

■8 群 (情報入出力・記憶装置と電源) - 5 編 (バッテリー・電源)

1 章 通信情報用電源・システム

【本章の構成】

本章では以下について解説する。

- 1-1 直流供給システムと電源装置
- 1-2 交流供給・無停電電源システム (UPS)
- 1-3 通信用宇宙機用電源
- 1-4 大型コンピュータ用電源
- 1-5 パソコン用電源
- 1-6 ノートパソコン用電源
- 1-7 携帯電話用電源
- 1-8 照明用電源

■8 群-5 編-1 章

1-1 直流供給システムと電源装置

■8 群-5 編-1 章

1-2 交流供給・無停電電源システム (UPS)

■8 群-5 編-1 章

1-3 通信用宇宙機用電源

とする、いわゆる「N+1冗長構成」を基本とし、負荷を含め全体を二重化するなどの構成も採用している。また、電源単体においては、内部に過電圧、過電流、温度異常などを瞬時に検出し自分自身をオフさせる機能を設け、極力他電源を引き込まない仕組みとしている。

保守性に関しては、電源にプラグイン構造を採用し、装置を移動した状態で故障電源を交換可能な活線挿抜機能を標準装備している。使用電源の一例を図4・3に示す。

また、電源内部の各種異常をI2C (Inter-Integrated Circuit) などのシリアルインタフェースにより上位制御装置へリモート通知し、保守員に対する故障解析を容易にし、保守性向上を図っている。



図4・3 使用電源一例

1-4-3 低消費電力化

現在、各種製品において省エネルギー対策が強化されるなか、データセンターを始めとした大型コンピュータの消費電力低減が大きな課題となっている。年々、性能当たりの消費電力は低減しているものの消費電力の絶対値は増加傾向にある。このため、公的機関、各種コンソーシアムなどで発足された Energy Star, 80PLUS, Green Grid などにおいて、省エネに関する推奨基準が制定され、電源に関しては内部損失の大小を判断できる効率が基準の指標となっている。電源の高効率化のキーワードとしては、ソフトスイッチング方式、位相シフト制御、低損失デバイス、デジタル制御などが挙げられ、特にデジタル制御は高効率化だけではなく、小型化、高機能化及び信頼性向上が期待でき、各種電源に採用されるようになってきた。また、コンピュータ装置としての低消費電力化対応に関しては、主要施策を以下に示す。

(a) 電力監視による電源起動台数制御

PSMI (Power Supply Management Interface) などにより、電源内の電力を監視し、電力に応じて必要な電源のみを起動する。一般的に電源は負荷率により効率が変動するため、並列運転台数を制御することにより各電源の効率を最適化し、また、同時に電源内の待機電力も低減させる。

(b) 温度監視による冷却用ファン制御

I2C などにより、装置内の各部の温度を監視し、温度に応じて冷却用ファンの回転数あるいは起動台数を制御する。大型コンピュータでは、通常、冷却用ファンを装置内に数十台実装し

ており大きな電力を消費しているため、本制御により大幅な電力低減となる。

(c) 高圧直流給電方式

図 4・2 で示した分散給電方式において、論理カード上の DC-DC コンバータへの給電電圧を従来の DC 48 V あるいは DC 12 V から DC 300 V 以上とする高圧直流給電の検討が進められている。電圧を上げることで給電電流を低減し、給電系損失の低減及び AC-DC コンバータ、DC-DC コンバータの効率向上が期待できる。将来的には家庭への適用も検討される見込みである。

■8 群-5 編-1 章

1-5 パソコン用電源

■8 群-5 編-1 章

1-6 ノートパソコン用電源

(執筆者：常田善隆) [2010年6月 受領]

ノートパソコン用電源は、ACアダプタと、バッテリーパックを電力供給源にしている。ノートパソコン本体内部には、バッテリー充電回路、ACアダプタとバッテリー電源切り替え回路、LCDバックライト用DC-ACインバータ回路、DC-DCコンバータ回路などの多数の電源回路で構成されている。本節では、ノートパソコンを構成する各電源について説明する。

