

オーディオ・インタコネクトの EMIおよびESDフィルタリング



ON Semiconductor®

www.onsemi.jp

背景

携帯電話のような個人用電子機器に統合される機能は、継続的に増加しています。電子機器の製造業者はデバイス数を減らし、ボード面積を節減する目的で、より多くの機能を集積する必要に迫られています。携帯電話の製造業者も、携帯電話のバッテリー寿命を延長するために、より効率のよいデバイスを製造するように部品製造業者に働きかけています。一方で、多くの場合はこのような動向によって、ESDの影響を受けやすくなるという代償が発生します。同時に、データ・レートとクロック速度も上昇しているので、電磁気干渉(Electromagnetic Interference: EMI)のフィルタリングを強化して問題を解決する必要も生じています。オン・セミコンダクターのNUF2441FCは、携帯電話で採用されているヘッドセットとスピーカ・フォンの各ラインで、ESD保護とEMIフィルタリングの両方を達成し、しかもライン損失を小さく抑える目的で設計された製品です。このデュアル機能コンポーネントは、部品点数を削減し、フリップチップ・パッケージを採用してボード面積を大幅に節減すると同時に、低コストで優れた性能を発揮します。

回路の説明

NUF2441FCはデュアル・ラインに対する双方向ローパスEMIフィルタとして機能すると同時に、2組のシングルエンド・ラインまたは1組の差動ペアに対するESD保護機能を内蔵しています。各フィルタは、1個の2.9 nHインダクタンスと2個のツェナーダイオードで形成されています。各ダイオードは、120 pFの等価静電容量を持つコンデンサとして機能します。直列インダクタの代表的な等価直列抵抗は0.25 Ω です。低抵抗は、ライン損失を最小限に抑える必要があるオーディオ回路にとって理想的です。このフィルタ内のコンデンサは、背向型のツェナ過渡電圧サプレッサ(Transient Voltage Suppressor, TVS)ダイオードによって形成されています。これらのダイオードは、正と負の両方のESDスパイクに対するESD保護を実現します。Figure 1に、NUF2441FCの等価回路を示します。

APPLICATION NOTE

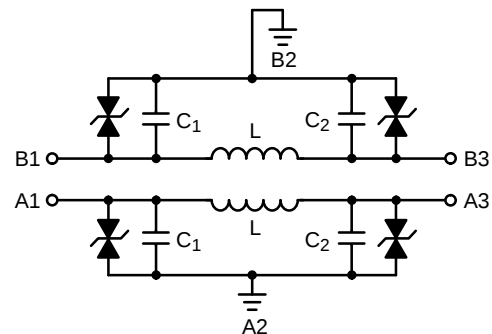


Figure 1. Equivalent Discrete Pi-filter and Pinout

NUF2441FCは、IEC61000-4-2の要件に準拠し、接触放電と空中放電の両方に対して30 kVの定格を満たしています。ツェナーダイオードは、破壊的なエネルギーをグラウンドに向かって消費し、非破壊的な16 Vという電圧にクランプする手法で、ESD保護を実現します。結果として形成されるPi (パイ)型フィルタには、オーディオ・バンドの挿入損失が非常に小さく、同時に50 Ω 負荷の場合は、800 MHz ~ 5.0 GHzの帯域で30 dB以上の除去性能を備えています。また、NUF2441FCは10個の等価ディスクリット・コンポーネントを1.7 x 1.2 mmのフリップチップ・パッケージに集積して、スペースを大幅に節減しています(Figure 2)。

PIN CONFIGURATION

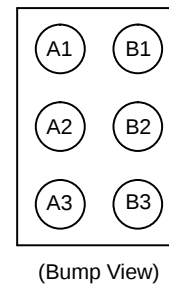


Figure 2. Package View of the NUF2441FC

機能

ヘッドセットとスピーカ・フォンのESDおよびEMIフィルタリングを必要とする携帯電話において、多くの構成でNUF2441FCを使用できます。最も一般的な構成として、グランド基準なしの単一入力または単一出力に対して差動ペア・モードで2個のフィルタを使用する方式、あるいは共通のグランド基準を使用する2本のラインに対してシングルエンド・モードで2個のフィルタを使用する方式が挙げられます。

