

iCoupler ADuM4160/ADuM3160 USB アイソレータの評価用ボード

はじめに

USB は PC 採用のシステムでデフォルト・シリアル通信ポートとして、RS-232 のような旧型の通信規格を置換えるようになりました。USB はこれらの旧型規格と比較すると、ペリフェラルの電源、ドライバの自動インストレーション、高いデータ・レートなどの多くの強化された機能を持っていますが、USB を使う場合、アイソレーションが困難なため、医用や工業用アプリケーションでの採用は限られていました。

アナログ・デバイセズは、バスをアイソレーションする困難な作業に対処するためUSBアイソレータ **ADuM4160** と **ADuM3160** を導入しています。EVAL-ADuM4160EBZ USBアイソレータ評価用ボードは、標準ケーブルまたはディスクリット配線により既存アプリケーションに対するインターフェースを容易にできるように構成してあります。

USB 評価用ボードには **ADuM4160** が実装されていますが、**ADuM4160** と **ADuM3160** は電氣的に同じで、かつピン互換であるため、すべての評価はこのボードを使って行い、部品は **ADuM3160** に直接応用しました。何らかの理由でPCB上の **ADuM3160** を置換える場合でも、その他の変更は不要です。

この評価プラットフォームのデザイン目標は次の通りです。

- 標準の USB タイプ A コネクタとタイプ B コネクタを使ってシステムへ接続します。
- USB ホストから、あるいは 5.0 V または 3.3 V の外部電源から電源の供給を受けます。
- **ADuM5000** isoPower® DC/DCコンバータを使ってダウンストリーム・インターフェース用の絶縁型電源をサポートします。
- 5 V または 3.3 V 電源からのダウンストリーム外部電源をサポートします。
- すべての電源パスと信号パスに対するテスト・ポイントを設けます。
- ロー・スピードとフル・スピードの通信をサポートします。
- エン्यूメレーション制御をサポートします。
- 外部 ESD 保護をサポートします。
- xD+/xD-ラインで同相モード・チョークをサポートします。
- V_{BUSx} ラインと GND_x ラインでフェライト・インダクタをサポートします。

ADuM4160/ADuM3160 の特長

ADuM4160 と **ADuM3160** は USB の xD+ラインと xD-ラインに直接インターフェースすることにより、フル・スピードとロー・スピードのデータ通信をサポートします。これらのデバイスは、ハブやケーブルと同じような大きな遅延を追加するのではなく、USB データ・トラフィックに対してトランスペアレントになるようにデザインされています。アイソレータには次の機能が含まれます。

- **ADuM4160** と **ADuM3160** が 5 V または 3.3 V から電源供給を受けることを可能にする電圧レギュレータを内蔵。
- ダウンストリーム・ピン PIN (ピン 12) の制御のもとでアップストリーム・プルアップ抵抗を使用。
- アイソレータの動作速度をデバイスのアップストリーム側とダウンストリーム側のピン SPU とピン SPD (それぞれピン 5 とピン 13) により設定。

アイソレータのアップストリーム側にはピン 1 ~ ピン 8 があり、評価用ボードの左側に接続され、タイプ B コネクタを経由してインターフェースしています。ダウンストリーム側にはピン 9 ~ ピン 16 があり、評価用ボードの右側に接続され、タイプ A コネクタを経由してインターフェースしています。

評価用ボードを使うと、**ADuM4160/ADuM3160** チップのすべての機能を設定することができるため、様々な電源方式をサポートすることができます。また、ボードでは同相モード電圧を許容できますが、耐圧テストのような安全性に関するテストを行うことは推奨されません。このタイプのテストは部品レベルまたは量産ボードで行ってください。

評価用ボード

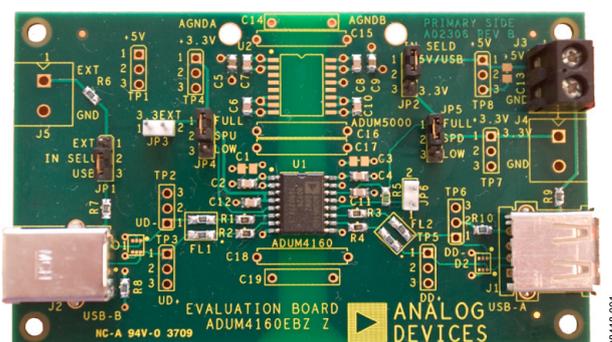


図 1. USB 評価用ボード

最終ページの重要なお注意と法的条項をお読みくださるようお願いいたします。

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。
※日本語データシートは REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。
©2010 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

