

低消費電力マイコンとその応用

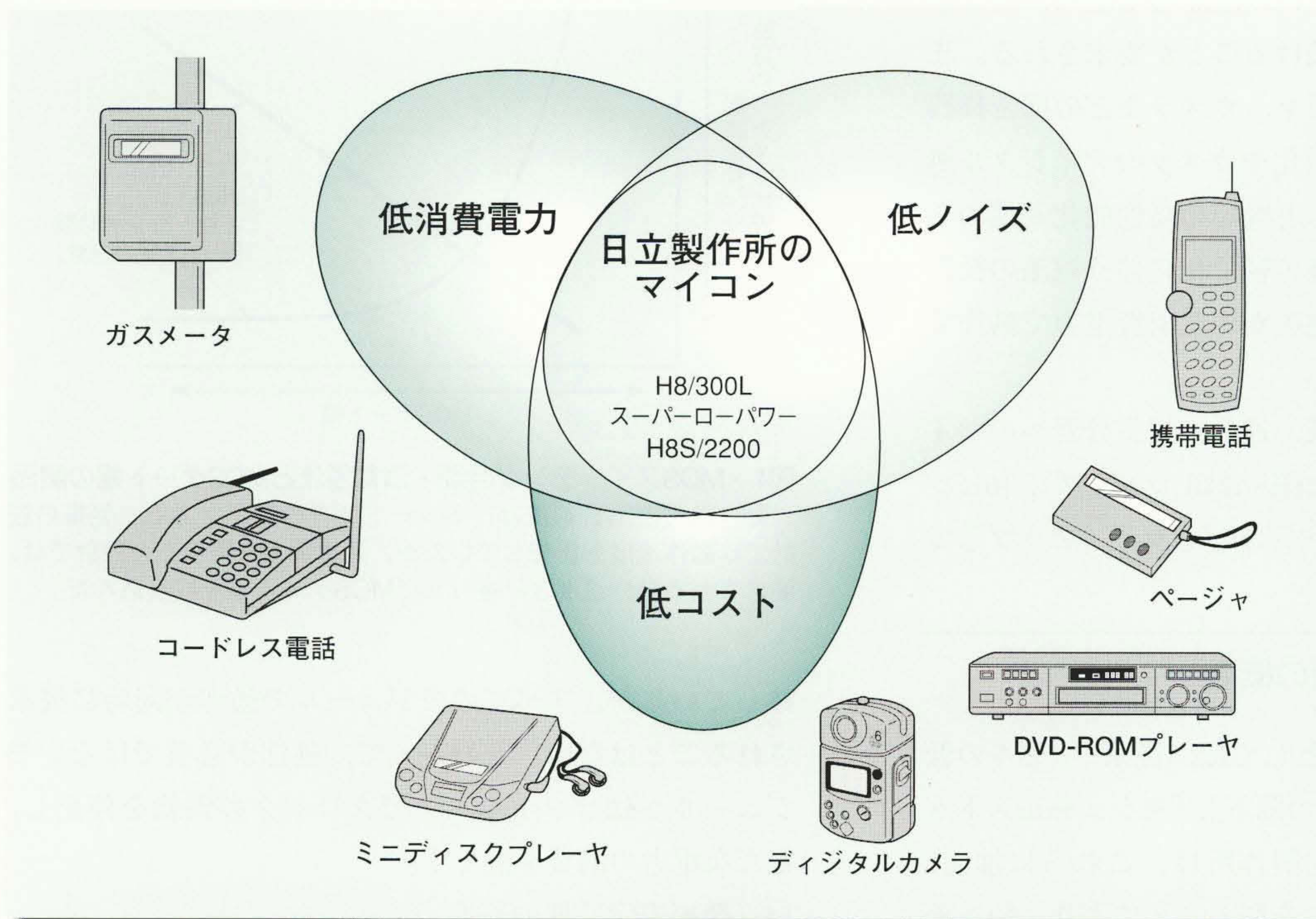
Low Power-Consumption Microcomputers and Their Applications

菅井 賢 Masaru Sugai

高松和也 Kazuya Takamatsu

西村晃一 Kôichi Nishimura

藤永高正 Takamasa Fujinaga



注：略語説明

DVD-ROM (Digital Video Disc Read-Only Memory)

低消費電力マイコンのさまざまな応用分野

マイコンはさまざまな機器に組み込まれている。低消費電力が要求されるメータ関連機器や携帯機器用に、8ビットマイコン「H8/300Lスーパーローパワーシリーズ」と16ビットマイコン「H8S/2200シリーズ」をラインアップした。