図 6・1 に一般的なノートパソコン用電源のブロック図を示す。

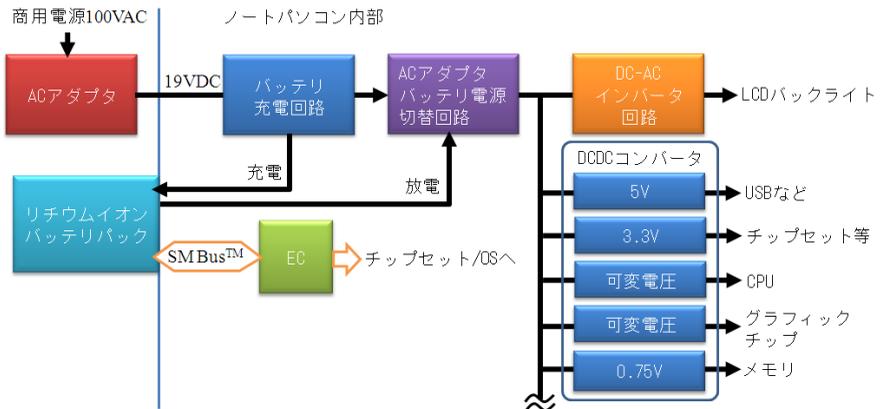


図 6・1 一般的なノートパソコンの電源ブロック図

(1) AC アダプタ

ACアダプタとは、コンセントから得た、商用交流電源を直流電源に変換する装置であり、一般的には、単出力で直流19V出力が多くのノートパソコンに採用されている。ACアダプタは、危険電圧である商用電源に接続されていることから、高い安全性が求められ、電気用品安全法においては、特に危険または障害の発生するおそれが多い電気用品として、特定電気用品となっている。また、省エネルギー法や、エナジースタープログラムなどに代表される省電力化も要求されており、パソコン本体としてそれらの基準を満たすためには、ACアダプタ単体での高効率化が重要なポイントとなる。

(2) バッテリーパック

バッテリー駆動時間を確保するために、エネルギー密度が高いリチウムイオン (Li-ion) 二次電池が一般的に採用されている。ノートパソコンでは1995年頃までは、ニッケル・カドニウム (Ni-Cd) 二次電池が一般的であったが、1994年頃にニッケル水素 (Ni-MH) 二次電池、その後リチウムイオン二次電池の採用が開始されると、バッテリー駆動時間を確保する目的と、メモリ効果がなく使い勝手が優れていること、環境への配慮面から、次第にリチウムイオン二次電池が一般的になっていった。一方で、2005年～2006年にかけて、ノートパソコンにおいて、リチウムイオンバッテリーの発火事故と、パソコン各社のリコールが相次いで発生したこ

とを受けて、2008年に電気用品安全法が改正され、新たにリチウムイオンバッテリーが特定以外の電気用品として加えられている。

ノートパソコンで使用しているリチウムイオン電池のセル数は、ノートパソコン本体の消費電力とパソコンの商品性として要求されるバッテリー駆動時間、パソコン本体の目標質量によって決定され、モバイル向けノートパソコンの場合で、3直列1並列構成から、A4サイズの大形ハイエンドノートPCでは、4直列2並列構成など様々である。直列数は、19VのACアダプタが一般的に多く採用されていることから、19Vで満充電電圧が確保できる、3~4直列での採用がほとんどである。

また、バッテリーパックとノートパソコン本体内のEC(エンベディットコントローラ)間では、バッテリーの満充電容量や相対残量などのデータをSMBus™で通信しており、スマートバッテリー規格に適合したバッテリーを採用しているのが一般的である。これにより、OS上でバッテリー残容量やバッテリー駆動可能時間などの表示を可能にしている。

(3) バッテリー充電回路

リチウムイオンバッテリーへの充電方式は定電流一定電圧方式で充電を行うのが一般的である。電気用品安全法では、バッテリーの安全性を確保するために、温度によって充電電圧や充電電流の制御を行う必要があり、それに対応した充電制御を実施している。

(4) ACアダプタ-バッテリー電源切り替え回路

ACアダプタとバッテリーの双方が接続されている場合は、通常ACアダプタから給電している。ACアダプタが抜かれた場合は、速やかにかにバッテリー駆動に切り替えを行い、ノートパソコン内のDC-DCコンバータ回路に途切れなく電源を供給しなければならない。

