

携帯機器の高音質化を実現するスピーカアンプLSI TC94B23WBGと音声信号処理コーデックLSI TC94B24WBG

TC94B23WBG Speaker Amplifier and TC94B24WBG Audio Codec LSIs for High Sound Quality in Mobile Devices

紀伊 雅之 高橋 清紀 須藤 隆

■KII Masayuki ■TAKAHASHI Kiyonori ■SUDO Takashi

スマートフォンやタブレットなど携帯機器の普及に伴って、ハンズフリー通話やビデオ通話に加えて、音楽・動画コンテンツをダウンロードしてAV機器として楽しむなど、利用シーンが多様化しており、ユーザーからは携帯機器に対してより良い音質が求められている。

東芝は、このような高音質化に対するニーズに応じて、携帯機器向けに低消費電力と高出力を実現したスピーカアンプLSI TC94B23WBG、及び当社独自方式によるエコー・ノイズキャンセル機能を内蔵した音声信号処理コーデックLSI TC94B24WBGを開発した。

With the widespread dissemination of mobile devices including smartphones and tablets in recent years, the usage of these devices has become diversified. Unlike the telephone receiver, which has conventionally been held by hand, smartphones are used in numerous ways such as hands-free calls, video calls, and so on. Furthermore, these devices are used as music or video players by many users. As a result of this trend, high-quality sound is required for mobile devices.

To satisfy the market demand for high sound quality, Toshiba has developed the TC94B23WBG high-power speaker amplifier and TC94B24WBG audio codec large-scale integrations (LSIs) to achieve clear sound based on proprietary echo and noise cancellation algorithms.

1 まえがき

東芝は、携帯機器市場での高機能、高音質、低ノイズ、及び低消費電力といったオーディオ用LSIに求められるニーズに応じて、スピーカアンプLSI TC94B23WBG及び音声信号処理コーデックLSI TC94B24WBGを開発した(図1)。

TC94B23WBGは、携帯機器の小さな筐体(きょうたい)からより大きな音量で音声や音楽を再生させるため、昇圧回路を内蔵して高出力化を実現したスピーカアンプLSIである。

TC94B24WBGは、携帯電話の通話に必要な不可欠なエコー・ノイズキャンセル処理を、当社独自の方式で高音質に処理するアルゴリズムを搭載している。一般に、エコー・ノイズキャンセル処理は二つのマイクを用いて行うが、当社は一つのマイクで他の方式と同等以上の高音質化を実現した。特にハンズフリー通話時の効果が優れている。

また、スマートフォンや、タブレット、ノートPC(パソコン)などで音楽や映画を楽しむユーザーも増えている一方、機器自体は小型化が進捗し搭載できるスピーカユニットのサイズも限られ、構造的に高音質化を図ることが難しい。こうした条件下で高音質化を図るために様々な音質改善ソフトウェアが提供されているが、これまでのDSP(Digital Signal Processor)はメーカー特有の言語(アセンブラ言語)で記述されておりLSIに実装することが難しかった。TC94B24WBGでは、メインDSPに一般的なC言語で記述できるCeva-TeakLite IIITM(注1)

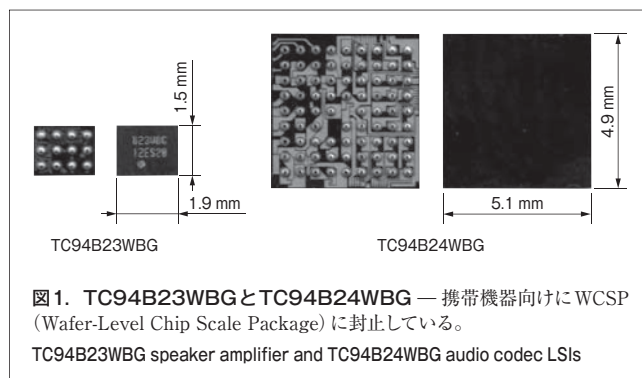


図1. TC94B23WBGとTC94B24WBG — 携帯機器向けにWCSP (Wafer-Level Chip Scale Package)に封止している。
TC94B23WBG speaker amplifier and TC94B24WBG audio codec LSIs