マイコンは、さまざまな機器に組み込まれるようになった。メータや携帯機器の消費電力では、組み込まれているマイコンが大きな割合を占めており、電池寿命の面からも、低消費電力化のニーズが強まってきた。

日立製作所は、かねてから低電圧・低消費電力を実現したマイコンを製品化し、これらのニーズにこたえてきた。1999年、さらに飛躍的な低消費電力を実現した8ビットマイコン「H8/300Lスーパーローパワーシリーズ」を製品化した。スーパーローパワーシリーズでは、低消費電力化のほか、液晶ディスプレイ駆動昇圧電源の内蔵や低放射ノイズなどを実現し、一段と使いやすい製品としている。

1 はじめに

今日では、民生や産業、通信その他の分野でさまざまな機器にマイコンが組み込まれている。家電品などの民生機器や大部分の産業機器に搭載されるマイコンの消費電力は、機器全体の消費電力に比べてきわめて小さいため、低消費電力化の要求はそれほど強いものではなかった。一方、携帯機器などの電池駆動の機器では、電池の終端電圧との関連で低電圧(1.8V)駆動が要求されてきており、電池寿命をできるだけ長くするために、低電圧化に加えて低消費電力のマイコンの要求が強まってきた。

ここでは、低消費電力化技術と低消費電力マイコンの応用分野、および最新の製品について述べる。

2 低消費電力マイコンの応用分野

低消費電力マイコンが要求される機器は主に電池駆動で用いられる機器であり、次のようなものがある。

- (1) 産業分野：各種メータ(ガス、電力、水道)、メータ関連機器(ネットワークコントロールユニットなど)、保安機器(煙感知器など)
- (2) 通信分野：ページャ、コードレス電話、携帯電話、携帯型無線機、ラジオなど
- (3) 民生分野：ゲーム機器、健康器具、デジタルスチルカメラ、カーオーディオ製品、ミニディスクプレーヤ、カムコーダ、家電製品など

これらの中で、とりわけ低消費電力が必要とされるも

のとして、メータとその関連機器があげられる。例えば、ガスメータでは、ガス消費量、データ伝送、安全監視などのテレメタリング(遠隔測定)システム化が促進されつつある。搭載されるマイコンの電源用電池は、約10年間交換することなく動作し続けることが要求される。また、コードレス電話やページャ、カメラなどの携帯機器では、ページャの双方向通信化やカメラのデジタル処理などに見られるように、応用機器の高性能化が進められる一方で、携帯機器の小型・軽量化に伴う電池の長寿命化、小型化も図られ、低電圧かつ低消費電力で動作するマイコンが要求されている。

日立製作所は、これら産業、通信、民生分野へのマイコンとして、8ビットマイコン(H8/300Lシリーズ)、16ビットマイコン(H8S/2200シリーズ)などをラインアップしている。

3 低消費電力化技術の概要

低消費電力化の基本技術としては、従来、「セルの低消費電力化」、「内部動作電圧の降下」、「モジュールストップ」が採用されていた。日立製作所は、これらに加え、新しく「発振安定時間の短縮」を図ることにより、いっそうの低消費電力化を実現した。これらの技術について以下に述べる。

(1) セルの低消費電力化

基本MOS(Metal-Oxide Semiconductor)ゲートの最適設計の概念を図1に示す。スイッチング時間と消費電流とは、トレードオフの関係にある。従来の設計では、消費電流を多少犠牲にしても、スイッチング時間が短いことを優先していた。日立製作所の「H8/300Lスーパーローパワーシリーズ」では、ユーザーの求める動作速度を満足し、かつ低消費電流が実現できるように、MOSゲート幅を設定した。

(2) 内部動作電圧の降下

マイコンの動作は、MOSゲートのスイッチングで行われる。MOSゲートのスイッチングのたびに、配線浮遊容量やゲート容量に蓄えられた電荷が配線抵抗などを通して放電されることにより、消費電力が発生する。マイコンが実際に動作する電圧を低下させれば消費電力は小さくなるので、低い値の定電圧(約2V)を発生させる降圧回路を内部に設けて消費電力の低下を図る。

