

超音波駐車支援(パーキングアシスト)へのPGA460-Q1の使用

センサ製品担当、Brian Rodriguez



超音波駐車支援は、パーキングアシストシステム、駐車ガイドシステム、リバースパーキングアシストとも呼ばれます。これらのシステムには、単に物体の存在を検出し、音によってドライバーに通知するだけのものから、ドライバーの操作をほとんど、またはまったく必要とせず自動的に車両を駐車させるものまで、各種存在します。一般に、これらのシステムには4~16個のセンサが車両の周囲に配置され、目的の検出範囲をカバーします。図1を参照してください。

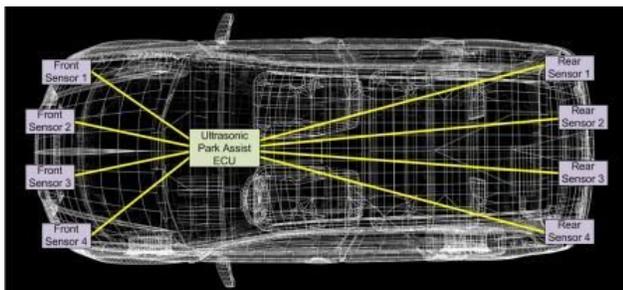


図1. PGA460-Q1を使用する超音波駐車支援の構成

この種のアプリケーションを設計するエンジニアは、超音波トランスデューサ(トランスミッタ)を駆動すると同時に、車両から物体までの距離を測定する超音波エコーを受信しそれを処理する集積回路(IC)を必要とします。たとえば、PGA460-Q1はISO (International Organization for Standardization)ポール(性能標準として超音波駐車補助に使用されるポリ塩化ビニール(PVC)製のパイプ)を最大5mの距離から、高い信頼性で検出できます。また、このデバイスは超音波駐車支援システムの開発において一般的に実行されるテストである、厳格な静電放電(ESD)およびバルク電流注入(BCI)テストにも合格しています。

超音波駐車支援のコスト低減への圧力は、車メーカー(OEM)が車両にさらに多くの超音波センサを追加する必要に直面することにより、今後数年間にわたって引き続き増大するでしょう。PGA460-Q1は、大量生産のTier1サプライヤについて競争力のあるコスト構造に対応しています。

今日の超音波駐車支援モジュールの一般的な要件は次のようなものです。

- 30cm~5mの範囲の物体検出(現在のUPAシステムの場合)

- モジュールからローカル電子制御ユニット(Star構成の場合)またはボディコントロール(BCM) (LINバス構成の場合)へ直接の、Time Command Interface (TCI)またはローカル相互接続ネットワーク(LIN)による通信
- アクティブ時の平均消費電流が低いこと
- ステート・マシンなどのデジタル処理エンジン
- 40°C~105°Cの周囲温度範囲での車載用品質認定

自動運転車両の要求を満たすため、短距離および長距離の物体検出標準はより厳格になるでしょう。長期的なプラットフォームの開発においては、10cm未満、および7mを超える距離の物体を検出できる超音波モジュールが必要になるでしょう。これらの距離の要件を満たすには、半導体ASICサプライヤによる、アナログ・フロント・エンド(AFE)の感度の向上と高度なデジタル処理がとて重要で重要です。

TCIおよびLINは、今日の超音波駐車支援システムにおける最も一般的な2つの通信インターフェイスです。ただし、車両の先進運転支援システム(ADAS)の視覚処理能力が発達するにつれ、ペリフェラル・センサ・インターフェイス(PSI) 5、分散システム・インターフェイス(DSI) 3、コントローラ・エリア・ネットワーク(CAN)などの高速のプロトコルを使用して、より大量の超音波エコー・データの通信が予想されます。

性能についての考慮事項

超音波システムでタイム・オブ・フライト(ToF)の測定結果を片道の距離へ正確に変換するには、温度、湿度、トランスデューサの感度、放射される音圧レベル、伝送媒体、対象の特性を考慮する必要があります。車載用システムは、各種の気候、過酷な気象条件、暑いまたは寒い季節、路上の瓦礫にさらされるので、センサの性能の品質と堅牢性を維持するため、温度と湿度の変化に対して共振周波数と減衰時間のドリフトが小さい、密閉されたトランスデューサが必要です。TIは、muRata Electronicsなどいくつかのトランスデューサ製造業者との密接な協力により、PGA460-Q1がパッシブ調整された車載グレードのトランスデューサと組み合わせて正しく動作することをテストして保証しているため、完全に最適化され連携された超音波駐車支援ソリューションを実現できます。

