicates load on the DC power bus 300. This switching control is discussed in more detail below with reference to FIGS. 3 and 4. The AC voltage output by the switching module 120 is transformed to a lower AC voltage by the output transformer 140 (i.e., a step-down transformer). The lower AC voltage output by the output transformer 140 is rectified and filtered by the output rectifier and filter unit 150 to output a regulated voltage level to the DC power bus 300. The regulated voltage output by the output rectifier and filter unit 150 is also fed back to the power control unit 130 to assist regulating voltage to a desired level.

**[0019]** Operation of the power control unit 130 for achieving efficient battery charging will next be described with reference to the diagram of FIG. 3, which illustrates output voltage (solid line) and battery input current (dashed line), as measured by the battery current sensor 10, over a charging cycle of the battery 200. As illustrated in FIG. 3, the



WO 02/45248

PCT/US01/44558

7

power control unit 130 operates to achieve three recharge stages of the battery 200 while maintaining the output voltage within the compliance range of the DC power bus 300 (e.g., between 27.5 and 29.5 Vdc). In a first power control stage, in which the battery is completely or nearly discharged, the power control unit 130 controls the output voltage to a relatively low level (within the compliance range of the power system) that maintains constant limited current flow into the battery 200. This power control stage prevents the battery 200 from drawing an uncontrolled or excessive amount of current which could damage the battery or overload the converter 100.

[0020] As the battery 200 charges, and its internal impedance increases, the power control unit 130 allows the output voltage to increase, thereby maintaining the current flowing to the battery 200 at a constant level. When the output voltage reaches a maximum threshold level, e.g., just under the upper compliance level of the DC power bus, the power control unit 130 initiates a second control stage to maintain the output voltage constant at or near the maximum converter output voltage so that the battery 200 continues to charge, albeit at continually decreasing current. During this second control stage, the charging current into the battery 200 decreases continually due to the increase in the internal battery impedance. During this second power control stage, the power control unit 130 in one implementation of the present invention controls output voltage as a function of battery temperature to optimize the battery charging process, such that the output voltage is made lower for higher battery temperatures and higher for lower battery temperatures. This temperature compensation improves battery charging efficiency.

[0021] Lastly, when the current drawn by the battery drops below a threshold level (e.g., indicating that the battery is about 80% percent recharged), the power control unit 130 initiates a third power control stage to lower the output voltage to a nominal regulated level (e.g., 28 Vdc in an aircraft DC bus implementation) to trickle charge the battery

WO 02/45248

PCT/US01/44558

8

(i.e., achieve constant potential trickle charge mode). This voltage level is lower than the one employed during the second control stage in order to minimize the electrolyte loss. During this trickle charge constant voltage stage, the charging current into the battery 200 is maintained at a very low level (e.g., 1 amp or less). By following changes in battery current and output voltage of the converter 100 over time, the power control unit 130 can determine within certain limits the level of battery charge and output a signal indicating the estimated charge state of the battery. For example, the power control unit 130 may output a signal to the Flight Deck in an aircraft implementation to indicate readiness of the battery 200 for flight.

[0022] While controlling the output voltage of the converter 100, the power control unit 130 ensures that the output voltage is maintained within a range that is compliant with the requirements of the power quality standard in use for the application. This voltage level enables the battery 200 to be continuously connected to the DC power bus 300. Thus, the battery 200 is readily available during AC power interrupt or other system failures. The above-described battery charging stages may be implemented in the power control unit 130 in the form of a dedicated integrated circuit ("IC") card and may be implemented with hardware, software, or a combination of hardware and software. In order to optimize the charging process, the voltage applied may be temperature compensated, e.g., lower for higher battery temperatures and higher when low battery temperatures are measured.

[0023] FIG. 4 illustrates an exemplary configuration for the power control unit 130, the switching module 120, the output transformer 140, and the output rectifier and filter unit 150. As shown in FIG. 4, the power control unit 130 includes a pulse width modulation ("PWM") unit 132 that receives a measure of POR voltage, current measurements for the battery 200 and APU 400, temperature of the battery 200, and a measure of output voltage of the converter 100. The PWM unit 132 generates a

WO 02/45248

PCT/US01/44558

9

sequence of pulses, the width of which are varied depending on at least one characteristic of the battery 200 (e.g., depending on the battery charge state). The pulse width may further be adjusted to account for changes in load, reflected by the POR voltage, and to account for a start up condition of the APU 400. The PWM unit 132 outputs the generated PWM signal to the gate driver 134, which drives the switches of the switching module 120.