(3) モジュールストップ

マイコンは、タイマやA-D(アナログ→デジタル)変換器などの機器の制御に必要なモジュールを内部に多数

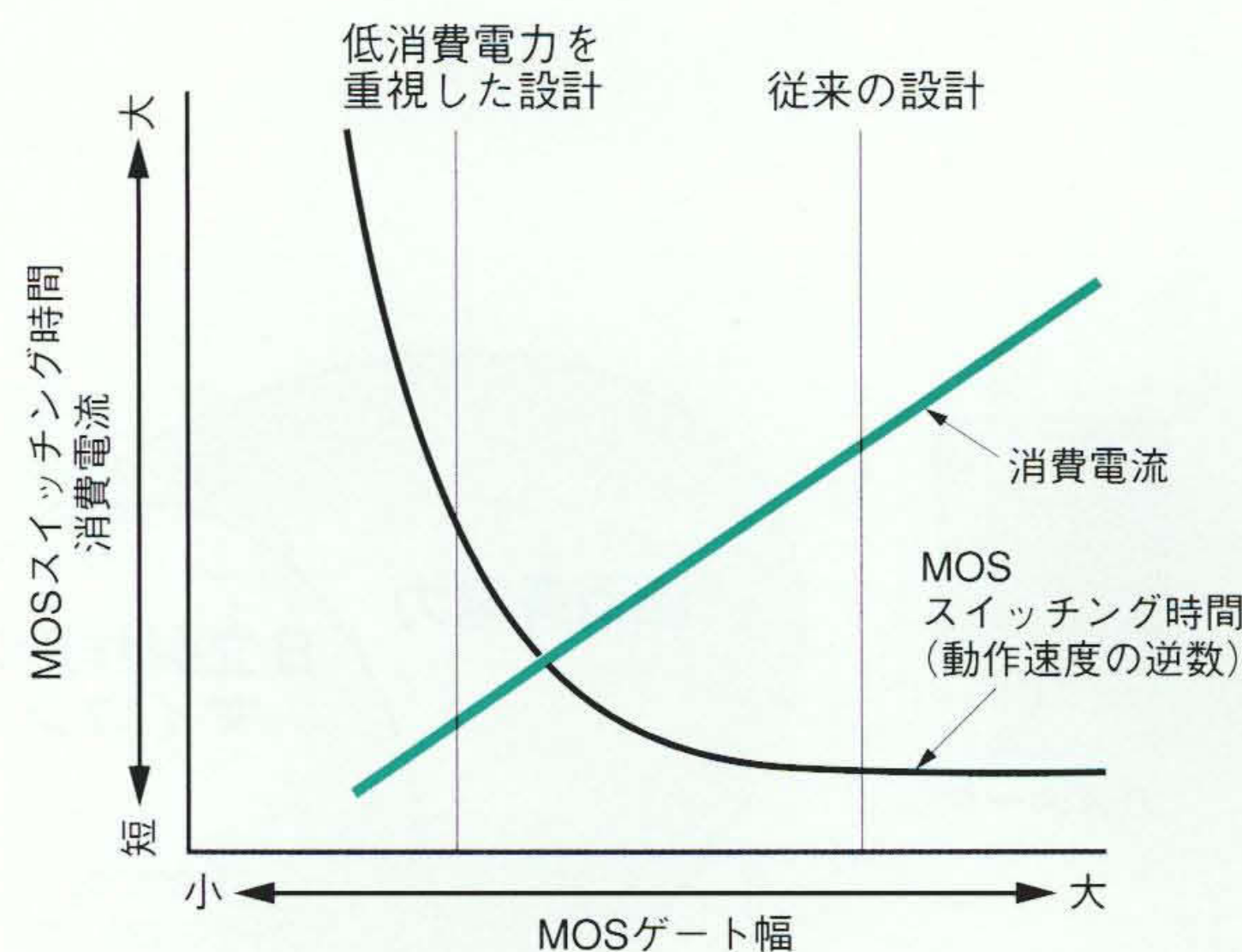


図1 MOSスイッチング時間・消費電流とMOSゲート幅の関係

動作速度と消費電流は、トレードオフの関係にある。従来の設計では動作速度を重視していたが、消費電力を重視した設計では、要求される動作速度ぎりぎりまでMOSゲート幅を絞り込んだ。

持っているが、すべてのモジュールの動作が同時に要求されることはない。したがって、動作が必要ではないモジュールへはソフトウェアでクロックの供給を停止し、むだな電力の消費を無くす。

(4) 発振安定時間の短縮

マイコンの動作モードの例を図2に示す。マイコンは、数メガヘルツの高速動作が必要な制御動作(「アクティブモード」と呼ぶ。)と、数十キロヘルツで時計機能だけを動作させて待機している状態(「ウォッチモード」と呼ぶ。)を繰り返している。マイコンは、アクティブモードでの発振器(メイン発振器)とウォッチモードでの発振器(サ