(5) DC-DCコンバータ

入力電圧は、ACアダプタの電圧から、バッテリー放電終止電圧までの範囲において、安定して動作する必要がある。また、CPUやチップセットなどの各デバイスに最適な電源電圧を安定して供給することが求められるが、各デバイスが必要とする電圧は、デバイスごとに異なるため、ノートパソコンでは一般的に8~10程度の電源電圧が必要であり、それぞれの電圧を生成するために、降圧型DC-DCコンバータ回路を搭載している。限られたバッテリー容量から、より長いバッテリー駆動時間を確保するためには、低消費電力デバイスの採用、きめ細かいデバイスの電源管理、変換ロスが最小の高効率DC-DCコンバータ回路の採用などにより、無駄な電力の徹底的な排除が要求される。また、CPUやチップセットなどICの省電力化が進んでおり、チップ自体が処理を行っていない場合は、DC-DCコンバータの制御ICに信号を送り、電源電圧をアクティブに変更可する制御を行っている。この制御により、チップ自体の平均消費電力が下がり、より長いバッテリー駆動時間を確保することが可能となっている。

(6) LCDバックライト用インバータ回路

LCBパネルがバックライトとしてCCFL管を搭載している場合、一般的に、1kVAC以上の起動電圧と、点灯後は数百VACが必要であるため、その電源回路としてDC-ACインバータ回路を搭載している。昨今では、CCFL管に代わり、LEDバックライトを採用するノートパソコンも増えている。LEDバックライトの場合は、パネル仕様によるが、内部にLEDが十数個直列接続されており、点灯電流を流すため一般的にACアダプタより高い電圧が必要であることから、昇圧型DC-DCコンバータを搭載している。

■8 群-5 編-1 章

1-7 携帯電話用電源

■8群-5編-1章

1-8 照明用電源

(執筆者：三田一敏) [2009年12月 受領]

蛍光灯は数百 Hz 以上の周波数で点灯すると発光効率が 20%程度向上することから、20～100 kHz 程度の高周波点灯を行う電子安定器が製品化されている。HID ランプは高周波点灯による発光効率向上がほとんどないことと、高周波領域の点灯周波数によっては音響的共鳴現象によりアーク放電の不安定を引き起こすことから、100～300 Hz 程度の低周波点灯が多く用いられる。LED は定電流制御による直流点灯が一般的である。以下、一般照明に用いられる代表的な電源回路構成について説明する。

1-8-1 蛍光灯電子安定器

電子安定器には、フィラメント予熱→始動電圧発生→点灯に至る始動シーケンスの実行と、点灯維持及びランプ寿命末期の保護が求められる。図 8・1 に高周波点灯時のランプ電圧・電流波形例を示す。高周波領域ではランプ電流・電圧が同位相となる正の抵抗性を示すが、商用周波のエンベロープでは負の抵抗性を示すことが分かる。負性抵抗を示す蛍光灯の電流暴走を防ぐ限流要素として電子安定器は動作する。

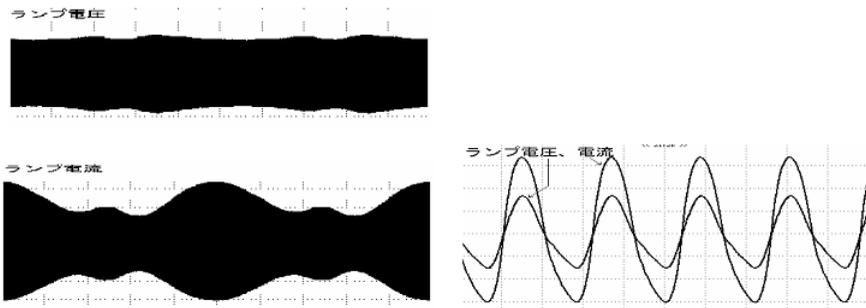


図 8・1 ランプ電圧・ランプ電流波形例
(100 V/div, 0.2 A/div, 左; 2 m 秒/div, 右; 10 μ 秒/div)

蛍光灯電子安定器の一例として PFC+ハーフブリッジ構成を図 8・2 に示す。PFC の出力電圧を DC 400 V 程度に設定することで、JIS¹⁾ で規定される高調波電流限度値を満足しながら AC 100～242 V の商用電源入力に対応可能となる。PFC の出力電圧は一定のまま、電子安定器の出力コントロールはハーフブリッジの周波数制御で行う。C1 は直流カットコンデンサ、L1 と C2 の直列共振により、C2 両端に発生した電圧でランプを始動する。図 8・3 に L1・C2 共振回路の周波数特性と動作周波数の一例を示す。例えば 300 V で始動可能なランプならば、60 kHz でフィラメントを予熱した後、50 kHz で 300 V を印加してランプを始動させる。L1・C2 の直列共振周波数以上の遅相領域に動作周波数を設定することで、スイッチングロスを低く抑えることができる。点灯周波数は、赤外線リモコンとの干渉を防ぐために、33 kHz 未満または 40 kHz 超の周波数を使うことが JIS²⁾ に規定されている。

