

位相検波器

CD-552R2 CD-552R3 CD-552R4



CD-552R2は周波数範囲100Hz~20kHz、CD-552R3は周波数範囲1kHz~200kHz、CD-552R4は周波数範囲10kHz~2MHzのオンボード位相検波モジュールです。信号系は利得1倍の入力増幅器、位相検波器(PSD=Phase Sensitive Detector)、1次系ローパスフィルタ(LPF)、利得可変出力増幅器から構成されています。出力ローパスフィルタの遮断周波数は1kHzで外付抵抗1本の追加により低域拡張可能です。利得は1~10倍の範囲で設定可能です。参照信号系は0°/90°移相器とデューティ比50%回路から構成されており、90°位相差を持った参照信号を用意しなくてもA sin φまたはA cos φの位相検波が可能です。また、指定ピン接続により2fモードにすると、デューティ比50%の参照信号の入力により、2倍の周波数による位相検波が可能です。外形は、厳重に静電シールドされた20ピンのシングルインラインパッケージ(SIP)であり、高精度信号処理と高密度実装の両立が可能です。

▼絶対定格

電源電圧(±Vs)	±18V
信号入力電圧	±Vs
参照信号入力電圧	+5.5V、-0.5V
ロジック制御電圧	+5.5V、-0.5V

▼信号系

▽信号入力部

型名	CD-552R2	CD-552R3	CD-552R4
入力インピーダンス	10kΩ±5%以内@100Hz	10kΩ±5%以内@1kHz	2.5kΩ±5%以内@10kHz
線形最大入力電圧	±10V以上		
入力許容スルーレート	5V/μs以下		130V/μs以下

▽位相検波部

検波方式	方形波掛算による同期整流方式		
検波特性	$V_{out} = V_{in} \cdot A \cdot \cos \phi$ Vout: 検波直流出力、Vin: 入力信号(同期成分) A: 利得、φ: 信号系と参照系の位相差		
動作周波数範囲	100Hz~20kHz	1kHz~200kHz	10kHz~2MHz
利得(φ=0)	1Vdc/Vpk(正弦波): ⑫、⑬ピン開放 10Vdc/Vpk(正弦波): ⑫、⑬ピン短絡 外付抵抗(⑫-⑬ピン)により1~10Vdc/Vpkの範囲で設定可能		
利得誤差	±3%以内		
位相差(信号系/参照系)	±0.5°以内(typ)@100Hz、 -0.5°±0.5°以内(typ)@20kHz	-0.05°(typ)@1kHz、 -8°(typ)@200kHz	0±0.5°以内(typ)@10kHz、 +13°(typ)@2MHz

▽ローパスフィルタ

次数	1次系(6dB/oct)		
遮断周波数	1kHz±10%: ⑨-⑩ ピン短絡 外付抵抗、外付キャパシタにより低域拡張可能	10kHz±10%: ⑨-⑩ ピン短絡 外付抵抗、外付キャパシタにより低域拡張可能	

▽検波出力

出力インピーダンス	50Ω±10%以内@100Hz	50Ω±10%以内@1kHz	50Ω±10%以内@100kHz
線形最大出力電圧	±10V以上 @DC 負荷抵抗≥2kΩ		
線形最大出力電流	±5mA以上 @DC		
オフセット電圧	±15mV以内、±5mV(typ) 入力短絡、利得1Vdc/Vpk		
オフセット電圧調整	外付け半固定抵抗器により0Vに調整可能(⑭ピン)		

## ▼参照信号系

### ▽参照信号入力

型名	CD-552R2	CD-552R3	CD-552R4
入力回路	CMOSシュミットトリガ入力、100kΩにてプルアップ トリップポイント+3.5V/+1.5V (typ)		
入力電圧	CMOS (0/+5V) レベル		
片極性 (1f) モード	立上りまたは立下りエッジのいずれかを基準とする		
極性切換	⑰ピン開放または +5V : 立上り基準 0V : 立下り基準		
パルス幅	50ns以上		
入力周波数範囲	100Hz~20kHz	1kHz~200kHz	10kHz~2MHz
両極性 (2f) モード	立上りと立下りエッジの両方を基準とする		
モード設定	参照信号入力 (⑱ピン) と極性切換入力 (⑰ピン) を接続する		
入力波形	デューティ比50%		
入力周波数範囲	100Hz~10kHz	1kHz~100kHz	10kHz~1MHz