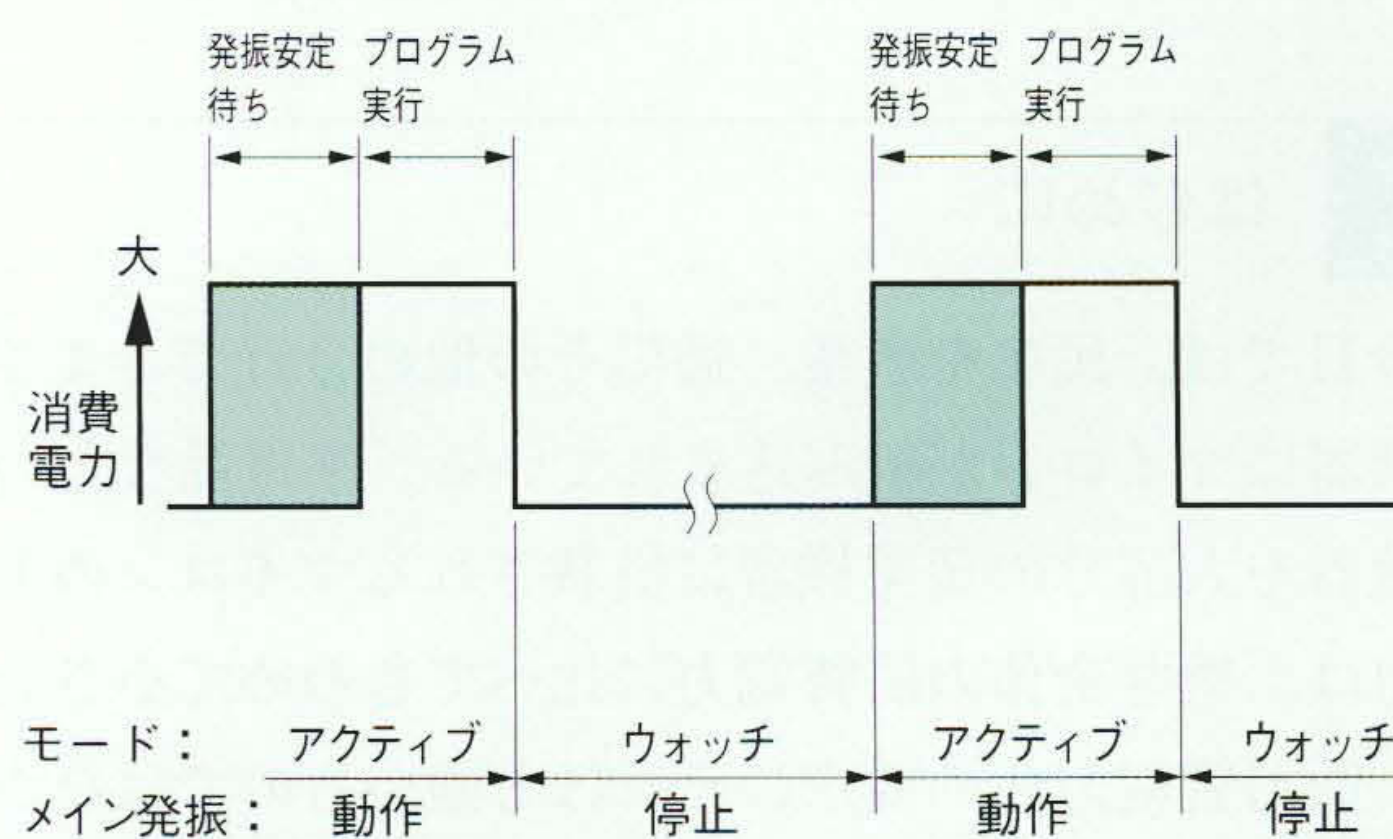


図2 マイコンの動作モード例

マイコンは、高速でのソフトウェア実行動作(アクティブ)と時計機能だけの動作で、待機(ウォッチ)を繰り返している。ウォッチモードからアクティブモードへ遷移する発振安定時間待ちの間は電力をむだに消費しているため、この時間を短縮することは、消費電力の低減に効果的である。

