

セカンドバッテリーを搭載した2-in-1タイプのノートPCに適した充放電制御技術

Charge and Discharge Control Technologies for 2-in-1 Notebook PCs Equipped with Second Battery Pack in Keyboard Dock

矢頭 伸介 堀江 裕 筒井 友則

■ YATO Shinsuke ■ HORIE Yutaka ■ TSUTSUI Tomonori

近年、ノートPC（パソコン）市場では1台でノートPCとタブレットの二役を可能にする2-in-1と呼ばれるノートPCのシェアが増加している。タブレットとキーボードドックの両方にバッテリーを搭載することで、長時間のバッテリー駆動が可能になる。一方で、ノートPCスタイルでの使用時には、タブレットのバッテリー（以下、メインバッテリーと呼ぶ）ではなくキーボードドックのバッテリー（以下、セカンドバッテリーと呼ぶ）から放電して電源供給することで、タブレットを取り外したときのメインバッテリーでの駆動時間を確保しておく仕組みなど、使用状況に応じたバッテリーの充放電制御が欠かせない。

東芝は、セカンドバッテリーを搭載した2-in-1タイプのノートPC向けに、充電時間を短縮させるバッテリー同時充電技術、使い勝手を向上させるバッテリー放電切替え技術、及びバッテリーの長時間駆動を実現する省電力技術を開発し、2-in-1 Ultrabook^(†) PC dynabook R82に適用した。

In the notebook PC market, 2-in-1 notebook PCs, which allow users to switch between PC and tablet modes according to the desired application by detaching the display unit from the keyboard dock, have come into widespread use in recent years. In order to prolong the operating time, a second battery pack is required in the keyboard dock in addition to the main battery pack in the tablet. Furthermore, battery charge and discharge control technologies including battery selection control are necessary for the realization of longer battery life; for example, a technology that maintains the charge of the main battery in the tablet by prioritizing the discharge of power from the second battery pack when the device is used in notebook PC mode.

Toshiba has developed the following charge and discharge control technologies for 2-in-1 notebook PCs equipped with a second battery pack: a simultaneous charging technology to reduce the charging time, a technology for switching the route of the battery discharge current to improve usability, and power-saving technologies to realize long battery life. We have applied these technologies to the dynabook R82, our latest 2-in-1 Ultrabook^(†) PC.

1 まえがき

近年、ペンやタッチ入力による操作性を重視したタブレットとキーボード入力による生産性を重視したノートPCの、どちらのスタイルでも使用できる2-in-1タイプのノートPCのシェアが増加している。

東芝は、バッテリーの長時間駆動のため、タブレットに加え、着脱式のキーボードドックにもバッテリーを搭載した2-in-1 Ultrabook^(†) PC dynabook R82を開発した（図1）。



表1. dynabook R82の電源仕様

Specifications of power supplies for dynabook R82

項目	仕様		
	タブレット	リチウムイオン (バッテリーパック) 36 Wh	
バッテリー	キーボードドック	リチウムイオン (バッテリーパック) 36 Wh	
	駆動時間*1、*3	タブレット単体	10.0 h
		キーボードドック接続時	20.0 h
	充電時間*2、*3	タブレット単体	3.0 h
キーボードドック接続時		3.5 h	
ACアダプタ	45 W (AC100 ~ 240 V, 50/60 Hz)		

*1：一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA) の「JEITA バッテリー動作時間測定法 (Ver. 2.0)」に基づき測定
 *2：電源オフ時の充電時間
 *3：実際の動作時間は使用環境や設定などにより異なる

dynabook R82の電源仕様を表1に示す。タブレット及びキーボードドックとも容量36 Whのリチウムイオンバッテリーを搭載し、ノートPCスタイル時に20 hのバッテリー駆動を実現した。また、定格45 WのAC (交流) アダプタにより、二つのバッテリーを同時に充電することで、充電時間3.5 h (電源オフ時) を可能にした。

ここでは、二つのバッテリーを搭載する2-in-1タイプのノートPC向けの充放電制御技術及びバッテリーの長時間駆動を実

現する省電力技術について述べる。

2 ユーザビリティの向上

2-in-1タイプのノートPCでは、ノートPCスタイルとタブレットスタイルを利用目的に応じて使い分けるため、次のようなユーザビリティを考慮したバッテリー充放電制御が必要になる。