Rev. A

目次

はじめに.....	1	スピードの選択.....	4
ADUM4160/ADuM3160 の特長.....	1	プルアップ制御.....	4
評価用ボード.....	1	直列抵抗.....	4
改訂履歴.....	2	テスト・ポイント.....	4
電源.....	3	オプション部品.....	4
アップストリーム側.....	3	評価用ボードの回路図とアートワーク.....	5
ダウンストリーム側.....	3		
グラウンド方式.....	3		

改訂履歴

9/10—Rev. 0 to Rev. A

Added ADuM3160	Throughout
Changes to Introduction.....	1

2/10—Revision 0: Initial Version

電源

アップストリーム側

USB 規格では、ペリフェラル・デバイスのアップストリーム側ポートがプルアップの電源をケーブルの 5 V から供給することを要求しています。また、この電源を使ってペリフェラル機能に最大 500 mA まで供給することができます。

ADuM4160 と ADuM3160 は、データ転送とプルアップ電源に使用するため V_{BUSx} から 3.3 V を発生して供給する電圧レギュレータを内蔵しています。3.3 V を外部電源から供給できる場合は、このレギュレータをバイパスすることができます。評価用ボードでは、ケーブルの 5 V または端子ブロック J5 (EXT) に接続した外部電源から電源を得ることができます。ジャンパー JP1 を使って、この 2 つの電源から選択します。外部電源を選択する場合、その電源から 3.3 V または 5 V を入力するように ADuM3160 と ADuM4160 を設定することができます。3.3 V を使う場合、ピン 1 とピン 3 を接続して内部レギュレータをディスエーブルする必要があります。これは、JP3 (3.3EXT) を短絡することにより行われます。USB バスから電源を供給する場合は、このジャンパーをオープンにする必要があります。

表 1. アップストリーム電源のジャンパー設定

Power Source	Jumper Settings	
	IN SELU (JP1)	3.3EXT (JP3)
USB Bus	USB (2 and 3)	Open
EXT 5.0 V	EXT (1 and 2)	Open
EXT 3.3 V	EXT (1 and 2)	Short

ダウンストリーム側

USB 規格では、ペリフェラル・ポートから電源を得ることを禁じています。ADuM4160 または ADuM3160 のダウンストリーム側を動作させる電源をアップストリーム側のようにケーブル接続から得ることはできません。アイソレータがペリフェラル・デバイスに内蔵されている場合、ペリフェラルから電源を直接取得することができます。アイソレータがその保護対象となるペリフェラルに内蔵されていない場合、電源は外部から取得するか、またはアップストリーム側のバス電源から DC/DC コンバータを経由して取得する必要があります。この評価用ボードでは、これら可能な全電源構成に対応しています。

ダウンストリーム・ポートの電源は、端子ブロック J3 と端子ブロック J4 を経由して外部電源接続から、または ADuM5000 isoPower DC/DC モジュール (別売り) を介してアップストリーム USB 電源バスから取得することができます。ボード・デザインを強固にし、できるだけシンプルにするため、ボード電源を供給する方法は 1 つにすることができます。この評価用ボードは、出荷時に外部 5 V 電源入力に設定されています。ダウンストリーム・ポートの電源がペリフェラルから、または外部電源から供給される場合は、ADuM5000 を実装しないでください。

ADuM5000 がダウンストリーム側へ供給できる電源は 100 mA に制限されています。ダウンストリーム・ポートでこれより大きな電源を必要とするアプリケーションでは、外部電源オプションを使用する必要があります。ADuM5000 はユーザーの便利のために用意されているので、最終アプリケーションでの使用については、データ・シートに基づいて消費電力と EMI 軽減についてレビューする必要があります。