スピーカ・ラインの保護として、オーディオ・アンプ/バッファの後段、およびスピーカに接続するコネクタの前段にNUF2441FCを配置することができます。スピーカに対する共通のグランド接続が存在しない差動モード・アプリケーションでは、1個の差動アンプの2本の出力ピンをスピーカ・コネクタに接続しますが、Figure 3に示すように、その差動アンプの2本の出力にNUF2441FCを接続することもできます。この結果、各ラインに対して個別にEMIフィルタリングを実施し、ESDからも保護することができます。

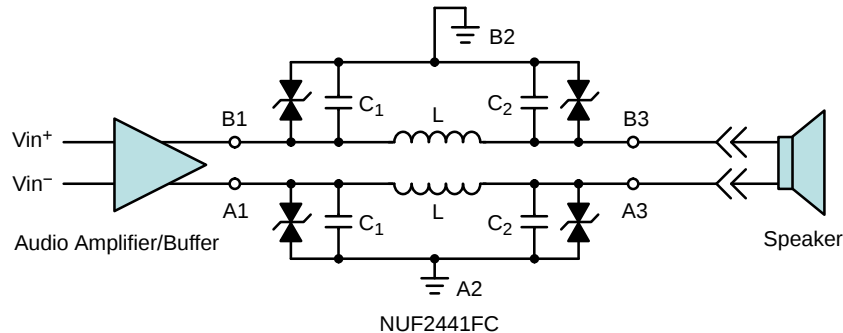


Figure 3. NUF2441FC in Differential Mode Configuration with Speaker Output

2個の個別オーディオ出力に対して1個の共通グランドを使用する場合は、2個のフィルタの一方に対して各チャンネルを接続し、スピーカの帰線をグランドに接続します(Figure 4)。帰線がフィルタリングされていない場合でも、各チャンネルに対して最大ESD保護を実現できます。これはNUF2441FCが双方向の

過渡電圧サプレッサ(TVS)を使用しているためです。ここでも、ESDが正と負のどちらであるかに関係なく、エネルギーはグランドに向かって消費され、結果としてより敏感なコンポーネントを保護することができます。