[0024] As seen in FIG. 4, the switching module 120 according to one implementation of the present invention is a conventional H-bridge configuration of power devices, which are n-channel IGBTs in the exemplary implementation shown in FIG. 4. The switching module 120 shown in FIG. 4 includes first, second, third, and fourth IGBT modules 122, 124, 126, and 128, each formed of an IGBT and an anti-parallel diode, the anode of the anti-parallel diode being connected to the emitter of the corresponding IGBT and the cathode being connected to the collector of the corresponding IGBT. The gates of the first, second, third, and fourth IGBT modules 122, 124, 126, and 128 are connected to receive an output of the gate driver 134. The first IGBT module 122 and the second IGBT module 124 (diagonally positioned) share a common connection to the gate driver 134, thus constituting a first IGBT module pair, and the third IGBT module 126 and the fourth IGBT module 128 (diagonally positioned) share a common connection to the gate driver 134, thus constituting a second IGBT module pair. The PWM switching signals output by the gate driver 134 to the IGBT module pairs are offset so that that IGBT module pairs alternately turn ON/OFF, thereby creating an AC voltage across the primary winding of the transformer 140, which is a center-tapped transformer in the exemplary configuration of FIG. 4.

[0025] As shown in FIG. 4, the collector of the first IGBT module 122 is connected to the (+) output of the first stage AC/DC converter 110. Likewise, the collector of the fourth IGBT module 128 is connected to the (+) output of the first stage AC/DC converter 110. The emitter of

WO 02/45248

PCT/US01/44558

10

the first IGBT module 122 is connected to the collector of the third IGBT module 126 and to a first side of the primary winding of the output transformer 140. The emitter of the fourth IGBT module 128 is connected to the collector of the second IGBT module 124 and to a second side of the primary winding of the output transformer 140. The emitter of the third IGBT module 126 and the emitter of the second IGBT module 124 are connected to the (-) output of the first stage AC/DC converter 110. By alternately activating two switching module pairs formed of the first and second IGBT modules 122, 124 and the third and fourth IGBT modules 126, 128 respectively, the gate driver 134 causes the switching module 120 to create an alternating voltage across the primary winding of the output transformer 140. The RMS value of this alternating voltage is affected by the pulse width of the gating signals output by the gate driver 134, which is altered as a function of at least one of: battery charge characteristics, battery temperature, APU start condition, and POR voltage according to principles of the present invention.

[0026] As further shown in FIG. 4, the output rectifier and filter unit 150 includes a pair of diodes 152a, 152b, each connected to an end of the secondary winding of the output transformer 140 to convert the transformed AC voltage to DC. The output rectifier and filter unit 150 further includes an inductor 154 connected between the output of the pair of diodes 152a, 152b and the output of the output rectifier and filter unit 150 and a capacitor 156 connected between the output end of the inductor 154 and a negative terminal of the converter arrangement, which is shown as a grounded connection in the implementation of FIG. 4. This arrangement of the inductor 154 and the capacitor 156 filters the rectified DC voltage resulting from the pair of diodes 152a, 152b. It should be recognized that various alternative arrangements may be suitable for the output rectifier and filter unit 150.

[0027] Although operation of the power control unit 130 has been discussed above based on recharge characteristics of the battery 200, the

WO 02/45248

PCT/US01/44558

11

power control unit 130 may also continuously monitor the current drawn by the APU 400 (as shown in FIG. 2.) When used in an APU start application, the power control unit 130 limits the starting current drawn by the APU 400 to a value which is suitable for the converter 110 to independently start the APU 400 or to start the APU 400 in conjunction with a battery. As further shown in FIG. 2, the power control unit 130 continuously monitors the POR voltage so as to regulate output voltage as a function of load. Increased load on the DC power bus 300 will cause higher losses to occur in the first stage AC to DC converter 110, which will result in lower RMS voltage applied to the output transformer 140. Thus, the power control unit 130 adjusts the pulse width for the switch gating signals output to the switching module 120 based on load levels to maintain the desired output voltage of the converter 100.