ダウンストリーム電源の設定では、ADuM5000 コンバータの実装/非実装、J3 または J4 への電源供給、該当するジャンパー設定を行います。

ADuM4160 または ADuM3160 のアップストリーム側の場合と同様に、内部レギュレータが設けてあります。このレギュレータは、xD+ の 3.3 V 電源と V_{BUS2} に加えられる 5 V からの xD- 信号ラインを駆動します。さらに、 V_{BUS2} と V_{DD2} を 3.3 V 電源に接続すると、レギュレータがバイパスされるため、電圧はチップで直接使用されます。IN SELD (JP2) ジャンパーにより、供給を受ける 5 V 電源または 3.3 V 電源を選択します。5 V 電源としては、J3 に加えられる外部電圧または ADuM5000 を使用することができます。3.3 V 電源は J4 端子ブロックだけです。外部電源を使用しない場合は、ADuM5000 をボードに実装しないでください。

表 2. ダウンストリーム電源のジャンパー設定

Power Source	Jumper Settings/Components	
	IN SELD (JP3)	ADuM5000
USB bus	5 V/USB	Installed
5 V (J3)	5 V/USB	Not installed
3.3 V (J4)	3.3 V	Not installed

グラウンド方式

このボードは、分離した 2 つのグラウンド・システムと電源システムから構成されています。さらに、PCB の底面にはフローティング容量構造があり、この構造により ADuM5000 DC/DC コンバータの EMI が軽減されています。この構造は、アイソレーション境界の両側にあるフローティング・プレーンから構成されています。様々な EMI 軽減方式の評価を可能にするため、例えばプレーンを次のようにすることができます。

- 左フローティング、これでは EMI の影響が小さくなります。
- 銅テープ・ストリップを追加し、それをエクスポーズド・パッドにハンダ付けすることにより接続する。
- スルーホール位置 (C14 と C19) に実装したサーフェィ・コンデンサにより接続する。

さらに、ユーザー・オプションとしてグラウンド・プレーンと電源プレーンをC15～C18 を使って容量結合することができます。これにより、プレーン-プレーン間ノイズを複数のパスでバイパスして、ADuM5000電源からの放射を小さくすることができます。

PCB の上縁に大きなネジ穴が 2 個設けてあります。この穴を使って、アップストリーム・グラウンド・プレーンとダウンストリーム・グラウンド・プレーンを接続することができます。これらは、複数構成のシステムへの PCB グラウンド接続を可能にするために設けてあります。フローティング・プレーンは、すべてのビアとその他のボード・プレーンより 0.4 mm 後退させてデザインしてあります。ノイズ削減のためにフローティング構造を採用している場合、PCB を高電圧テストに使用しないでください。このタイプの構造が最終デザインに必要な場合、PCB の内部層に構成して沿面距離と空間距離の問題を回避する必要があります。

スピードの選択

ADuM4160とADuM3160は、ロー・スピードまたはフル・スピードの固定USB転送速度で動作します。スピードはデバイスのアップストリーム側とダウンストリーム側にあるSPUピンとSPDピンにより設定され、評価用ボードのジャンパーにより設定する必要があります。両スピード・ジャンパーは、正常動作のためには同じスピード設定にする必要があります。

表 3. スピード選択のジャンパー設定

SPU (JP4)	SPD (JP5)	Speed
Short SPU-Full	Short SPD-full	Full (12 Mbps)
Short SPU-Low	Short SPD-low	Low (1.5 Mbps)

プルアップ制御

PINピンは、ペリフェラルからのエニュメレーションと切断の制御を可能にするために設けてあります。PINをハイ・レベルにすると、ADuM4160またはADuM3160のアップストリーム側のプルアップがUSBスピード・モードに対応するデータ・ラインに接続されます。これにより、エニュメレーションとデータ転送が可能になります。PINをロー・レベルにすると、アップストリームのプルアップが切り離されるため、アップストリーム・ポートは、そのポート自体が存在しないかのように動作します。

この機能は、バス上でエニュメレーションが完了するまで、アップストリームのプルアップ抵抗の接続を遅延させることにより、ペリフェラルとホストとの通信を遅延させることができます。PINをV_{DD2}に接続することができ、両ダウンストリーム電源が加えられたときプルアップをアップストリーム側に接続します。

PINの制御は、ジャンパーJP6を使って行います。PIN入力は、10 kΩ抵抗によりハイ・レベルにプルアップされています。JP6を短絡すると、ロー・レベルになります。これにより、ハイ・レベルのデフォルト状態をPINに入力して、直ちにエニュメレーションを可能にします。