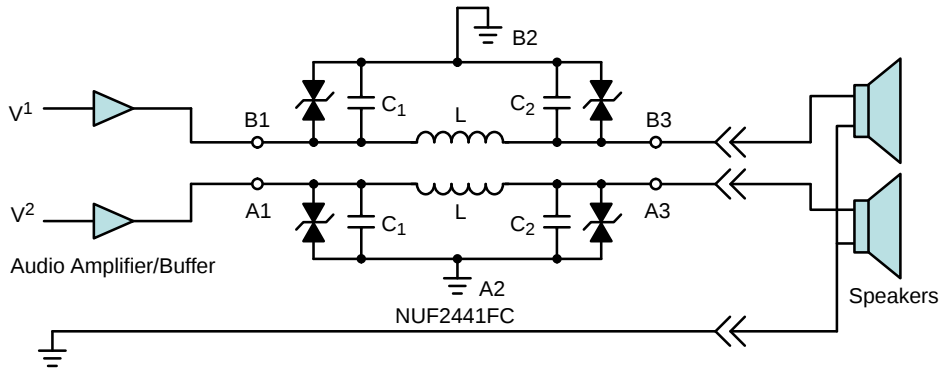


Figure 4. NUF2441FC with Two Single-ended Mode Speakers

同様に、マイクからの入力をESDから保護するには、コネクタの後段、およびあらゆる受信コンポーネントより前段にNUF2441FCを配置することができ

ます(Figure 5)。この方式には、通常ならシステムに入り込む可能性があるEMI全般をフィルタリングできるといった別の利点もあります。

AND8165/D

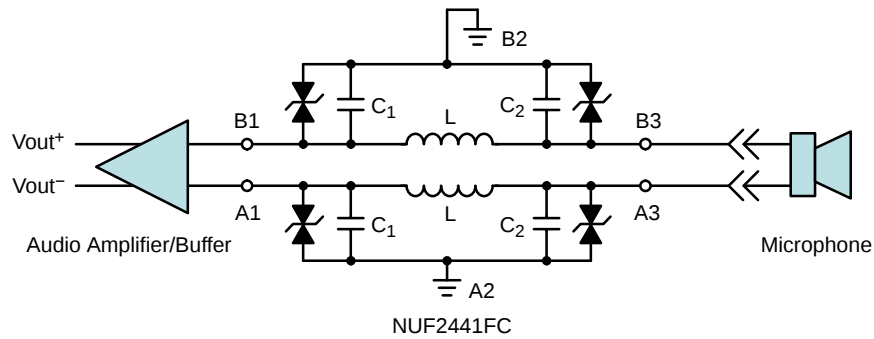


Figure 5. NUF2441FC in Differential Mode Configuration with Microphone Input

2個の個別フィルタの間には40 dB以上の絶縁が設けられているので、Figure 6に示すように、1個のNUF2441FCを使用して入力オーディオと出力オーディオの両方を保護することもできます。マイクとスピーカが共通のグラウンドを使用する限り、各ラインはそれぞれの専用フィルタで保護できます。

マイクとスピーカが共通のグラウンドを使用する限り、各ラインはそれぞれの専用フィルタで保護できます。

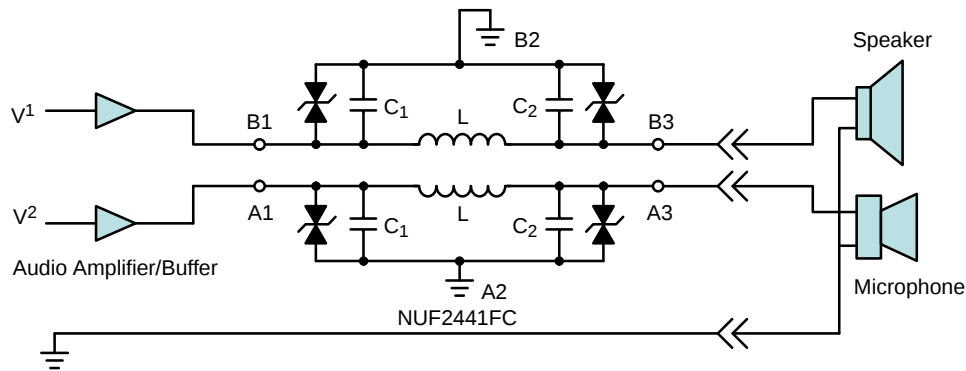


Figure 6. NUF2441FC with Single-ended Mode Microphone Input and Single-ended Speaker Output

回路の性能

NUF2441FCは、IEC61000-4-2に準拠して、両方のラインをESDから保護します。各ラインに2個のTVSデバイスがあるので、接触放電と空中放電の両方に対して30kVのESDから保護できます。ESDとIEC61000-4-2の詳細については、AND8074/Dの「EMI Filtering, USB Upstream Line Termination and ESD Protection Using the STF202 Device」(英語)を参照してください。

EMIフィルタのフィルタリング要件には、2つの主要コンポーネントがあります。最初はフィルタで除去する周波数範囲です。この周波数バンドは通常、800 MHzで始まり2.4 GHzで終わります。この周波数バンドが非常に重要な理由は、携帯電話(GSM)の周波数が800 MHzで始まり、Bluetoothが2.4 GHzで動作し、多くの携帯電話と他の通信バンドがその間に位置する現状に関係しています。次の要件はこのバンドでの減衰量です。携帯電話で 사용되는多くのRF成分の感度のため、25 dBでも機能する可能性はありますが、30 dBを上回る減衰が望まれます。30 dB減衰された信号は電力換算で1/1,000に減少します。

EMIフィルタの対照をなすもう1つの要素は通過バンドです。仮にEMIフィルタが必要な信号を通過させないとしたら、そのフィルタには意味がありません。この例ではオーディオ信号を通過させる必要が