[0028] By incorporating multiple functions in a single unit, the AC to DC converter 100 of the present invention improves reliability because additional Line Replaceable Units ("LRUs") and associated switching devices are not required to connect/disconnect the charging battery 200 to/from the DC power bus 300 and requires less control and power wiring. Furthermore, because the recharging battery 200 may be continuously connected to the DC power bus 300, principles of the present invention enable No-Break-Power-Transfers (NBPT) in the DC subsystem during AC power interrupts or other system failures and reduces DC system weight and cost as compared to a system requiring a separate battery charger.

[0029] The foregoing merely illustrates the principles of the invention. It will be appreciated that those skilled in the art will be able to devise various arrangements which, although not explicitly described or shown herein, embody the spirit and scope of the present invention.

WO 02/45248

PCT/US01/44558

12

## I CLAIM:

1. A multi-functional apparatus (100) for regulating voltage supplied to electrical loads and delivered to a rechargeable battery (200) via a DC power bus (300), comprising:
  - 5 an AC to DC converter (110, 120, 140, 150) receiving an AC supply voltage, converting said AC supply voltage to a regulated DC voltage, and outputting said regulated DC voltage to said DC power bus (300); and
  - a power controller (130) controlling conversion performed by said
  - 10 AC to DC converter (110, 120, 140, 150) as a function of a characteristic of said battery (200).
2. The apparatus according to claim 1, wherein said DC power bus (300) is a power bus of an aerospace power system with electrical load connected thereto.
- 15 3. The apparatus according to claim 1, wherein said power controller (130) controls conversion performed by said AC to DC converter (110, 120, 140, 150) so that said AC to DC converter (110, 120, 140, 150) outputs a DC voltage that maintains a constant current flow into said battery (200) from said DC bus (300) during a first control
- 20 mode.
4. The apparatus according to claim 1, wherein said power controller (130) controls conversion performed by said AC to DC converter (110, 120, 140, 150) so that said AC to DC converter (110, 120, 140, 150) outputs a first constant DC voltage during a second
- 25 control mode.
5. The apparatus according to claim 4, wherein said power controller (130) controls conversion performed by said AC to DC converter (110, 120, 140, 150) so that said AC to DC converter (110, 120, 140, 150) outputs a second constant DC voltage, which is lower than said first constant DC voltage, during a third control mode.

WO 02/45248

PCT/US01/44558

13

6. The apparatus according to claim 1, wherein said AC to DC converter (110, 120, 140, 150) includes:
- a first AC to DC conversion stage (110) converting said AC supply voltage to an intermediate DC voltage;
  - 5 a switching module (120) converting said intermediate DC voltage to an intermediate AC voltage;
  - an output transformer (140) transforming said intermediate AC voltage to a step-down AC voltage; and
  - 10 a rectifier (150) converting said step-down AC voltage to a DC voltage.
7. The apparatus according to claim 6, wherein said power controller (130) generates a switch gating signal and outputs said switch gating signal to said switching module (120) to control a root-mean-square level of said intermediate AC voltage.
- 15 8. The apparatus according to claim 7, wherein said power controller (130) generates a pulse width modulated switching signal having a pulse width that varies depending on a recharge state of said battery (200).
9. The apparatus according to claim 1, wherein said power  
20 controller (130) controls conversion performed by said AC to DC converter (110, 120, 140, 150) as a function of temperature of said battery (200).
10. The apparatus according to claim 1, wherein said AC/DC  
25 converter (110, 120, 140, 150) outputs said regulated DC voltage to an auxiliary power unit (400) via said DC power bus (300) and said power controller (130) further controls conversion performed by said AC to DC converter (110, 120, 140, 150) as a function of current drawn by said auxiliary power unit (400).