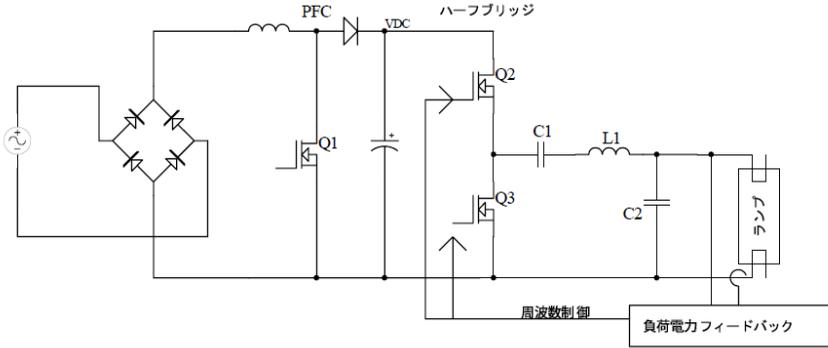


図 8・2 蛍光灯電子安定器の構成例

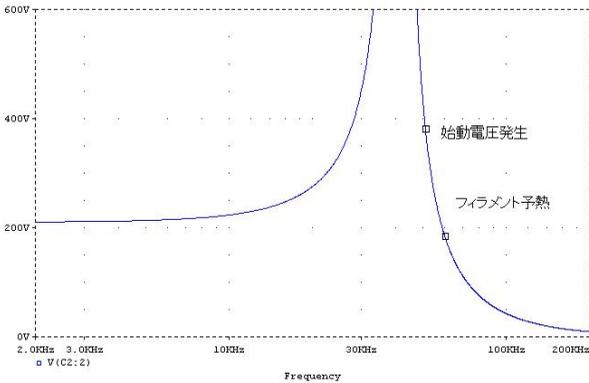


図 8・3 L1・C2 共振回路の周波数特性例

(横軸；周波数，縦軸；C2 両端電圧，L1 = 2 mH，C2 = 7500 pF)

蛍光ランプの寿命末期にはフィラメント断線のほか，始動電圧の上昇や半波放電が起こる。これらの現象を検出してスイッチング動作を停止させる保護回路と，ランプ交換後のランプ再装着を検出して保護回路をリセットする回路が設けられる。なお，定格二次電圧が 300 V を越えない制御を行うことで，一次二次絶縁を不要とできることが JIS³⁾ に規定されており，回路の小型化や始動電圧の低減を目的に，非絶縁型の電子安定器が多く製品化されている。

1-8-2 HID 電子安定器

HID ランプ (High Intensity Discharge lamp) を高周波で点灯すると，アークの音響的共鳴現象により放電が不安定となる。音響的共鳴周波数は放電空間の寸法と点灯時の管内圧力などで決まり，ランプの製造ばらつきや，寿命の経過とともにその周波数が変化する。図 8・4 に示すように，音響的共鳴周波数は 20～100 kHz 程度の高周波領域で多数存在することから，HID ランプを高周波領域で安定点灯することは困難となる。HID ランプの高周波点灯技術も多く研究されたが，音響的共鳴周波数を避けた，100～300 Hz 程度の低周波で点灯する製品が多く製品化