あります。挿入損失が大きい場合は、スピーカを駆動するのにより多くの電力が必要になり、またマイクからオーディオ信号を取得するためにより感度の高いレシーバが必要です。オーディオ・バンドで挿入損失が小さいと、効率が上がることを意味します。フィルタからの損失を限定すると、ドライバ・アンプがフィルタ損失を克服するのに本来必要とされる値よりはるかに大きな出力電力を供給する必要がなくなり、スピーカに望ましい出力を供給するだけですみます。低挿入損失特性はマイクから信号を受信する場合にも重要です。この場合、レシーバ・アンプの感度を高める必要はなくなります。損失を限定しない場合は、受信が困難なレベルにまでオーディオ・レベルが減衰するおそれがありますが、それ以外の場合はレシーバの感度を高める必要はありません。Figure 7では、NUF2441FCの挿入損失がオーディオ・バンドで非常に小さく、除去バンドでは30 dBを上回る優れた除去が達成されることを示しています。

NUF2441FCはデータ伝送にも使用できます。50 Ω以下の負荷では、このフィルタのカットオフ周波数(F_C)は30 MHzです。これはレートが3.0 MHz以下のデータ・ラインとクロック・ラインで、NUF2441FCがEMIを適切に除去し、ESDから保護できることを意味しています。

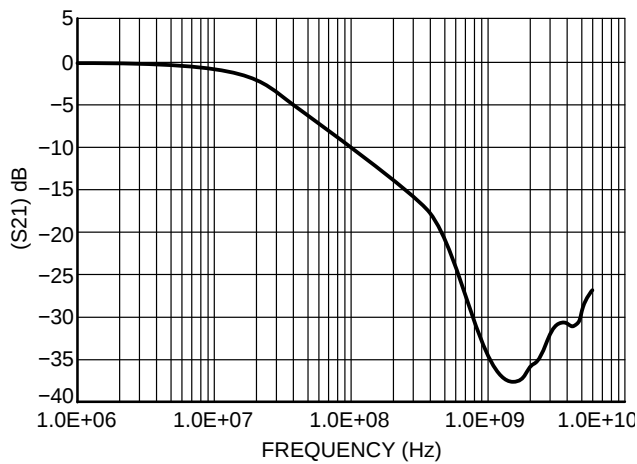


Figure 7. Insertion Loss of the NUF2441FC at 50 Ω

設計の考慮事項

差動モードの構成(Figure 8)では、入力ラインと出力ラインの両方を並行させ、適切なインピーダンスと等長配線を維持する必要があります。仮に配線の長さが大幅に異なっている場合は、差動信号で誤差が発生したときに、制御されていないEMIが発生するおそれがあります。グラウンド・バンプは、できるだけ短い配線でアナログ・グラウンドに接続し、EMIフィルタが予測可能な方法で減衰を達成できるようにする必要があります。

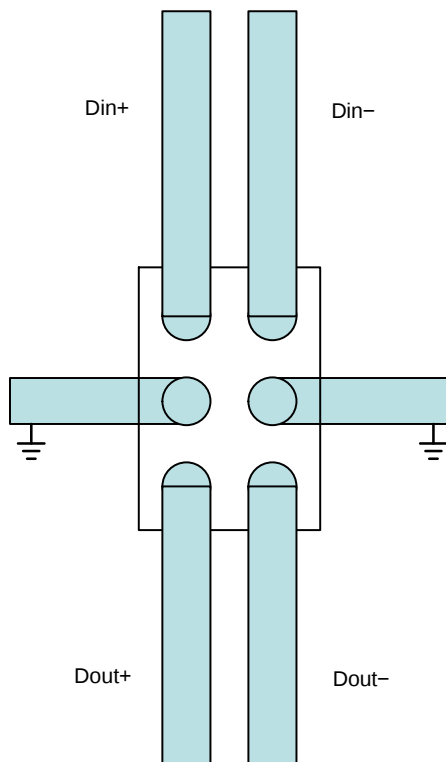


Figure 8. Proposed Layout for Differential Lines

NUF2441FCをシングルエンド・モードで使用する(Figure 9)場合は、フィルタに向かう入力ラインと、フィルタから流れ出る出力ラインは、互いに対して90°の角度を維持する必要があります。これはライン間のクロストークを抑制するのに役立ちます。複数のオーディオ・ラインで1本の帰線を共有し、アナログ・グラウンドに接続されているフィルタのグラウンド・バンプに帰線を接続する必要があります。

