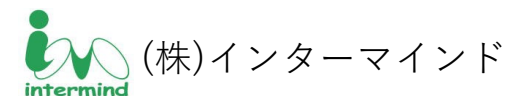


位相敏感検出(PSD)/ロックインアンプの原理を応用した微小信号計測：問題解決のためのアプローチ

※お客様の要求仕様でPSD/ロックインアンプ応用機器の開発製作をいたします。



ノイズに埋もれてしまうような微小信号を高精度に計測するには超えなければならないいくつかのハードルがあります。

当社は超低雑音プリアンプ、アナログ/デジタルフィルタの自社品を持ち、その技術を有しています。

低雑音は基本です。いかに素晴らしい原理を使っても**低雑音の技術**を有していなければ微小信号の検出を高精度に行うことはできません。

抵抗やコンデンサなどのパッシブ部品の選定、トランジスタやOPAMPなどのアクティブ部品の選定、それらを使った適切な回路と基板パターン、シールド処理など全てに渡り低雑音の設計を行うことは重要です。

対象とする信号レベルが小さい場合は低雑音プリアンプにより増幅します。微小信号を復元するには狭帯域のフィルタが必要ですが、アナログフィルタで任意の周波数に変更することは容易なことではありません。当社製品には周波数を任意に設定可能なデジタルフィルタがありますのでこの場合に役立ちます。

しかしながら低雑音アンプとフィルタの構成による微小信号計測には限界があります。

当社には微小信号を計測するための**位相敏感検波器(以降PSDと略)**と**ロックインアンプ**の自社品があります。それらも低雑音の技術の上で成り立ちます。

ここではそれらの製品を紹介します。

ロックインアンプは国内・海外の有名メーカーが高精度かつ高機能な研究開発分野向けの素晴らしい製品を販売しています。

これらは大きく高価なものですが、課題が多岐に渡る幅広い研究にはこれらの製品が適しています。他方、当社のPSDおよびロックインアンプは特定用途向けに絞り込んだポータビリティが良く、カスタム対応し易い製品となります。

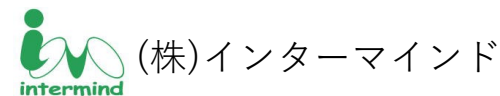
課題が絞られている場合には多機能である必要はありません。お客様の装置やシステムに最適になるように応用し製作いたします。

参照信号に同期した位相検波を行う時に最も注意すべきは計測信号への参照信号からの漏れです。コモンモードへの漏れを防ぐために計測信号入力とは差動であることが望ましいです。PSDやロックインアンプの応用範囲は広く、当社では**お客様の用途に合わせた微小信号計測技術を提供**いたします。



当社には差動入力の低雑音プリアンプIMP240とIMP242があります。それぞれ入力換算雑音電圧 $5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ と $2.5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ と低雑音でPSDやロックインアンプの入りに適しています。

位相敏感検出(PSD)/ロックインアンプの原理を応用した微小信号計測：問題解決のためのアプローチ

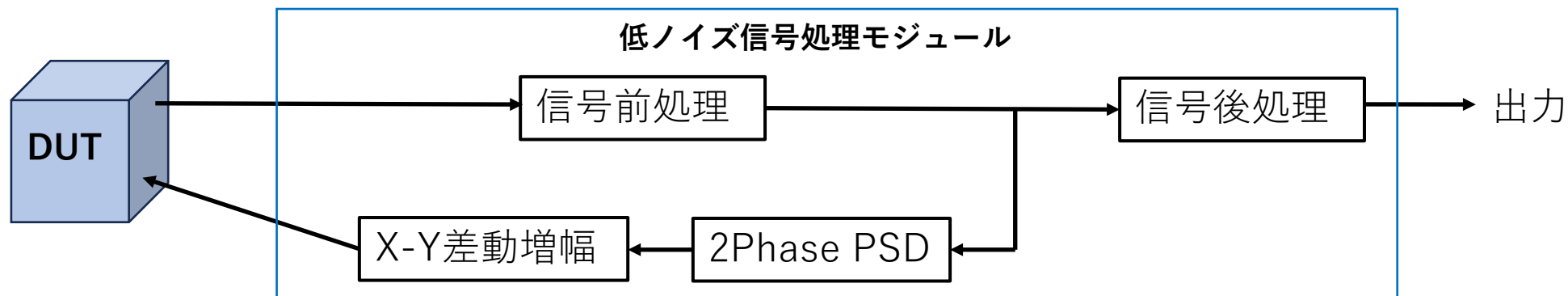


一例として、非常に**微小な漏れ信号**を検出する**リークテスター**で説明します。

発信源(トランスデューサー)を密閉した容器内に配置し、容器の外側にマイクロホンを設置して溶接不良などから漏れる音を受信します。漏れが非常に小さい場合には周囲ノイズに埋もれます。超低雑増幅を行い発信源と同じ周波数の狭帯域フィルタで漏れ信号を検知することも可能ですが、周囲ノイズの周波数と近い場合には漏れ信号のみを抽出することは容易ではありません。その場合にPSDやロックインアンプを使い、参照信号周波数を発信源としてその周波数信号のみ抽出します。参照信号周波数を変化させて周囲ノイズから計測周波数を遠ざけることで漏れ信号の検出率を上げることが可能です。