### ▽0° 90° 移相器

機能	参照信号入力 (⑱ピン) を0° または90° 移相することより、COSまたはSINの検波を可能にする。		
0° 90° 位相差	-90±0.5° 以内 @20kHz	-90±0.5° 以内 -90±0.1° 以内 (typ)	-90±0.5° 以内 -90±0.1° 以内 (typ) @1MHz
制御	⑲ピン開放または +5V : 0° (COS) 0V : -90° (SIN)		
制御入力回路	CMOSシュミットトリガ入力 100kΩにてプルアップ		

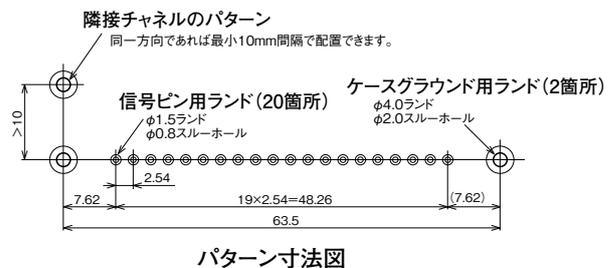
## ▼その他

動作電源電圧	±15V±1V		
消費電流	±25mA (max)、±20mA (typ)		±35mA (max)、±26mA (typ)
性能保証温度範囲	23°C±5°C		
温湿度範囲	動作	-20~70°C、10~90%RH	
	保存	-30~80°C、10~80%RH	
外形寸法	66.7×10.5×19mm (突起物は含まず) SS20型 (20pinシールドSIP)		
質量 (NET)	約20g		
RoHS	Directive 2011/65/EU		

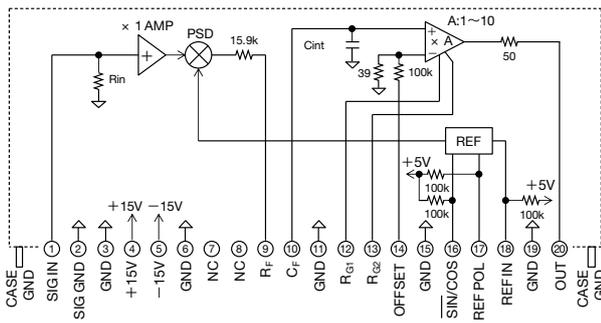
注) 特記なき場合は、23°C±5°C、電源電圧±15V

## パターン設計

ケースグラウンドは必ずGND電位に接続してください。グラウンドに接続されない場合、十分なシールド効果が得られません。部品実装面の最大外形線上に信号パターンを配置しないでください。最大外形近辺は金属のケースが基板と接触しますので、信号とケースがショートしトラブルの原因となります。ケースのシールド効果をも高めるためにも、最大外形線上およびその内側はグラウンドプレーンを推奨します。



ブロック図



	CD-552R2/R3	CD-552R4
Rin	10k	2.5k
Cfint	10000p	1000p

**SIN/COS** 内部の移相器を0°/90°に切り換えます。これにより検波器の入出力関係をA・cosφかA・sinφに切り換えることができます。

[A:入力信号の振幅(o-p) φ:入力信号と参照信号の位相差]

$$HI = A \cdot \cos \phi \quad (0^\circ) \text{ (オープン時設定)}$$

$$LO = A \cdot \sin \phi \quad (90^\circ)$$

**REF POL** 参照信号の基準極性を切り換えます。ここで設定したエッジが位相の基準となります。また参照信号のデューティが50%の場合には、この端子をREF IN端子と接続することで参照信号の2倍の周波数での検波が可能です。

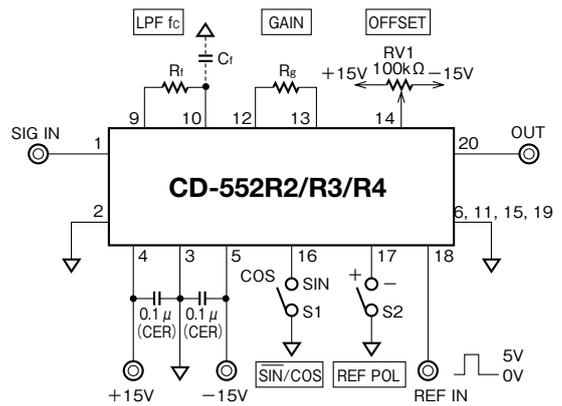
HI=立ち上がりエッジを基準(オープン時設定)