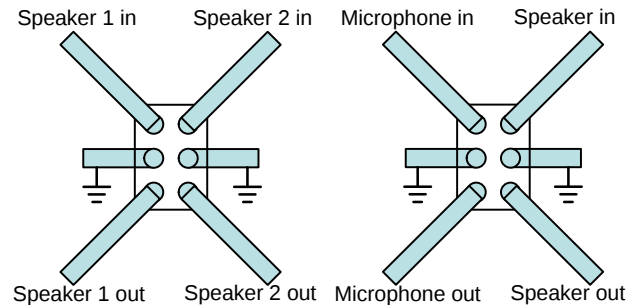


Figure 9. Proposed Layout for Single-Ended Lines

参考文献

- [1] Biancomano, Vincent, "Integrated Passives Go Chip Scale," EETimes, August 18, 2003.
- [2] Brooks, Douglas, "Rules For Handling Differential Signals," EETimes, January 07, 2002.
- [3] ON Semiconductor Application Note [AND8074/D](#).
- [4] ON Semiconductor Application Note [AND8026/D](#).

ON Semiconductor及びONのロゴはSemiconductor Components Industries, LLC (SCILLC) 若しくはその子会社の米国及び/または他の国における登録商標です。SCILLCは特許、商標、著作権、トレードシークレット(営業秘密)と他の知的所有権に対する権利を保有します。SCILLCの製品/特許の適用対象リストについては、以下のリンクからご覧いただけます。www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf。SCILLCは通告なしで、本書記載の製品の変更を行うことがあります。SCILLCは、いかなる特定の目的での製品の適合性について保証しておらず、また、お客様の製品において回路の応用や使用から生じた責任、特に、直接的、間接的、偶発的な損害に対して、いかなる責任も負うことはできません。SCILLCデータシートや仕様書に示される可能性のある「標準的」パラメータは、アプリケーションによっては異なることもあり、実際の性能も時間の経過により変化する可能性があります。「標準的」パラメータを含むすべての動作パラメータは、ご使用になるアプリケーションに応じて、お客様の専門技術者において十分検証されるようお願い致します。SCILLCは、その特許権やその他の権利の下、いかなるライセンスも許諾しません。SCILLC製品は、人体への外科的移植を目的とするシステムへの使用、生命維持を目的としたアプリケーション、また、SCILLC製品の不具合による死傷等の事故が起こり得るようなアプリケーションなどへの使用を意図した設計はされておらず、また、これらを使用対象としておりません。お客様が、このような意図されたものではない、許可されていないアプリケーション用にSCILLC製品を購入または使用した場合、たとえば、SCILLCがその部品の設計または製造に関して過失があったと主張されたとしても、そのような意図せぬ使用、また未許可の使用に関連した死傷等から、直接、又は間接的に生じるすべてのクレーム、費用、損害、経費、および弁護士料などを、お客様の責任において補償をお願いいたします。また、SCILLCとその役員、従業員、子会社、関連会社、代理店に対して、いかなる損害も与えないものとします。SCILLCは雇用機会均等/差別撤廃雇用主です。この資料は適用されるあらゆる著作権法の対象となっており、いかなる方法によっても再販することはできません。

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:

Literature Distribution Center for ON Semiconductor
P.O. Box 5163, Denver, Colorado 80217 USA
Phone: 303-675-2175 or 800-344-3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303-675-2176 or 800-344-3867 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

N. American Technical Support: 800-282-9855 Toll Free
USA/Canada
Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 421 33 790 2910
Japan Customer Focus Center
Phone: 81-3-5817-1050

ON Semiconductor Website: www.onsemi.com

Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>

For additional information, please contact your local Sales Representative