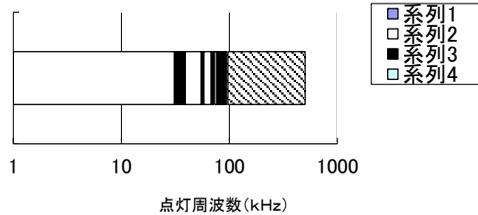


図 8・4 HID ランプの音響的共鳴周波数

されている。

PFC+バックコンバータ+フルブリッジ+イグナイタによる HID 電子安定器の構成例を図 8・5 に示す。PFC の出力電圧は DC 400 V 程度である。バックコンバータがランプ電流を限流し、フルブリッジで極性反転することで、ランプを矩形波交流で点灯する。点灯時はランプ電流をフィードバックして、バックコンバータを PWM 制御する。ランプの始動には、フルブリッジが発生する 300 V 程度の矩形波電圧に、イグナイタが発生する波高 4 kV 程度の高圧パルスを重畳する。4 kV はグロー放電開始に必要な電圧、300 V はアーク放電の開始に必要な電圧となる。消灯直後は管内圧力が高く、グロー放電開始電圧は 30 kV 程度に到達する。一般照明用 HID 照明器具では、4 kV 程度のパルスで再始動が可能になるまで、消灯後 5~10 分程度のランプ冷却時間が必要となる。このため、ランプの不点検出後も数十分間はパルスを発生し続けるタイマーが設けられる。イグナイタトランス T1 の一次側コイルには、バックコンバータから充電されるコンデンサ C1 が接続されている。C1 の充電電圧が約 300 V に達するとサイリスタ Q7 が起動し、コンデンサの放電電流が一次側コイルに流れ、コイルの二次側に高圧が発生する。ランプ点灯後は、バックコンバータの出力電圧がランプ電圧に等しい 100 V 程度に低下し、C1 の充電電圧は 300 V に到達しないため、点灯中にサイリスタが起動してパルスが発生することはない。

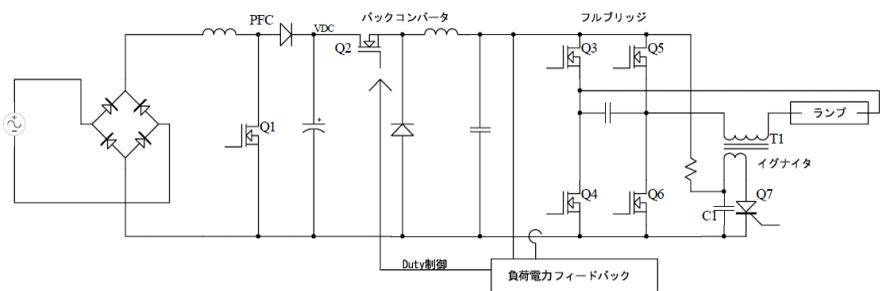


図 8・5 HID 電子安定器の構成例

1-8-3 LED 電源回路

40 W 白熱電球器具相当の明るさを 6 W 程度の入力電力で実現する LED ダウンライトが商品化するなど、比較的小ワットの LED 照明器具が一般照明用として普及し始めている。一方、

入力電力が 25 W 以下の LED 照明機器に対する高調波電流限度値が規定されていないことから、平滑回路にコンデンサインプット方式が使われることが多い。図 8・6 に LED ダウンライト用電源回路の一例を示す。フライバックコンバータを使い、4 直列のパワー LED を DC 点灯する。LED 電流は数百ミリアンペア一定に制御され、温度特性や順方向電圧のばらつきなどによる過電流を防止している。図 8・7 に示すように、LED の発光効率は、順電流が増えるほど発光効率が低下する傾向にあることから、同じ明るさを得るには、PWM によるパルス点灯よりも、電流波高を低くできる平滑直流点灯が有利となる。

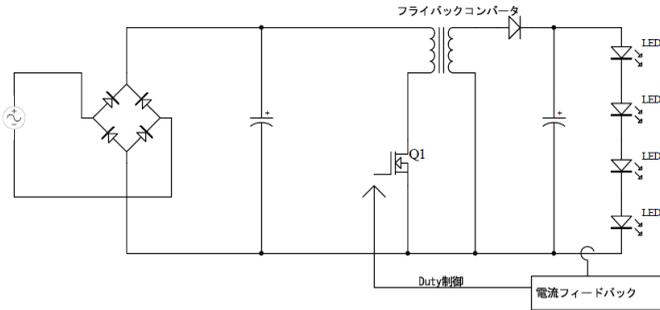


図 8・6 LED 電源の構成例

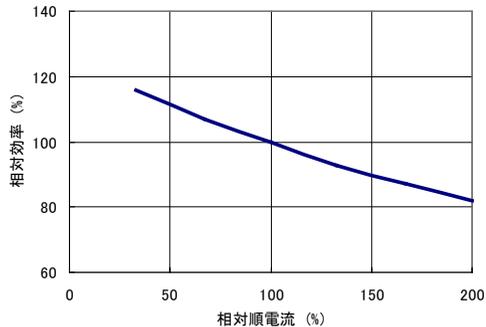


図 8・7 LED の発光効率特性例

■参考文献

- 1) JIS C61000-3-2 電磁両立性 ー 第 3-2 部：限度値ー 高調波電流発生限度値, 2005
- 2) JIS C8120 交流電源用蛍光灯電子安定器 ー 性能要求事項, 2008.
- 3) JIS C8117 蛍光灯電子安定器, 2008.