を採用することで、ソフトウェアの搭載を容易にしている。

ここでは、TC94B23WBGの高出力技術、及びTC94B-24WBGの高音質技術について述べる。

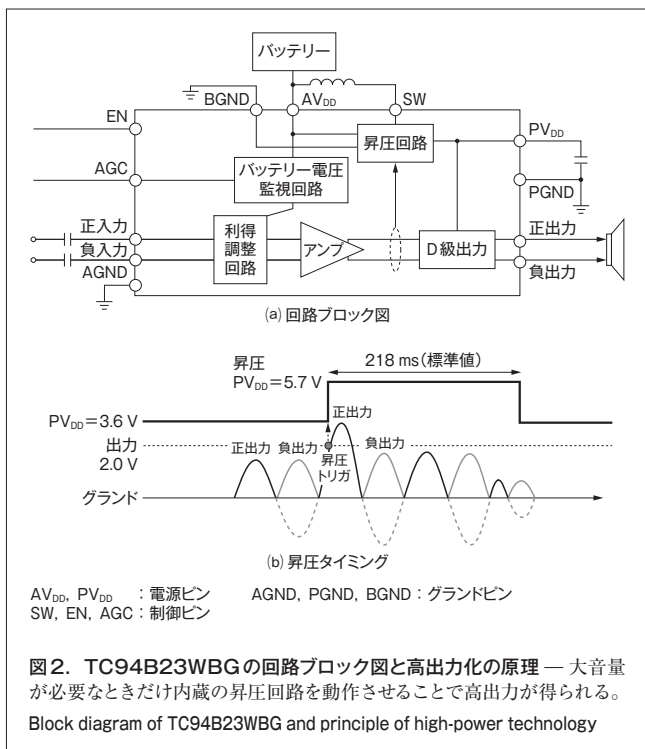
2 TC94B23WBGの高出力技術

一般に、携帯機器の電源としてリチウムイオン電池が用いられる場合が多く、電源電圧は通常3.6V前後である。通常用いられる入力インピーダンスが8Ωのスピーカの場合、理論的に出力パワーはこの電源電圧では800mW未満しか得ることができない。

(注1) CEVA-TeakLite-IIIは、CEVA, Inc.の商標又は登録商標。

一方、ハンズフリー通話や、携帯機器にダウンロードしたコンテンツをスピーカで再生する場合、この出力パワーでは音量不足、あるいは音量を確保しようとすると音がひずみ、いわゆる割れた音になってしまうという課題がある。