表 4. PIN プルアップの制御

PIN (JP5)	Upstream Pull-Up State
Short	Disconnected
Open	Connected

直列抵抗

ADuM4160とADuM3160でサポートする 2 種類のUSBスピードでは、トランシーバ端子に異なる直列抵抗値が必要です。

フル・スピード動作の場合、抵抗 R1～抵抗 R4 に 1% の 24 Ω 抵抗を実装する必要があります。これらの抵抗は評価用ボードの基本構成で実装されており、ボードをフル・スピードで動作させる場合、変更は不要です。

ロー・スピード動作の場合、R1～R4 を 0 Ω 接続(短絡)にする必要があります。ボードをロー・スピードで動作させる場合、受信設定から変更する必要があります。短絡には、805 サイズの SMT デバイスまたはシンプルなワイヤーによるパッド短絡を使用することができます。抵抗はロー・スピード性能に大きな影響を与えないため、インピーダンスが評価に重要でない場合、両スピード・モードでそのままにしておくことができます。

テスト・ポイント

評価用ボードには 8 個のテスト・ポイントが設けてあります。デフォルト設定ではヘッダーは用意されていません。グラウンド信号対用の実装穴が設けてあります。これらの穴は、中心間隔 100 mil または 200 mil の標準スクエア・ピンに合わせてあります。この構成は、Tektronix 社の高周波アクティブ・プローブまたは標準ヘッダーの寸法に合わせて選択されています。適切なオシロスコープ・ヘッダーは、3 ピン SIP ワイヤードラップ・ヘッダーを使いセンター・ピンを取り外すことにより得られます。信号ピンは、プローブの間隔に合うように調整することができます。別のタイプの接続が必要な場合、ワイヤーをこれらの接続用の穴に通すことができます。

オプション部品

DD+/DD-と UD+/UD-のデータ・ラインに対する同相モード・チョークと外付け ESD 保護機能を実装するオプションも用意してあります。TDK ACM3225 チョークの場所は、ポジション FL1 とポジション FL2 に設けてあります。ON Semiconductor 社の ESD ダイオード・バック NUP2202 の場所は、ポジション D1 とポジション D2 に設けてあります。さらに、表面実装フェライト・インダクタのパッドは、ポジション R6～ポジション R10 に設けてあります。これらのすべての部品場所は、アナログ・デバイス出荷時に無実装または 0 Ω 抵抗接続になっています。これらは、ユーザーの便宜のために PCB 上に設けてあるものです。