ブ発振器)をそれぞれ別個に持つ。ウォッチモードでは、メイン発振器は停止している。ウォッチモードからアクティブモードへ遷移するとき、メイン発振器の周波数と振幅が定常値になるまでに必要とされる時間(発振安定待ち時間)は、電力をむだに消費していることになる。ガスメータや煙感知器などのテレメータリングでは1日10万回にも及ぶモード遷移を繰り返しており、このむだな消費電力を無視しうる程度に発振安定時間待ちを短縮することが、電池寿命の面から重要となる。

メイン発振器の回路の新方式を図3に示す。新発振回路は、従来の発振回路に「トリガ発生回路」と「増幅回路」を付加した構成としている。メイン発振器の発振開始時に、トリガ発生回路から微小の振幅を強制的に発生させる。この微小の振幅がきっかけとなって発振インバータは小さい振幅の周波数を発生するので、これを増幅器で増幅することによって所定の振幅が速やかに得られる。新発振回路では、発振安定時間を従来のものに比べて約 $\frac{1}{1000}$ 程度に短縮し、発振安定待ち時間でのむだな消費電力を無視しうる程度に小さくすることができた。

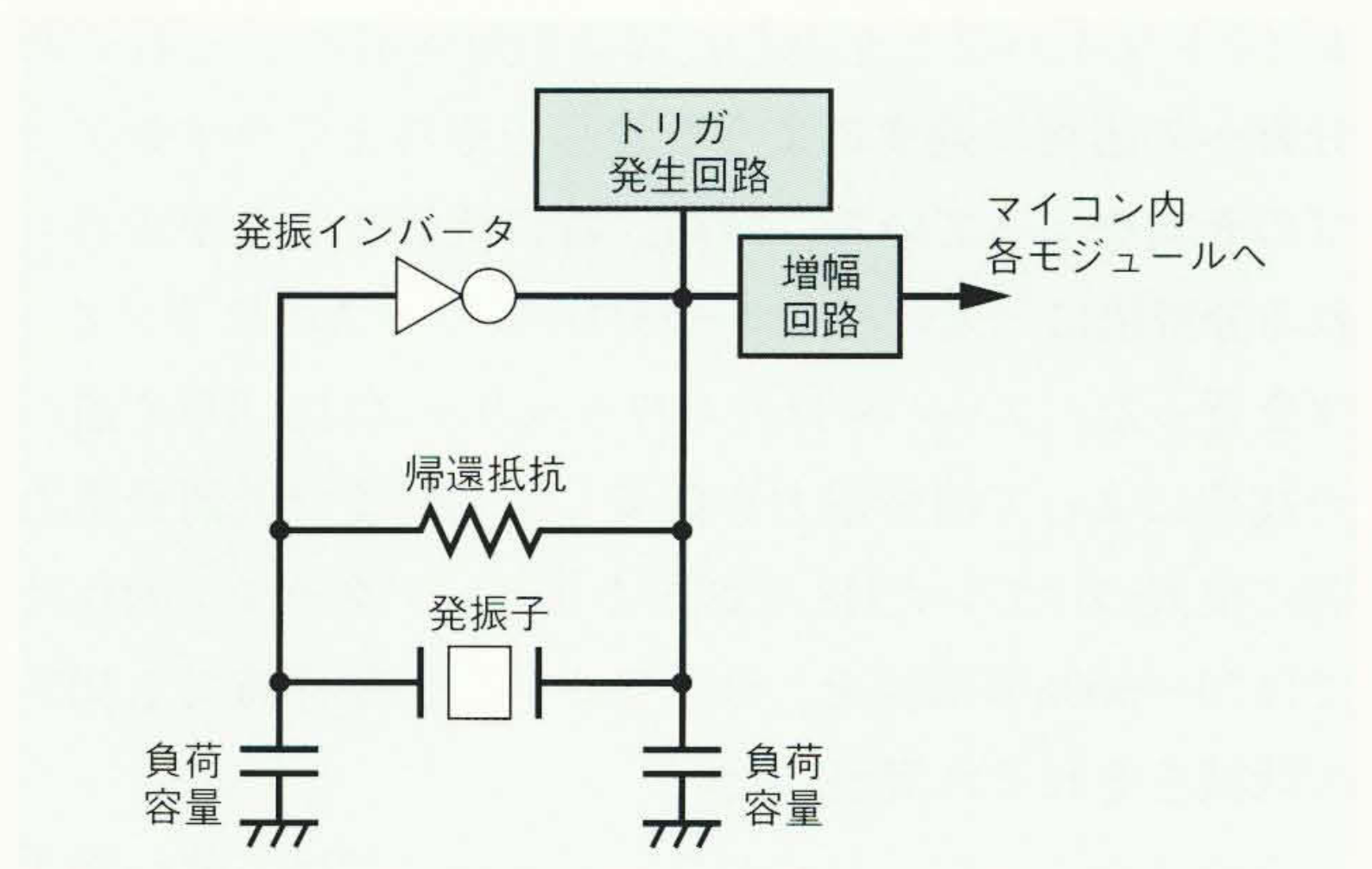
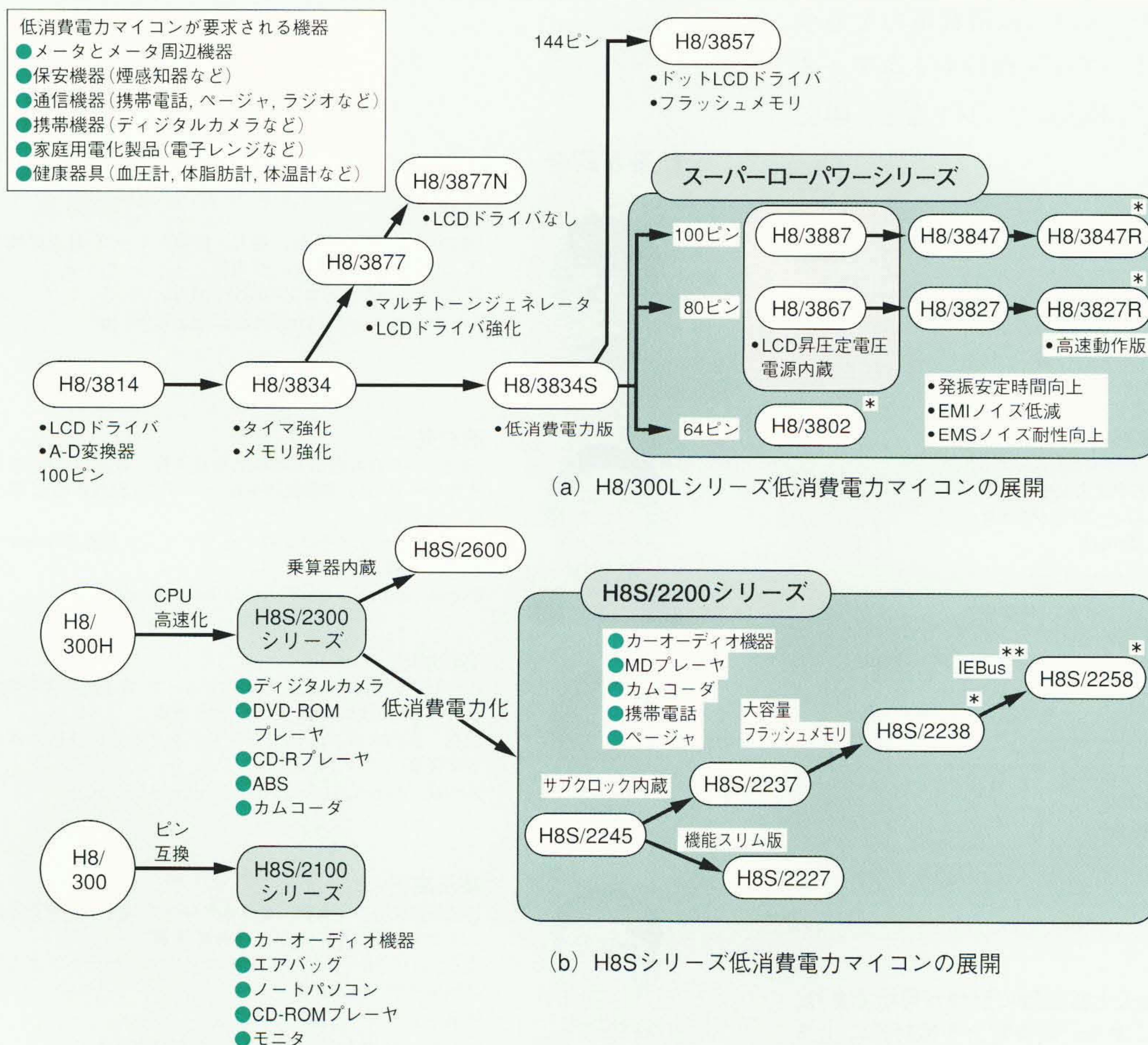