車載グレードのトランスデューサで与えられる追加保護のため、放射音圧レベル(SPL)は標準的な超音波トランスデューサと比較して桁違いに弱くなります。SPLの損失があると、超音波エコーが空中を伝達するとき、検出不能なレベルまで、はるかに早く減衰することになります。この理由から、PGA460-Q1の探知範囲は一般に、ISOポールを対象としたときで最大5~7mに制限されます。ISOポールは、トランスデューサの方向にエコーを返す断面が1つの直線軸でしかないため、ワーストケースの対象と見なされます。

最大探知範囲の要件がそれほど厳しくない(3m以下)場合、車載用超音波センサ・モジュールでは、従来の昇圧変圧器を、ブリッジ・ドライバ・ソリューションによるトランスデューサの励起で代替可能です。昇圧変圧器は、最大量のSPLを放射するため、トランスデューサの最大駆動定格電圧(100Vp-p超)と等しい正弦波の駆動電圧で、車載用トランスデューサを励起するので、ブリッジ・ドライバで十分に使用に耐えるのは、最大SPLの一部しか必要ない場合のみです。SPLの最大値に対する割合は、励起電圧の関数として対数的に増大するため、ドライバの種類と基準電圧によってトランスデューサの励起をコントロールできます。

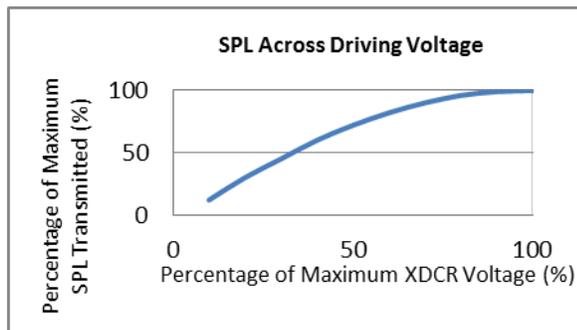


図 2. トランスデューサの音圧レベルは励起電圧の関数となります

トランスデューサの製造業者は、圧電性テクノロジーを進歩させ、次世代の車載用トランスデューサを製造しようとしています。これらのトランスデューサはより感度が高く、低い最大駆動電圧で最大SPLを生成でき、ブリッジ・ドライバ型を使用して7mを超える探知範囲を実現し、減衰リングを10cm未満に最小化します。現在のところ、変圧器駆動のソリューションはより探知距離が長く、変圧器の2次側に発生するインダクタンスによりトランスデューサの減衰リング時間を微調整できます。このため、現在(2017年)の超音波駐車支援アプリケーションのほとんどでは、変圧器駆動のソリューションが推奨されます。

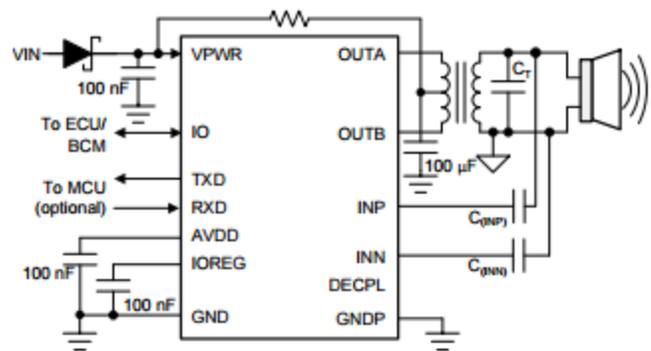


図 3. PGA460-Q1の変圧器駆動の回路図

PGA460-Q1車載用超音波信号プロセッサとトランスデューサ・ドライバ

PGA460-Q1のシステム・オン・チップ手法には、超音波駐車支援ソリューションのSoCのすべての要件が組み込まれています。出力ドライバを使用してパルス数を設定し、駆動電流の制限により生成されるSPLの量をコントロールできます。両方の変数を最適化することで、リング減衰時間をバランスさせ、同時に長距離においても帰還エコーの振幅の信号対ノイズ比(SNR)を最大化できます。パルス数と駆動電流制限を単に最大化すると、SNRが飽和し、最大の範囲が得られますが、リング減衰時間が長くなり、過剰な励起エネルギーが熱として発散され、トランスデューサの寿命が短くなります。このため、モジュールの総合的な性能を最適化するには、これらの変数を制限することをお勧めします。