この課題を解決するためTC94B23WBGでは、図2(a)に示

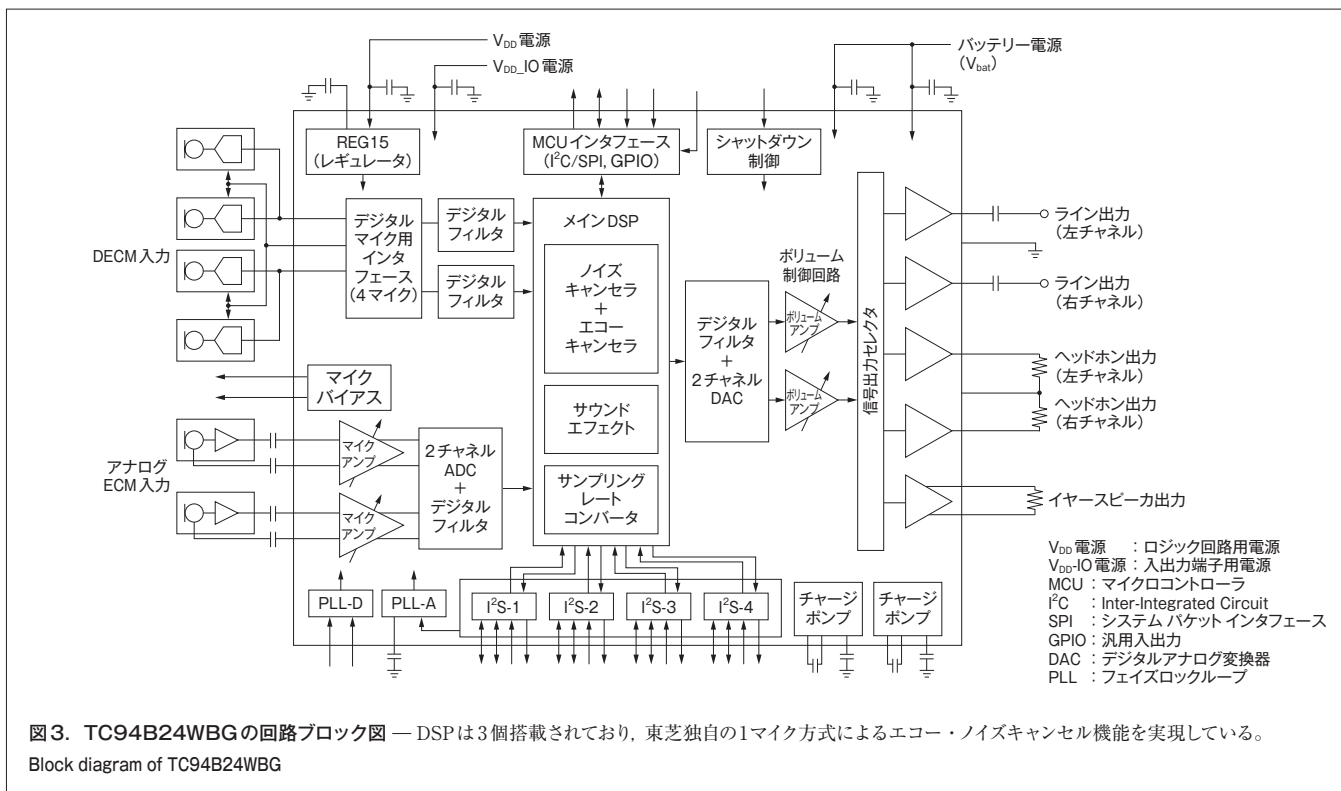


すようにLSI内部で電圧を昇圧し、8Ωスピーカ使用時に1.7Wの高出力が得られるシステムを採用している。また、この性能を実現するため、0.13μmの標準CMOS(相補型金属酸化膜半導体)プロセス技術をベースに世界トップレベルの低オン抵抗特性(RonA)を実現した高耐圧LDMOS(Lateral Double-Diffused MOS:横方向二重拡散MOS)混載プロセスを採用している。これにより、ハンズフリー通話時の音声聞き取りやすくなるとともに、後述するTC94B24WBGのエコー・ノイズキャンセル機能との併用によって更に明瞭な通話が可能になった。また、ダウンロードした音楽コンテンツもより高音質でスピーカから再生することができる。

一方、高出力化は電池の消耗を早めることにつながる。そこでTC94B23WBGでは、このトレードオフの関係を解決するため、図2(b)に示すように大音量が必要なときだけ電源電圧を昇圧するシステムを導入したことにより、高出力かつ低消費電力のスピーカンプを実現している。

3 TC94B24WBGの高音質技術

TC94B24WBGは、0.13μmのCMOSプロセスで製造され、図3に示すように、音声入力にDECM(デジタルエレクトレットコンデンサマイク)用PDM(Pulse Density Modulation)入力と、アナログマイク入力用ADC(アナログデジタル変換器)を備えている。出力にはイヤースピーカ(通話音声聞くためのスピーカ)アンプ、ステレオヘッドホンアンプ、及びライン



アウトの各出力端子を備えており、他のLSIとの通信用にI²S (Inter-IC Sound) フォーマットのPCM (Pulse Code Modulation) 入出力も4系統備えている。内部処理用にメインDSPを搭載し、一般的なボリュームやイコライザのほか、当社独自の1マイクによるエコー・ノイズキャンセル機能を実装している。