当社では狭帯域フィルタを使った漏れ検知装置とロックインアンプ方式の漏れ検知装置の開発実績がありますが、後者の方が検知感度が6dB以上高くできる結果を確認しています。

別な例として、DUTにバイアス入力などのパラメータが存在する場合には下図のような興味ある使い方ができる場合があります。PSDで対象周波数のみを抽出する処理を行いDUTに負帰還をかけるイメージです。従来はバンドパスフィルタなどで行っていた処理をPSDの原理を使うことでより**高精度な信号検出**を可能にします。



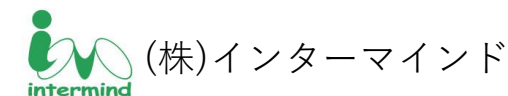
このようにPSDやロックインアンプは装置として使ったりシステムに組み込む以外に、低ノイズ処理モジュールの中にPSD原理を持ち込み応用することができます。

当社ではこのように**低ノイズ化した応用機器を開発する技術**を持っています。

これがロックインアンプ装置だけを製造販売しているメーカーには無い大きな特徴になります。

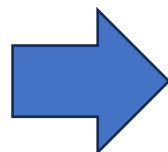
※お客様のカスタム仕様に対応いたします。

位相敏感検出(PSD)/ロックインアンプの原理を応用した微小信号計測：問題解決のためのアプローチ



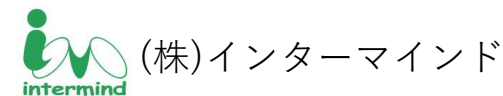
当社の**IML250 2Phase PSD(INT)**は $\pm 15V$ 電源で動作する2位相の位相敏感検波部を使い易く小さいケースに収めた製品です。計測入力と参照信号出力を使い、2位相のPSD結果としてX/Y出力があります。参照信号周波数は固定ですのでお客様のご指定に合わせます。ディップスイッチとボリュームで内部参照信号と計測信号との位相を調整でき、XまたはY出力を最も位相感度の高くなるように調整して使うこともできます。

計測入力：1CH
 内部参照信号出力：正弦波/矩形波
 外部参照信号入力：無し
 周波数：固定(お客様指定)(1~100kHz)
 時定数：1秒
 ダイナミックリザーブ：20dB
 PSD出力：X, Y
 電源： $\pm 15V$
 外形；89(W)×39(H)×100mm

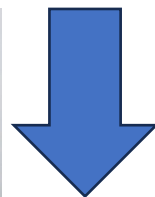


※お客様のカスタム仕様に対応いたします。

位相敏感検出(PSD)/ロックインアンプの原理を応用した微小信号計測：問題解決のためのアプローチ



当社の**IML254 4CH LOCK-IN AMPLIFIER**は計測入力4CHと参照信号出力を使い、ロックインアンプ結果としてR(振幅絶対値)と θ (位相)を出力します。**USBインタフェース**により各種結果データをPCに転送できます。PC上のアプリケーションソフトウェアにて参照信号周波数と位相を設定できます。X/Yアナログモニタ出力があり、オシロスコープなどでアナログ値をモニタできます。USB転送データはX,Y,R, θ ,入力信号を選択でき、アプリケーションソフトウェアにて数値表示とグラフ表示が可能です。X,Y,R, θ データはPCに保存することも可能です。