WO 02/45248

PCT/US01/44558

1/4

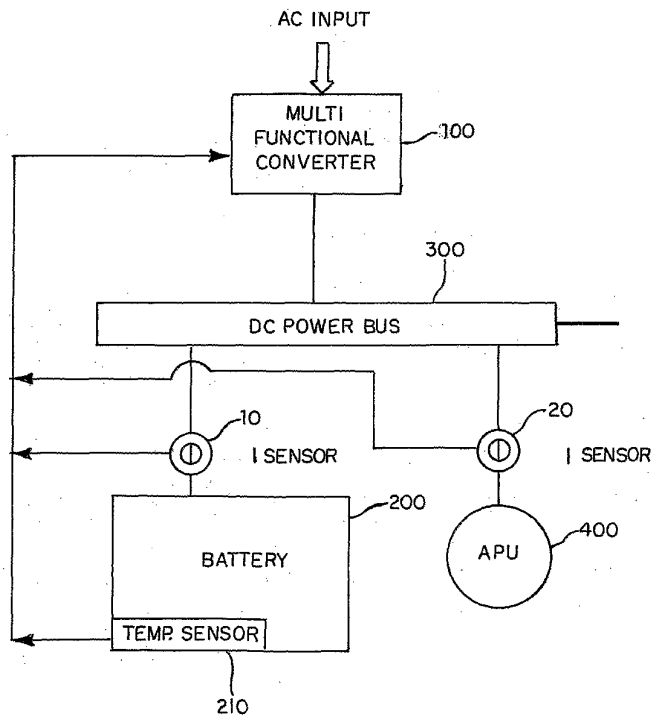
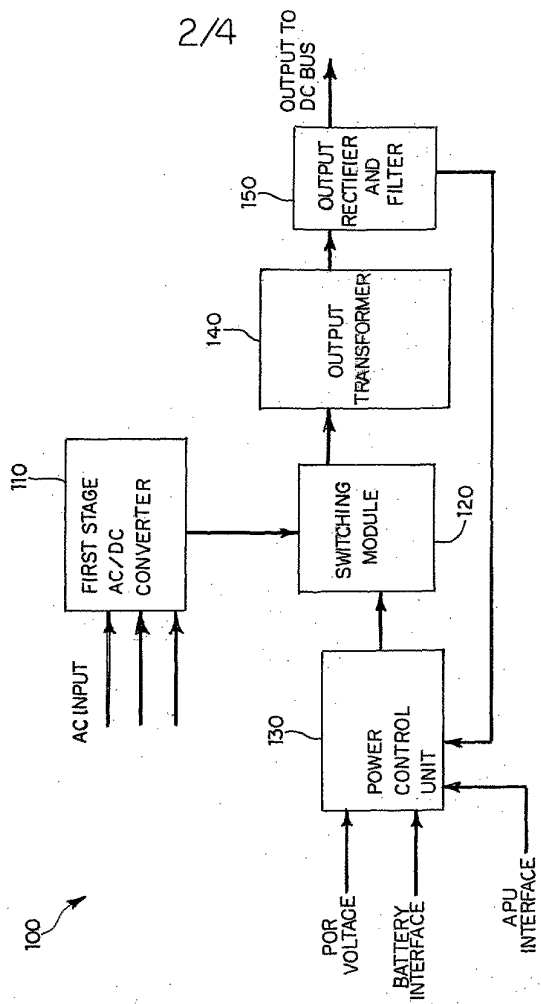