- (1) 事務所などで、キーボードドックにACアダプタを接続しながらノートPCスタイルで利用する場合には、タブレットの取外しを考慮してメインバッテリーを優先して充電する。
- (2) タブレットを取り外して会議に出席する場合には、机に置かれたキーボードドックは、単体でセカンドバッテリーを充電する。
- (3) 事務所に戻り、タブレットを接続して外出の準備をする場合には、充電時間を短縮するために二つのバッテリーを同時に充電する。
- (4) 外出中にノートPCスタイルで持ち歩いてバッテリー駆動で長時間利用する場合には、タブレットの取外しを考慮してセカンドバッテリーから優先して放電する。
- (5) 客先でタブレットを取り外して画面を見せながら資料を説明する場合などのために、メインバッテリーの残存容量をできるだけ確保しておく。

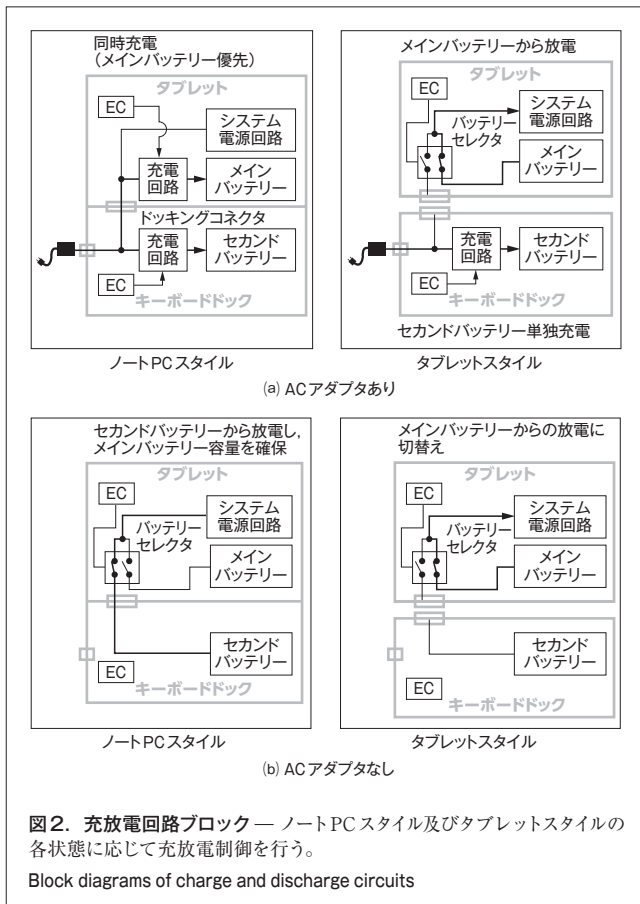


図2. 充放電回路ブロック — ノートPCスタイル及びタブレットスタイルの各状態に応じて充放電制御を行う。

Block diagrams of charge and discharge circuits

dynabook R82の充放電回路ブロックを図2に示す。EC (Embedded Controller) がバッテリー残量や電圧を監視し、バッテリー充放電回路を制御することで、これらのユーザビリティを実現している。

3 バッテリー充電制御技術

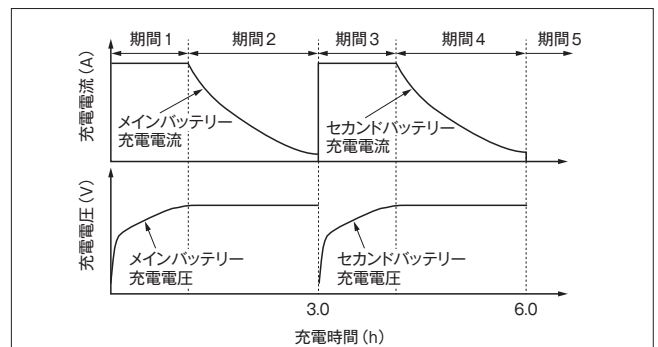
リチウムイオンバッテリーの充電は、定電流・定電圧充電方式で行われる。最初に定電流で充電を開始し、バッテリー電圧が徐々に上昇して所定の電圧に到達したところで定電圧の充電に切り替える。その後、充電電流が徐々に減少し、所定の電流まで減少したところで満充電を検出して充電を終了する。