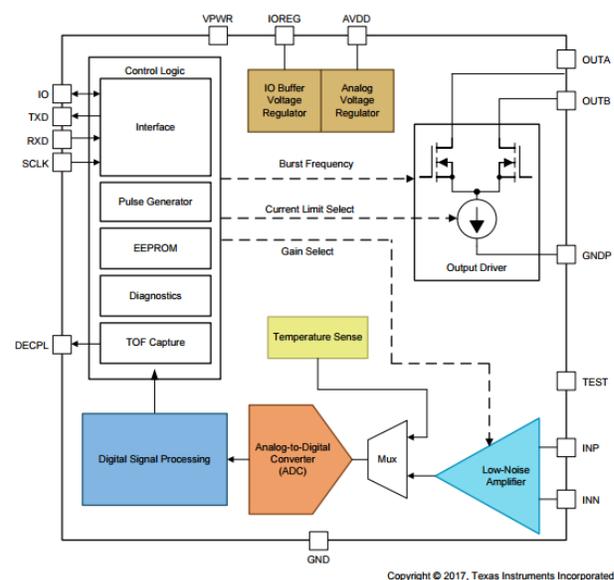


図 4. PGA460-Q1のブロック図

帰還する超音波エコーを受信するとき、アナログ・フロント・エンドの低ノイズのアンプ(LNA)およびプログラマブル・ゲイン・アンプ(PGA)により、帰還エコーの強度が十分で、デジタル化してデジタル信号処理可能なことが保証されます。時間可変ゲインの実装により、短距離と長距離の両方の反射を、どちらも振幅の飽和や減衰なしに、単一のウィンドウで捕捉できます。デジタル信号処理ブロックは、超音波エコーの詳細を抽出し、ユーザーによって構成されているスレッシュホールドと比較します。このスレッシュホールド・コンパレータは、反射エコーがいつ検出されたかを示すため使用され、タイム・オブ・フライト(ToF)、ピーク振幅、エコーの幅を記録します。ユーザーは、結果として得られる超音波測定の値を読み出すか、エコーのデータを読み出してプロットできます。

PGA460-Q1の1線式UART (OWU)インターフェイス、または同等なLINを使用する車載用実装では、前に述べた方法でデータを抽出する必要があります。ただし、Time Command Interface (TCI)を使用する場合、スレッシュホールド・コンパレータは帰還エコー信号がスレッシュホールド・レベルを超過し、このレベルと交差する間、PGA460-Q1のIOピンをLOWにプルし、リアルタイム応答を強制します。TCIはStarトポロジでしか実装できないのに対して、OWUはスター・トポロジも8デバイス・バス・トポロジも使用できます。これは、PGA460-Q1の3ビットUARTアドレスがこの通信モードに利用されるためです。

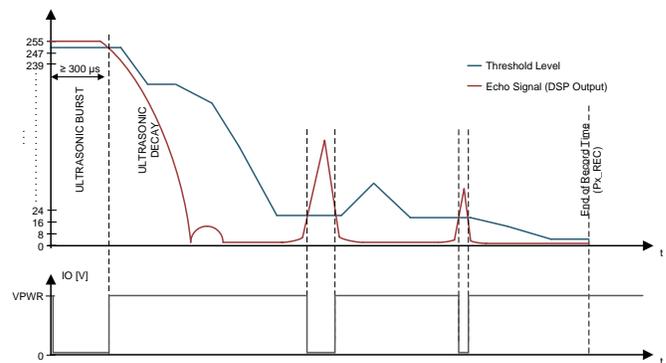


図 5. Time Command Interfaceとスレッシュホールド・コンパレータ

PGA460-Q1にはオンチップの温度センサがあり、温度の変化を監視して、音の速度を現在の温度の関数として更新および設定する必要があることをユーザーへ通知します。温度に加えて、PGA460-Q1にはシステム診断機能があり、トランスデューサの共振周波数、リングング減衰時間、励起電圧、および周囲の超音波ノイズ・レベルを監視して、超音波センサ・モジュールが意図したように動作しているか、またはセンサがバンパー上の氷、泥、土などの異物によって妨げられているかを判定します。

ドライバおよびレシーバの構成の柔軟性と、センサ・モジュールの健全性を監視および診断する能力から、PGA460-Q1はほとんどの車載用トランスデューサと組み合わせ、超音波駐車支援モジュールを実現できます。

その他の資料

- [PGA460-Q1評価モジュール\(EVM\)](#)を注文できます。
- [PGA460-Q1 EVMトレーニング・ビデオ・シリーズ](#)をご覧ください。
- [『PGA460のよくある質問\(FAQ\)とEVMトラブルシューティング・ガイド』](#)をダウンロードできます。
- [『PGA460超音波モジュール・ハードウェアおよびソフトウェアの最適化』](#)アプリケーション・レポートをダウンロードできます。