FIG. 1



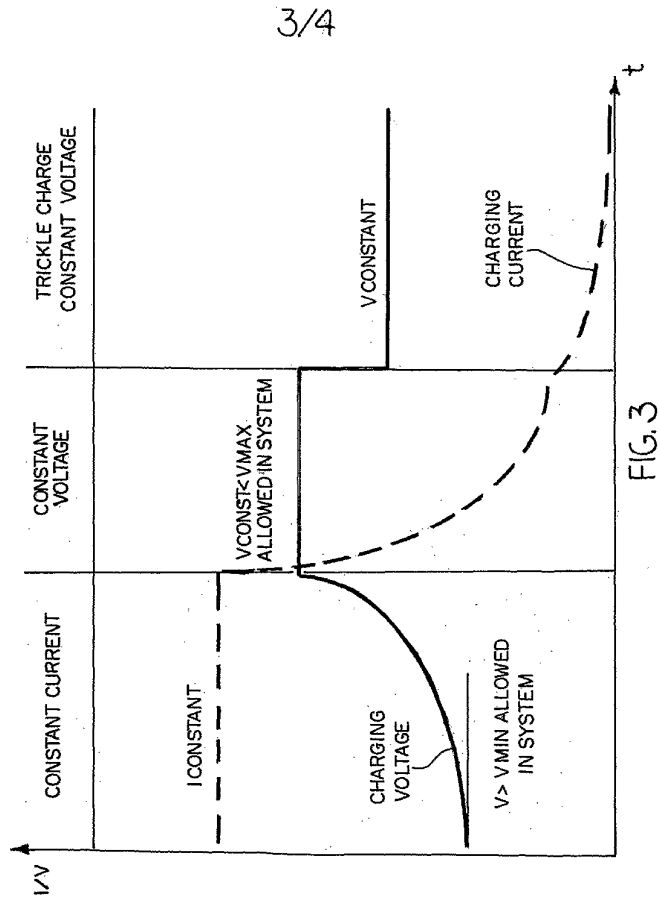
WO 02/45248

PCT/US01/44558



WO 02/45248

PCT/US01/44558



WO 02/45248

PCT/US01/44558

4/4

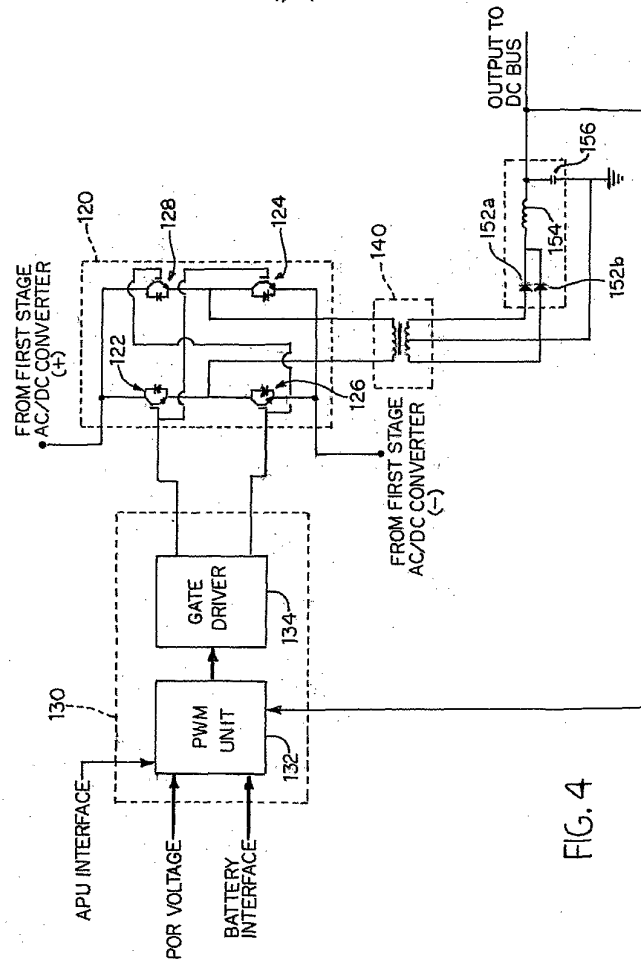


FIG. 4

## 【国際公開パンフレット（コレクトバージョン）】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau(43) International Publication Date  
6 June 2002 (06.06.2002)

PCT

(10) International Publication Number  
WO 02/045248 A3(51) International Patent Classification: H02J 9/06,  
H02M 5/45, H02P 9/00, 9/30, B60L 11/18, H02J 7/00(72) Inventor: LAZAROVICH, David; 252 Judith Avenue,  
Thornhill, Ontario, CA 00001 (CA).

(21) International Application Number: PCT/US01/44558

(74) Agents: CRISS, Roger, H. et al.; Honeywell International  
Inc., 101 Columbia Road, P.O. Box 2245, Morristown, NJ  
07960 (US).(22) International Filing Date:  
28 November 2001 (28.11.2001)

(25) Filing Language: English

(81) Designated State (national): JP.

(26) Publication Language: English

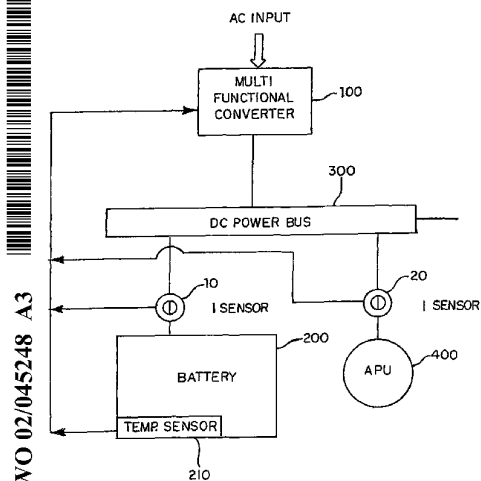
(84) Designated States (regional): European patent (AT, BE,  
CII, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).(30) Priority Data:  
60/250,390 30 November 2000 (30.11.2000) US  
10/085,788 19 October 2001 (19.10.2001) US