図3 新方式発振回路

新発振回路では、微小振幅を発生させるトリガ発生回路と発振インバータの出力を増幅する増幅回路を設け、発振安定時間を従来の約 $\frac{1}{1000}$ に短縮した。

4 低消費電力マイコン

日立製作所は、低消費電力の8ビットマイコンと16ビットマイコンをラインアップしている(図4参照)。8ビットマイコン「H8/300Lシリーズ」ではLCD(液晶ディスプ



注：略語説明ほか
EMS (Electromagnetic Susceptibility)
EMI (Electromagnetic Interference)
DVD-ROM (Digital Video Disc Read-Only Memory)
CD-R (Compact Disc-Rewritable)
CD-ROM (Compact Disc Read-Only Memory)
ABS (Anti-Lock Brake System)
MD (Mini Disc)
*(開発中)
**IEBusは日本電気株式会社の商標である。

図4 低消費電力マイコンの製品展開

日立製作所の低消費電力マイコンのラインアップのうち、今回新しく消費電力を大幅に低減した「H8/300Lスーパーローパワーシリーズ」の品ぞろえを行った。

H8Sシリーズは、H8/300とH8/300Hの命令互換性を持たせて機能強化を図ったもので、中でもH8S/2200シリーズは、低消費電力を追求したシリーズである。

レイ)ドライバなど充実した周辺機能を持ち、それぞれ分野への応用に適するような製品をそろえてラインアップの充実を図っている。今回、特に低消費電力が求められる分野用に、スーパーローパワーシリーズのラインアップを行った。スーパーローパワーシリーズは、3章で述べた技術によって消費電力を低減し、これまで低消費電力版に位置づけていたH8/3837Sよりも、アクティブ動作時では70～50%の低減を、サブアクティブ動作時でも50%の低減をそれぞれ実現した。

このほかスーパーローパワーシリーズでは、使い勝手を良くするくふうも盛り込んだ。例えばLCD電源として出力電圧5Vの昇圧回路を内蔵しているため、LCD駆動のための外付け昇圧回路を設ける必要がない。また、マイコンが発生するノイズ(EMIノイズ)の低減や電源ラインなどを通してマイコンにじょう乱を与えるノイズ(EMSノイズ)への耐性向上を図っているため、ユーザーによる基板設計が容易になる。

16ビットマイコン「H8Sシリーズ」は、H8/300(8ビットマイコン)とH8/300H(16ビットマイコン)の命令上位互換性を持ち、機能強化と低消費電力化を図ったものである。この中でH8S/2200シリーズは、低消費電力を追求したシリーズであり、カーオーディオ機器やミニディスクプレーヤ、カムコーダ、携帯電話、ページャなど、幅広

い分野に採用されている。H8S/2245シリーズでは、外部入力周波数の切換や、CPUのギヤ機能(クロック周波数の分周)などの低消費電力モードを組み合わせることで消費電流を相対比で $\frac{1}{500}$ にまで下げることができるなど、システムに適切な低消費電力動作を実現することができる(図5参照)。H8S/2237シリーズでは、いっそうの低消費電力化を図るため、H8Sシリーズで初めてサブ発振器を内蔵した。サブクロック動作モードでは、マイクロアンペアオーダーの消費電流で機器を容易に動作させることができる。

5 おわりに

ここでは、日立製作所のマイコン「H8/300Lスーパーローパワーシリーズ」を中心として、低消費電力化技術と低消費電力マイコンの応用分野について述べた。

マイコンはさまざまな機器に搭載されており、高機能化への要求とともに、社会的ニーズである省エネルギー化すなわち低消費電力化の要求はますます強くなっていく。今後も、これらの要求にこたえる製品のラインアップを図っていく考えである。

執筆者紹介



菅井 賢

1983年日立製作所入社、電力・電機グループ 日立電機本部 システムLSI設計センター 所属
現在、8ビットマイコンの開発に従事
E-mail: m_sugai @ cm.hitachi.hitachi.co.jp



西村 晃一

1982年日立原町電子工業株式会社入社、日立製作所 半導体グループ 電子営業統括本部 システムLSI技術本部 第二技術部 所属
現在、8ビットマイコンのマーケティングと製品技術サポートに従事
E-mail: k-nishimura @ denshi.head.hitachi.co.jp