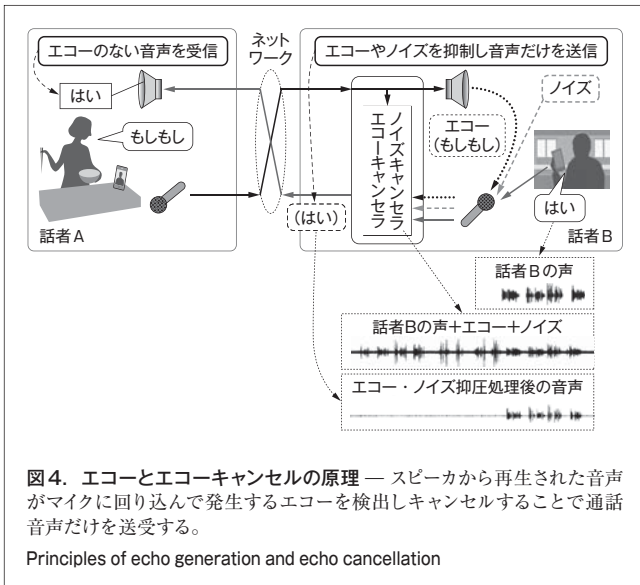
3.1 東芝独自方式によるエコーキャンセル技術

TC94B24WBGの特長の一つとして、大音量でのハンズフリー通話に対応できるエコーキャンセラを搭載している点が挙げられる。ハンズフリー通話の場合、スピーカから出る相手側の音声マイクに回り込み、相手側には話した音声が遅れて戻ってくるエコーと呼ばれる現象が起きやすく、これにより通話が聞き取りにくくなる。また、相手側も音量が大きい場合はハウリングとなり、異音が発生して通話が困難になる。エコーキャンセル機能が高性能であれば、機器の音量を大きくすることができ、相手にとって通話音質を改善することが可能になる。

エコーキャンセル機能は、スピーカから出た相手側の音声自分側のマイクに回り込んだエコー(図4)を、スピーカから出る前の相手側の音声を参照して除去する技術である。

しかし、自分側のマイクで拾った音には、周囲ノイズや自分の音声も混ざっており、むやみにキャンセルすると相手側と自分側が同時に話した際に自分側の音声とどぎれて相手側に伝わるなど、同時通話性の低下を招く。また携帯機器では、スピーカとマイクの距離が約3~15cmと近いうえ、小型スピーカで大きな音量を再生することが多い。スピーカから出る音が振動となって機器表面を伝わりひずんでマイクに回り込んだり、大音量で音声がひずむことでマイクへ回り込むエコーもひずんだりするなど、ひずんだ(非線形な)エコーの増加に伴ってエコー抑圧量が低下することも課題になっていた。

当社は、相手側の音声の回り込み、自分側の音声、及びノイズ



ズを適確に判別するために、図5に示すような一般的な時間領域でのエコー抑圧に加えて、周波数領域において非線形なエコーの抑圧を併用する当社独自の技術を開発した⁽¹⁾。2マイク方式に比べて高いエコー抑圧量と同時通話性の確保の両立を実現した(図6(a))。

3.2 1マイク方式によるノイズキャンセル技術

ハンズフリー通話の場合、両者の音声を聞きとるためにスピーカゲインだけでなくマイクのゲインも大きくするため、周囲ノイズをマイクで拾いやすい。こうしたノイズをキャンセルする機能は、相手側にとっての通話音質の向上につながるため重要である。しかし、自分側のマイクで拾った音は周囲ノイズと自分側の音声も混合したものであり、ノイズキャンセルが不適