dynabook R82のACアダプタでは、携帯性を考慮したサイズとするため、定格45 Wを採用した。一方、メインバッテリー及びセカンドバッテリーの両方を同時に定電流で充電するには、この定格では不十分である。バッテリーを片方ずつ順番に充電する順次充電方式では、一つのバッテリーを満充電にするのに3.0 h掛かるため、トータルの充電時間は2倍の6.0 hになる(図3)。

dynabook R82では、以下の制御で同時充電を実施し、図4に示すような充電推移を実現した。

- (1) 同時充電では、メインバッテリーの充電を優先する。
- (2) メインバッテリー充電中はACアダプタの定格範囲内でセカンドバッテリーも充電する。
- (3) メインバッテリーの充電終了後はセカンドバッテリーを単独で充電する。

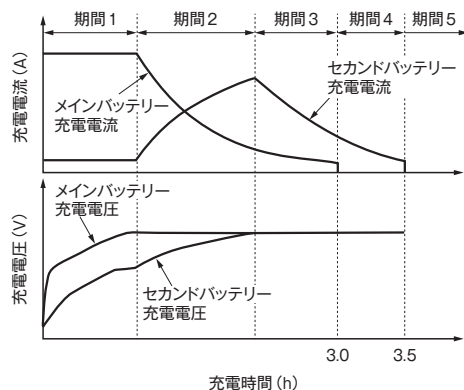
メインバッテリーの充電時間は順次充電方式と同じ3.0 hであるが、メインバッテリー充電中の余剰電力を検出してセカン



項目	充電状態				
	期間1	期間2	期間3	期間4	期間5
メインバッテリー	定電流	定電圧			満充電
セカンドバッテリー		充電オフ	定電流	定電圧	満充電

図3. 順次充電方式での充電状態の推移 — 定電流で充電を開始し、所定の電圧に到達したところで定電圧の充電に切り替える。片方ずつ順番に充電した場合、一つのバッテリーのときに比べ2倍の充電時間が必要になる。

Changes in battery charging current and voltage using sequential charging technology



項目	充電状態				
	期間1	期間2	期間3	期間4	期間5
メインバッテリー	定電流	定電圧			満充電
セカンドバッテリー		定電流*	定電圧		満充電

*本来は定電流充電を行う期間だが、メインバッテリー充電中のため、ACアダプタ45Wの余剰電力でセカンドバッテリーを充電

図4. 同時充電方式での充電状態の推移 — 同時充電方式では、順次充電方式に比べ、充電時間を約42%短縮できる。

Changes in battery charging current and voltage using simultaneous charging technology

ドバッテリーの充電に回すことで、トータルの充電時間を3.5hにした。順次充電の6.0hと比較し、充電時間を約42%短縮できた。

4 バッテリー放電制御技術

4.1 バッテリー放電の切替え制御フロー

dynabook R82では、メインバッテリーとセカンドバッテリーの放電ライン切替えに専用のバッテリーセクタICを採用した。このバッテリー放電回路ブロックを図5に示す。ECは、図6に示すフローチャートの条件で、バッテリーセクタによる放電の切替えを制御する。セカンドバッテリーから優先的に放電するが、以下に示す条件発生時には、放電をセカンドバッテリーからメインバッテリーへ切り替える。