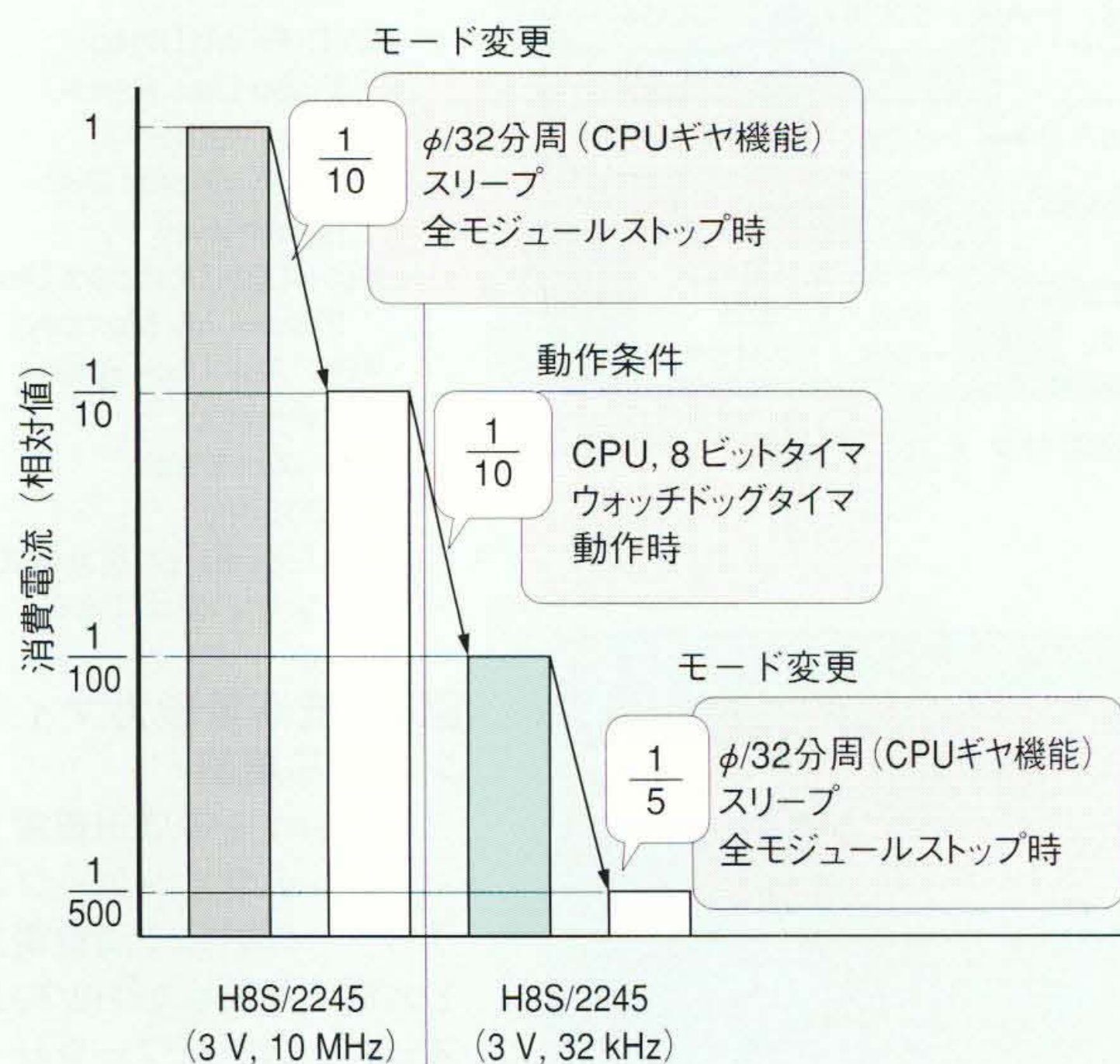
高松和也

1989年日立製作所入社、半導体グループ 電子統括営業本部 システムLSI技術本部 第二技術部 所属
現在、H8Sマイコンのマーケティングと製品技術サポートに従事
E-mail: takamatsu-kazuya-p @ hitachi-UL.co.jp



藤永高正

1962年日立製作所入社、半導体グループ 電子統括営業本部 システムLSI技術本部 第二技術部 所属
現在、4ビット、8ビットマイコンのマーケティングと製品技術サポートに従事
電気学会会員
E-mail: t-fujinaga @ denshi.head.hitachi.co.jp



注：記号説明 φ (クロック周波数)

図5 動作モードと消費電流

H8S/2245では13 MHz～32.3 kHzと広範囲に動作が可能であり、入力周波数や動作モードの切換により、消費電力を相対的に $\frac{1}{500}$ まで下げて動作させることができる。