評価用ボードの回路図とアートワーク

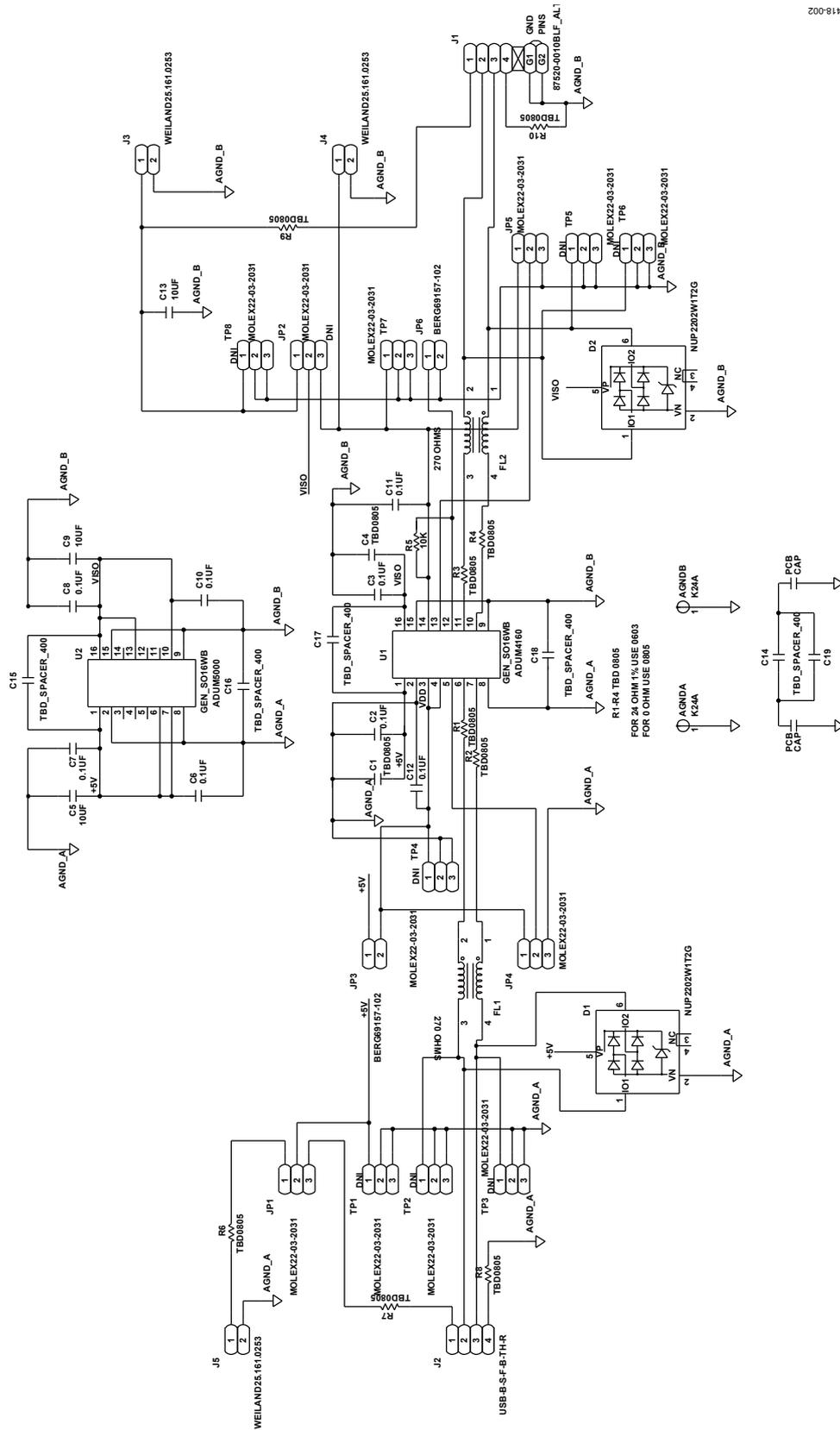


図 2 評価用ボードの回路図

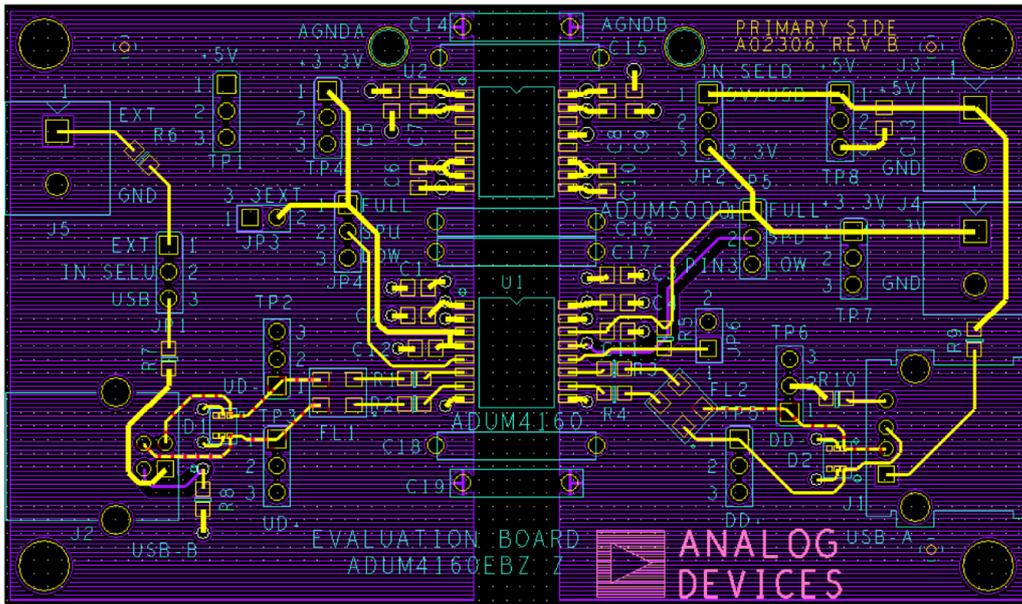


図 3. 評価用ボードのアートワーク



ESD に関する注意

ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないうちに放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