- (1) システムオン状態でキーボードドックのイジェクトボタンを操作

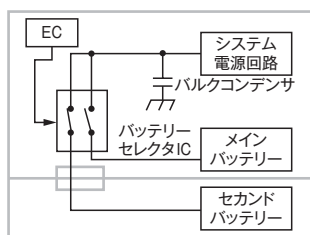


図5. バッテリー放電回路ブロック — バッテリーセクタICを使用して、メインバッテリーとセカンドバッテリーのどちらから放電するかを選択する。

Block diagram of battery discharge circuit

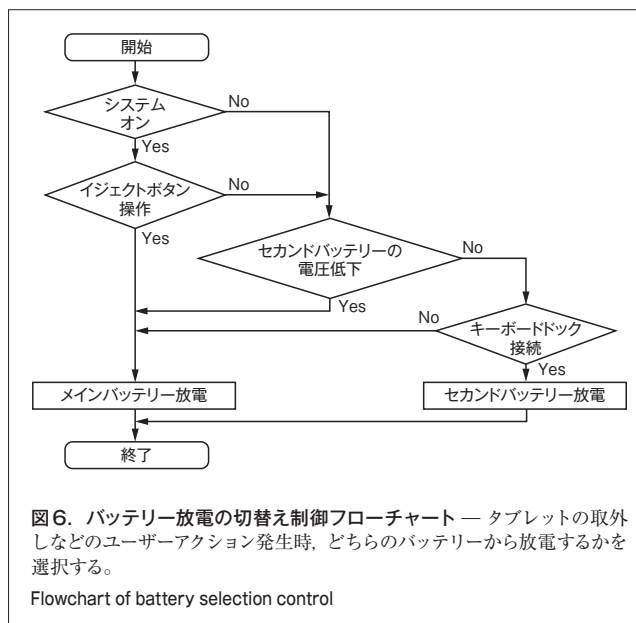


図6. バッテリー放電の切替え制御フローチャート — タブレットの取外しなどのユーザーアクション発生時、どちらのバッテリーから放電するかを選択する。

Flowchart of battery selection control

- (2) セカンドバッテリーの電圧低下を検出
- (3) イジェクトボタンの操作なしでタブレットを取外し
この切替え制御でセカンドバッテリーを優先して放電することにより、タブレットを取り外して使用するためのメインバッテリー残容量の確保を実現した。

4.2 バッテリー放電切替え回路

バッテリーセクタICは、二つのバッテリーの放電経路を切り替えるため、2経路のスイッチを内蔵している。これらのスイッチが同時にオンになると、バッテリー間充電が発生して大電流が流れる(図7(b))。これを防止するためには、2経路のスイッチに同時オフ期間が必要になる。

同時オフ期間中にもシステム回路へ電力を供給するため、以下のワースト条件から決定した容量を持つバルクコンデンサを実装した(図7(a))。

- (1) システム電力は、最大使用電力とする。

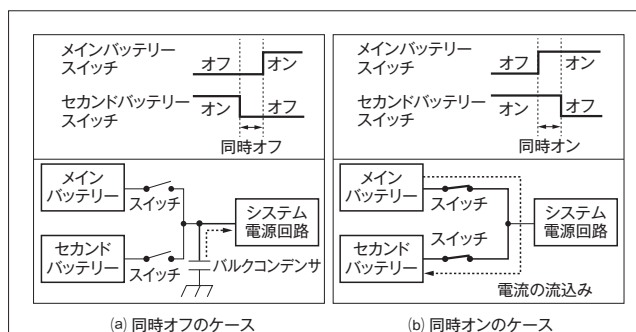


図7. スイッチによる放電経路の切替え — バッテリー放電切替え時に同時オン期間があるとバッテリー間で電流の流込みが発生する。これを避けるため、同時オフ期間が必要になり、この期間中にも電力を供給するためにバルクコンデンサを実装した。

Change of battery discharge current route by switches

- (2) バルクコンデンサ供給開始電圧は、バッテリー放電終了電圧とする。
 - (3) バルクコンデンサ供給終了電圧は、システム電源回路への入力下限電圧とする。
- また、バルクコンデンサ容量を小さく抑えるため、同時オフ期間が十分に短いバッテリーセクタICを採用した。

5 省電力技術

5.1 バッテリー放電回路による損失の低減

セカンドバッテリー優先の放電制御は、昇圧回路でメインバッテリーより高い電圧にしてダイオード接続する構成が一般的である(図8(b))。この方式は、回路が単純で放電経路の切替え制御を必要としないが、セカンドバッテリーからの放電時にダイオードと昇圧回路で電力損失が発生する。