Published:

with international search report  
before the expiration of the time limit for amending the  
claims and to be republished in the event of receipt of  
amendments(71) Applicant: HONEYWELL INTERNATIONAL INC.  
[US/US]; 101 Columbia Road, P.O. Box 2245, Morris-  
town, NJ 07960 (US).

[Continued on next page]

(54) Title: MULTI-FUNCTIONAL AC/DC CONVERTER



(57) Abstract: A multi-functional AC to DC converter (100) controls AC to DC conversion as a function of at least one characteristic of a battery (200) connected to a DC power bus (300), such that the voltage output by the converter (100) to the DC power bus (300) is varied to efficiently charge the battery (200). In one implementation of the present invention, a multi-functional AC to DC converter (100) also adjusts the voltage output to the DC power bus based on a starting condition of an auxiliary power unit (400) so that the supplied voltage is suitable for starting the APU (400). The present invention is suitable for implementation in an aircraft power system to maintain the voltage output within the compliance range of the DC power bus (e.g., between 27.5 and 29 Vdc) while adjusting the output voltage to efficiently charge a battery (200) connected to the bus (300) and/or start an APU (400) connected to the bus (300).

WO 02/045248 A3

---

**WO 02/045248 A3**

(88) **Date of publication of the international search report:**  
15 August 2002

*For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.*

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Application No. PCT/US 01/44558
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 H02J9/06 H02M5/45 H02P9/00 H02P9/30 B60L11/18 H02J7/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H02J H02M H02P B60L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 864 221 A (COTA SANTOS ET AL) 26 January 1999 (1999-01-26) column 14, line 21-25,43; figures 1,3 column 8, line 1-4 column 11, line 55-63 column 7, line 42,43,49 column 6, line 40 column 8, line 62-67 column 9, line 1-5 column 2, line 36	1
Y	column 14, line 18,19	2
Y	column 18, line 2,3; figure 1	3-5
Y	column 3, line 22	6
Y	column 11, line 55-61 column 8, line 2	7,8
Y	column 17, line 66 column 9, line 31-39	9
Y	column 12, line 21-24 column 11, line 58	10
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in 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 document 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 *I* 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, each combination being obvious to a person skilled in the art *S* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
14 June 2002		26/06/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 6818 Patankian 2 NL - 2260 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 840-2040, Tx: 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Kanelis, K

Form PCT/ISA/210 (second sheet) July 1993

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		In	1 Application No
		PCT/US 01/44558	
C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	
Y	US 5 606 244 A (MIGDAL VICTOR) 25 February 1997 (1997-02-25) column 1, line 27-30, 41-43; figure 1 column 6, line 16, 34-39	1	
Y	column 5, line 22	2	
Y	column 3, line 14-16; figure 5	3-5	
	column 3, line 59-62		
Y	column 2, line 64	6	
	column 3, line 15; figure 1		
	column 6, line 5; figure 3		
Y	column 5, line 5, 23; figure 4	7, 8	
Y	column 5, line 51-57; figure 4	10	
Y	US 5 783 872 A (BLAIR JAMES W) 21 July 1998 (1998-07-21) column 8, line 44-52; figures 1, 4, 5	1	
Y	column 4, line 53; figures 2, 4	9	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT				Application No. PCT/US 01/44558	
Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 5864221	A	26-01-1999	NONE		
US 5606244	A	25-02-1997	NONE		
US 5783872	A	21-07-1998	EP WO	0914701 A1 9805110 A1	12-05-1999 05-02-1998



---

フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100107696

弁理士 西山 文俊

(72)発明者 ラザロヴィッチ, デイヴィッド

カナダ国シーエイ 0 0 0 0 1 , オンタリオ, ソーンヒル, ジュディス・アヴェニュー 2 5 2

F ターム(参考) 5G003 AA01 BA01 CA03 CA11 CA20 CC02 GB03 GC05