法的条項

アナログ・デバイスズの標準販売条項が適用される評価用ボードの購入の場合を除き、ここで説明する評価用ボード (すべてのツール、部品ドキュメント、サポート資料、また評価用ボードも含む) を使用することにより、以下に定める条項(本契約)にお客様は同意するものとします。本契約に同意した方のみ、評価用ボードを使用することができます。お客様が評価用ボードを使用した場合は、本契約に同意したと見なします。本契約は、"お客様"と One Technology Way, Norwood, MA 02062, USA に本社を置く Analog Devices, Inc. (以降 ADI と記載)との間で締結されるものです。本契約条項に従い、ADI は、無償、限定的、一身専属、一時的、非独占的、サブライセンス不能、譲渡不能な評価用ボードを、評価目的でのみ使用するライセンスをお客様に許諾します。お客様は、評価用ボードが上記目的に限定して提供されたこと、さらに他の目的に評価用ボードを使用しないことを理解し、同意するものです。さらに、許諾されるライセンスには次の追加制限事項が適用されるものとします。(i) 評価用ボードを貸借、賃貸、展示、販売、移転、譲渡、サブライセンス、または頒布しないものとします。(ii) 評価用ボードへのアクセスを第三者に許可しないものとします。ここで言う“第三者”には、ADI、お客様、その従業員、関連会社、および社内コンサルタント以外のあらゆる組織が含まれます。この評価用ボードはお客様に販売するものではありません。評価用ボードの所有権などの、本契約にて明示的に許諾されていないすべての権利は、ADI に帰属します。本契約と評価用ボードはすべて、ADI の機密および専有情報と見なされるものとします。お客様は、この評価用ボードの如何なる部分も、如何なる理由でも他者に開示または譲渡しないものとします。評価用ボード使用の中止または本契約の終了の際、お客様は評価用ボードを速やかに ADI へ返却することに同意するものです。<追加制限事項>お客様は、評価用ボード上のチップの逆アセンブル、逆コンパイル、またはリバース・エンジニアリングを行わないものとします。お客様は、ハンド処理または評価用ボードの構成材料に影響を与えるその他の行為に限らず、評価用ボードに発生したすべての損傷や修正または改変を ADI へ通知するものとします。評価用ボードに対する修正は、RoHS 規制に限らずすべての該当する法律に従うものとします。<契約の終了>ADI は、お客様に書面通知を行うことで、何時でも本契約を終了することができるものとします。お客様は、評価用ボードを速やかに ADI に返却することに同意するものです。<責任の制限>ここに提供する評価用ボードは現状有姿のまま提供されるものであり、ADI はそれに関する如何なる種類の保証または表明も行いません。特に ADI は、明示か黙示かを問わず、評価用ボードにおけるあらゆる表明、推奨または保証（商品性、権原、特定目的適合性または知的財産権非侵害の黙示の保証を含みますがこれらに限定されません）を行いません。如何なる場合でも、ADI およびそのライセンサーは、利益の喪失、遅延コスト、労賃、またはのれん価値の喪失など（これらには限定されません）、評価用ボードのお客様による所有または使用から発生する、偶発的損害、特別損害、間接損害、または派生的損害については、責任を負うものではありません。すべての原因から発生する ADI の損害賠償責任の負担額は、総額で 100 米国ドル（\$100.00）に限定されるものとします。<輸出>お客様は、この評価用ボードを他国に直接的または間接的に輸出しないことに同意し、輸出に関する該当するすべての米国連邦法と規制に従うことに同意するものとします。準拠法。本契約は、マサチューセッツ州の実体法に従い解釈されるものとします(法律の抵触に関する規則は排除します)。本契約に関するすべての訴訟は、マサチューセッツ州サフォーク郡を管轄とする州法廷または連邦法廷で審理するものとし、お客様は当該法廷の人的管轄権と裁判地に従うものとします。本契約には、国際物品売買契約に関する国連条約は適用しないものとし、同条約はここに明確に排除されるものです。