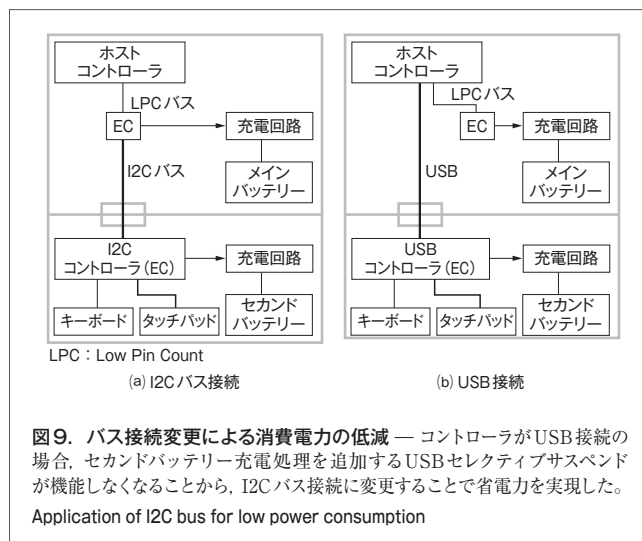
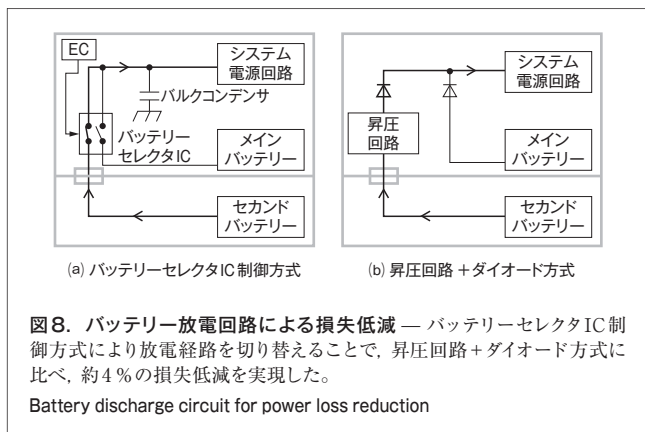
dynabook R82は、バッテリー駆動時間を重視した、前述のバッテリーセクタICの採用で、約4%電力損失を改善した(図8(a))。

5.2 キーボードドックのI2Cバス接続による省電力化

キーボードドック内のキーボード制御コントローラは、タブレット内のホストコントローラとUSB(Universal Serial Bus)で接続するのが一般的である。この場合、タブレット着脱時のキーボードドック内デバイスの通知と制御を、OS(基本ソフトウェア)のプラグアンドプレイ機能により自動で実施できるメリットがある。

一方で、セカンドバッテリーをキーボードドックに搭載する場合、ドック内のコントローラが定期的にバッテリー情報の取得や充放電制御を行うため、USBの省電力モードであるUSBセレクトティブサスペンドが機能せず、ホストコントローラの消費電力が増加するという課題がある。

dynabook R82は、接続方式をUSBからI2C(Inter-Integrated Circuit)バスへ変更し、プラグアンドプレイのエミュレーションをファームウェアで対応した。これにより、ホストコントローラの消費電力を低減し、USBに起因する約12%の電



力損失を改善した(図9)。

これらの技術により、dynabook R82では、ノートPCスタイルにおいて、従来技術で17hのバッテリー駆動時間に対して3hの改善が得られ、20hの長時間バッテリー駆動を実現できた。

6 あとがき

二つのバッテリーを搭載する2-in-1タイプのノートPC向けの充放電制御技術を開発し、充電時間の短縮、二つのバッテリーの放電切替え、及び放電時の電力損失低減を実現した。

今後も、高い利便性を持つノートPCやタブレットの開発を継続し、新たな顧客価値を創出していく。

• Ultrabookは、Intel Corporationの米国及びその他の国における商標。

- 矢頭 伸介 YATO Shinsuke**
パーソナル&クライアントソリューション社 ビジネスソリューション事業部 設計第三部グループ長。ノートPCの差異化技術開発に従事。
Business Solutions Div.
- 堀江 裕 HORIE Yutaka**
パーソナル&クライアントソリューション社 ビジネスソリューション事業部 設計第三部主務。ノートPCの電源回路開発に従事。
Business Solutions Div.
- 筒井 友則 TSUTSUI Tomonori**
パーソナル&クライアントソリューション社 ビジネスソリューション事業部 設計第三部主務。ノートPCの電源回路開発に従事。
Business Solutions Div.