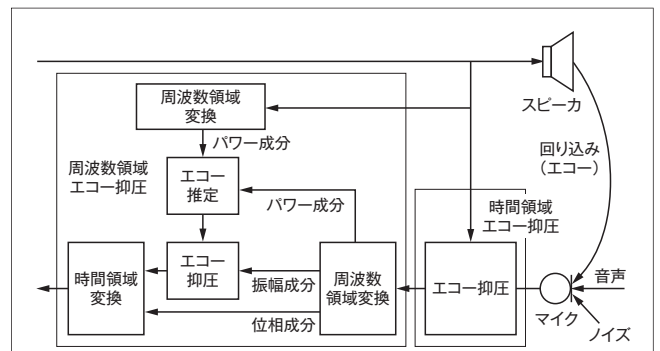
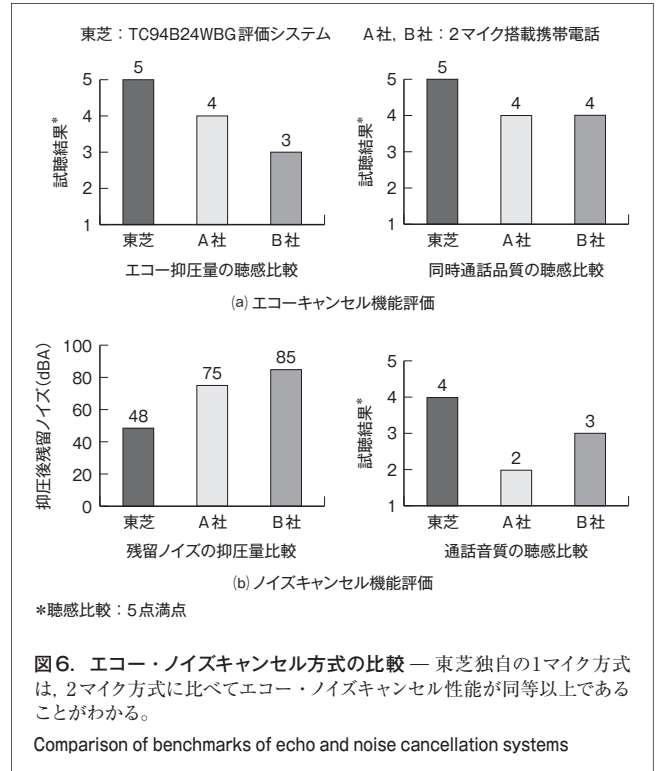


図5. 東芝独自のエコーキャンセル方式 — 周波数領域変換を用いて、エコーの抑圧と同時通話性の確保を両立させた。

Configuration of Toshiba proprietary echo cancellation system



切な場合には自分側の音声とがぎれて相手側に伝わるなど、通話品質の低下が発生する。

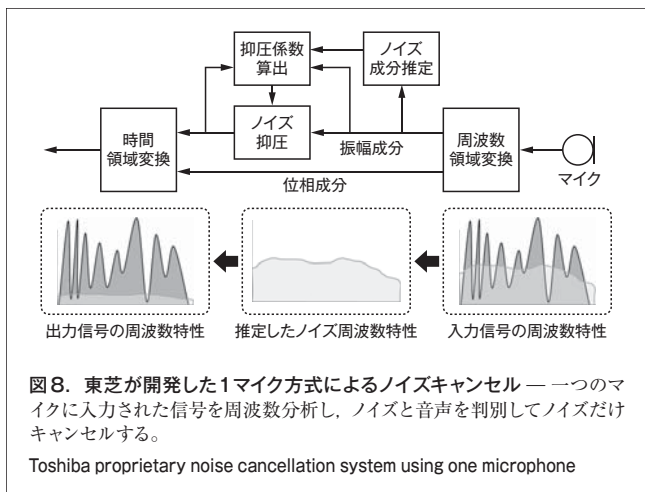
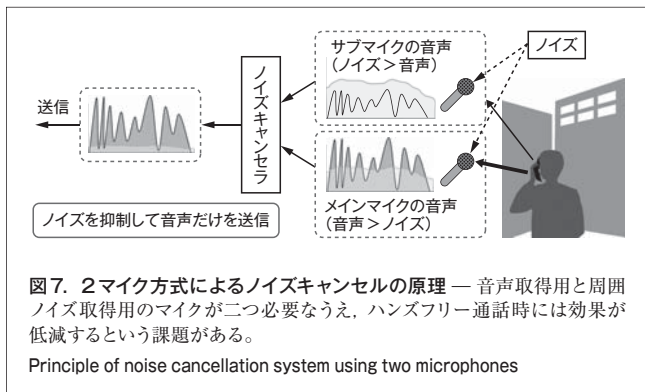
最近の携帯機器では、口元のメインマイクで音声を取得し、サブマイクで周囲ノイズを取得する2マイクのノイズキャンセル方式が用いられている。サブマイクからは周囲ノイズだけが取得されるため、その成分を参照することによってメインマイクで取得した信号に含まれるノイズを抑圧する(図7)。この方式では、マイクが二つ必要になるうえ、二つのマイクと通話者の距離が遠いハンズフリー通話ではその効果が低減する。