計測入力：4CH

内部参照信号出力：正弦波/矩形波

外部参照信号入力：無し

周波数：1～100kHz

時定数：1秒

ダイナミックリザーブ：20dB

モニター出力：R, X, Y

USB：周波数設定、位相設定

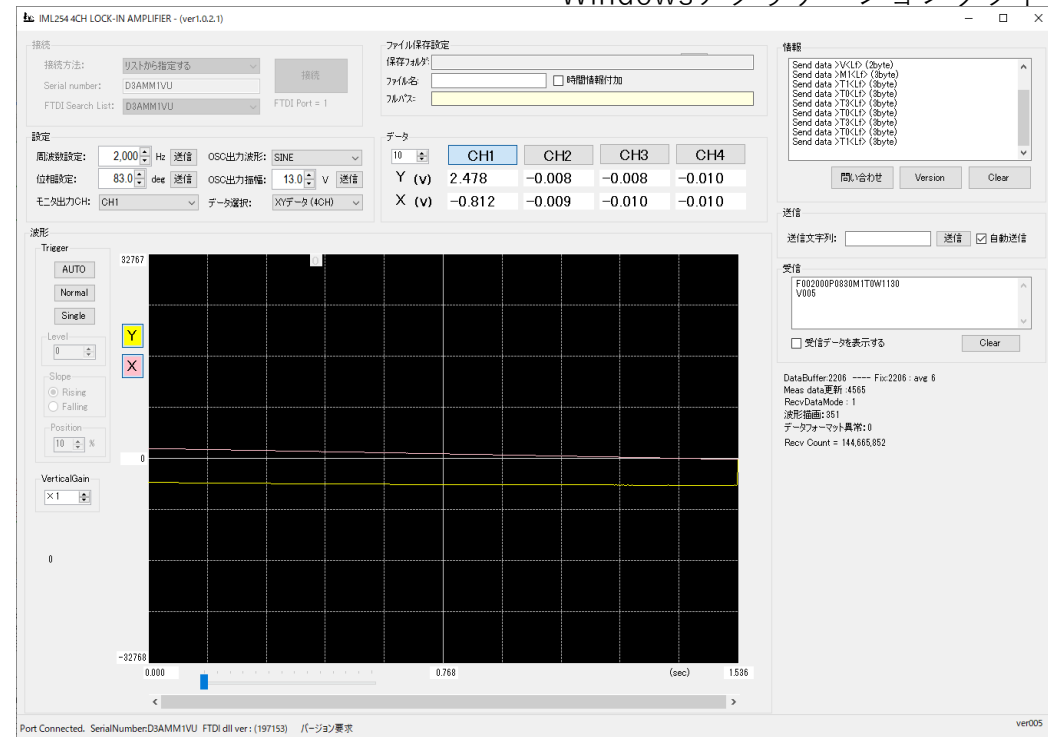
R/ θ 出力、X/Y出力、入力波形出力

電源：5V(USB type-C)

外形：151(W)×46(H)×150mm



Windowsアプリケーションソフトウェア



※お客様のカスタム仕様に対応いたします。

位相敏感検出(PSD)/ロックインアンプの原理を応用した微小信号計測：問題解決のためのアプローチ 5/5

差動入力低雑音プリアンプ



低雑音プリアンプ



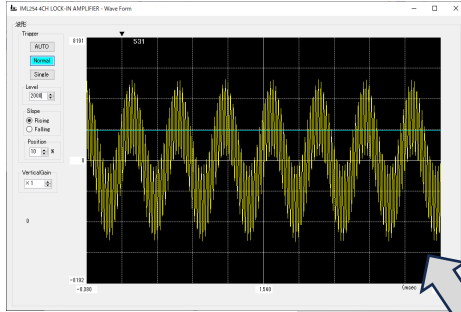
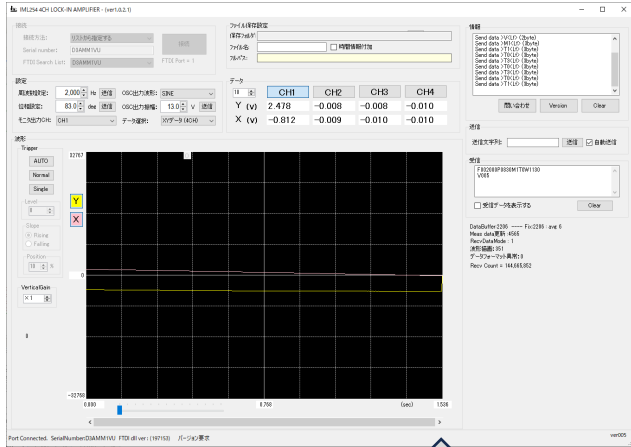
その他、微小計測用自社品には

- ・アナログフィルタ
- ・デジタルフィルタ
- ・プログラマブルゲインアンプ

があります。

当社製品は全てカスタム仕様に対応いたします。

詳細は当社HPでご確認ください。
<https://www.intermind.co.jp/>

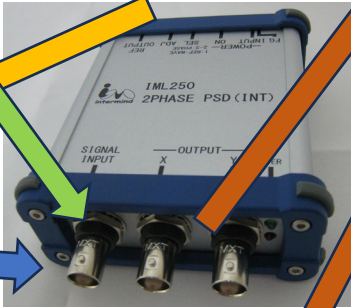


PCアプリ



PC

2Phase PSD



(計測信号)

(計測信号)

(参照信号)

(計測信号)

(参照信号)

(アナログモニタ)

(USB IF)