TIの設計情報およびリソースに関する重要な注意事項

Texas Instruments Incorporated ("TI")の技術、アプリケーションその他設計に関する助言、サービスまたは情報は、TI製品を組み込んだアプリケーションを開発する設計者に役立つことを目的として提供するものです。これにはリファレンス設計や、評価モジュールに関する資料が含まれますが、これらに限られません。以下、これらを総称して「TIリソース」と呼びます。いかなる方法であっても、TIリソースのいずれかをダウンロード、アクセス、または使用した場合、お客様(個人、または会社を代表している場合にはお客様の会社)は、これらのリソースをここに記載された目的にのみ使用し、この注意事項の条項に従うことに合意したものとします。

TIによるTIリソースの提供は、TI製品に対する該当の発行済み保証事項または免責事項を拡張またはいかなる形でも変更するものではなく、これらのTIリソースを提供することによって、TIにはいかなる追加義務も責任も発生しないものとします。TIは、自社のTIリソースに訂正、拡張、改良、およびその他の変更を加える権利を留保します。

お客様は、自らのアプリケーションの設計において、ご自身が独自に分析、評価、判断を行う責任がお客様にあり、お客様のアプリケーション(および、お客様のアプリケーションに使用されるすべてのTI製品)の安全性、および該当するすべての規制、法、その他適用される要件への遵守を保証するすべての責任をお客様のみが負うことを理解し、合意するものとします。お客様は、自身のアプリケーションに関して、(1) 故障による危険な結果を予測し、(2) 障害とその結果を監視し、および、(3) 損害を引き起こす障害の可能性を減らし、適切な対策を行う目的で、安全策を開発し実装するために必要な、すべての技術を保持していることを表明するものとします。お客様は、TI製品を含むアプリケーションを使用または配布する前に、それらのアプリケーション、およびアプリケーションに使用されているTI製品の機能性を完全にテストすることに合意するものとします。TIは、特定のTIリソース用に発行されたドキュメントで明示的に記載されているもの以外のテストを実行していません。

お客様は、個別のTIリソースにつき、当該TIリソースに記載されているTI製品を含むアプリケーションの開発に関連する目的でのみ、使用、コピー、変更することが許可されています。明示的または黙示的を問わず、禁反言の法理その他どのような理由でも、他のTIの知的所有権に対するその他のライセンスは付与されません。また、TIまたは他のいかなる第三者のテクノロジーまたは知的所有権についても、いかなるライセンスも付与されるものではありません。付与されないものには、TI製品またはサービスが使用される組み合わせ、機械、プロセスに関連する特許権、著作権、回路配置利用権、その他の知的所有権が含まれますが、これらに限られません。第三者の製品やサービスに関する、またはそれらを参照する情報は、そのような製品またはサービスを利用するライセンスを構成するものではなく、それらに対する保証または推奨を意味するものでもありません。TIリソースを使用するため、第三者の特許または他の知的所有権に基づく第三者からのライセンス、あるいはTIの特許または他の知的所有権に基づくTIからのライセンスが必要な場合があります。

TIのリソースは、それに含まれるあらゆる欠陥も含めて、「現状のまま」提供されます。TIは、TIリソースまたはその仕様に関して、明示的か暗黙的にかかわらず、他のいかなる保証または表明も行いません。これには、正確性または完全性、権原、続発性の障害に関する保証、および商品性、特定目的への適合性、第三者の知的所有権の非侵害に対する黙示的保証が含まれますが、これらに限られません。

TIは、いかなる苦情に対しても、お客様への弁済または補償を行う義務はなく、行わないものとします。これには、任意の製品の組み合わせに関連する、またはそれらに基づく侵害の請求も含まれますが、これらに限られず、またその事実についてTIリソースまたは他の場所に記載されているか否かを問わないものとします。いかなる場合も、TIリソースまたはその使用に関連して、またはそれらにより発生した、実際の、直接的、特別、付随的、間接的、懲罰的、偶発的、または、結果的な損害について、そのような損害の可能性についてTIが知らされていたかどうかにかかわらず、TIは責任を負わないものとします。

お客様は、この注意事項の条件および条項に従わなかったために発生した、いかなる損害、コスト、損失、責任からも、TIおよびその代表者を完全に免責するものとします。

この注意事項はTIリソースに適用されます。特定の種類の資料、TI製品、およびサービスの使用および購入については、追加条項が適用されます。これには、半導体製品(<http://www.ti.com/sc/docs/stdterms.htm>)、評価モジュール、およびサンプル(<http://www.ti.com/sc/docs/sampterm.htm>)についてのTIの標準条項が含まれますが、これらに限られません。