当社は、一つのマイクで取得した音声と周囲ノイズを、両者に含まれる周波数特性が異なることを利用して音声とノイズを判別し、ノイズだけを除去する技術を開発した⁽²⁾(図8)。

この方式をスマートフォンで利用が増えているビデオ通話などのハンズフリー通話に適用した場合、2マイク方式に比べて同等以上のノイズ抑圧量と通話品質を実現した(図6(b))。

3.3 高音質化ソフトウェアの搭載

携帯機器は、ハードウェア機能が集約されたメインLSIと、共通OS(基本ソフトウェア)から構成されている。高音質化を実現するには、そのためのソフトウェアを共通OSへ組み込むか、プログラマブルDSPを搭載したコーデックLSIへ組み込むかを選択する。前者では、共通OSがアップデートされるごと



に組み込みデバッグ作業が必要で開発工数が増える課題があった。また後者では、従来のコーデックLSIに搭載されたDSP独自のアセンブラ言語で記述する必要があり、移植性に課題があった。

TC94B24WBGで採用したCeva-TeakLite-IIITMは、C言語で記述したソフトウェアを搭載できるので汎用性が高く、携帯機器の高音質化による差異化に貢献できる。また、携帯機器での音楽再生を目的に、小さな筐体及び小さなスピーカを対象とした高音質化ソフトウェアが提供されており、当社でもレガザタブレットなどに独自の高音質化技術を搭載している⁽³⁾。将来的には、携帯機器の付加価値を更に高めるため、このような高音質化技術の搭載にも取り組んでいく予定である。

4 あとがき

ここ数年携帯機器の発展が著しく、様々な機能が携帯機器で実現できるようになった。しかし、機能は急激に増加しているものの音声や音楽の品質については改善の余地が残されており、ユーザーから求められる技術レベルも更に高くなっていくものと考えられる。

今後も当社は、より快適な携帯機器の実現に向けて、新たな技術開発を推進し、ユーザーニーズに応える製品を提供していく。

文献

- (1) 須藤 隆 他. “線形エコー抑圧量を考慮したスペクトル選択に基づく非線形エコー抑圧処理の改善”. 日本音響学会研究発表会講演論文集. 山梨, 2007-09, 日本音響学会. 2007, p.615 - 618.
- (2) 井阪岳彦 他. Laplace分布型確率密度関数と非線形SNR補正に基づく改良型MMSEノイズサブプレッサ. 電子情報通信学会技術研究報告. SP, 音声. 104, 1, 2005, p.7 - 12.
- (3) 今村 晃 他. レガザタブレットAT300のメディア機能を支える高画質・高音質化技術. 東芝レビュー. 66, 9, 2011, p.44 - 47.



紀伊 雅之 Kii Masayuki

セミコンダクター & ストレージ社 アナログ・イメージングIC事業部 ミックスシグナルLSI応用技術部参事。音響、音声、オーディオ用システムLSIの製品企画及び開発に従事。Analog & Imaging IC Div.



高橋 清紀 TAKAHASHI Kiyonori

セミコンダクター & ストレージ社 アナログ・イメージングIC事業部 ミックスシグナルLSI応用技術部主務。音響、音声、オーディオ用システムLSIの製品企画及び開発に従事。Analog & Imaging IC Div.



須藤 隆 SUDO Takashi

デジタルプロダクツ&サービス社 プラットフォーム&ソリューション開発センター プラットフォーム・ソリューション開発第三部主務。音響信号処理技術の開発に従事。電子情報通信学会、日本音響学会会員。Platform & Solution Development Center