LO=立ち下がりエッジを基準

REF IN端子と接続=立ち上がり、立ち下がり  
両エッジを基準

**OFFSET** 出力のDCオフセットを調整します。±15Vまで入力可能ですので半固定抵抗の両端を±15Vに接続し、摺動端子をこの端子に接続してください。SIG INをグラウンドに接続し、REF INに信号を与えて動作状態にして出力のオフセットを調整してください。

基本接続図



利得の設定

CD-552R2/R3/R4はゲイン1~10倍可変の出力アンプを内蔵しています。最大出力電圧は10V<sub>o-p</sub>ですので、これを超えない範囲で後段の処理回路に最適になるように設定してください。

$$R_g = \frac{2.9873 \times 10^4}{A-1} - 3.3 \times 10^3 [\Omega]$$

A:利得[倍]

設定値代表例

利得	×1	×2	×5	×10
抵抗値	∞	26.7kΩ	4.12kΩ	0

LPFの設定

CD-552R2/R3/R4に内蔵のLPFは1次形で、外付けのCRにより1kHz(10kHz)以下の周波数に設定できます。出力信号として必要な帯域・応答性・ゆらぎを考慮のうえ、最適な周波数に設定してください。

CD-552R2/CD-552R3

$$R_f = \frac{1}{2\pi \cdot (1 \times 10^{-8} + C_f [F]) \cdot f_c [Hz]} - 15.9 \times 10^3 [\Omega]$$

f<sub>c</sub>:遮断周波数  
C<sub>f</sub>:外付けキャパシタ

設定値代表例

遮断周波数 (等価雑音帯域幅)	1Hz (1.57Hz)	10Hz (15.7Hz)	100Hz (157Hz)	1kHz (1.57kHz)
抵抗値	1.43MΩ	1.58MΩ	143kΩ	0
キャパシタ値	0.1μF	—	—	—

R<sub>f</sub>の値は2MΩ以下に抑えてください。理論的にはこれ以上も可能ですが、オフセット、DCドリフト、雑音が悪化します。外付けキャパシタ(C<sub>f</sub>)を併用して2MΩ以下に抑えてください。

CD-552R4

$$R_f = \frac{1}{2\pi \cdot (1 \times 10^{-9} + C_f [F]) \cdot f_c [Hz]} - 15.9 \times 10^3 [\Omega]$$

f<sub>c</sub>:遮断周波数  
C<sub>f</sub>:外付けキャパシタ

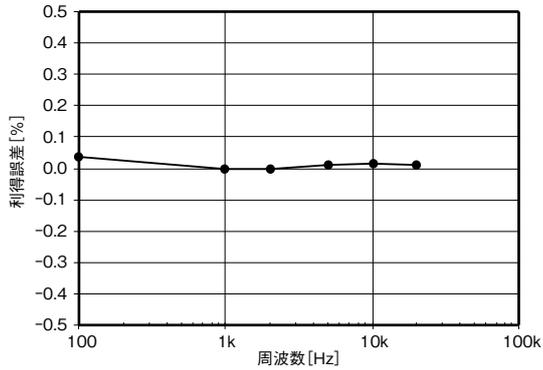
設定値代表例

遮断周波数 (等価雑音帯域幅)	10Hz (15.7Hz)	100Hz (157Hz)	1kHz (1.57Hz)	10kHz (15.7kHz)
抵抗値	140kΩ	1.58MΩ	143kΩ	0
キャパシタ値	0.1μF	—	—	—

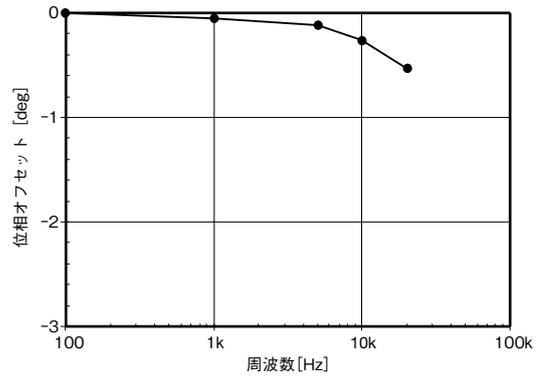
特性図 CD-552R2

利得変動

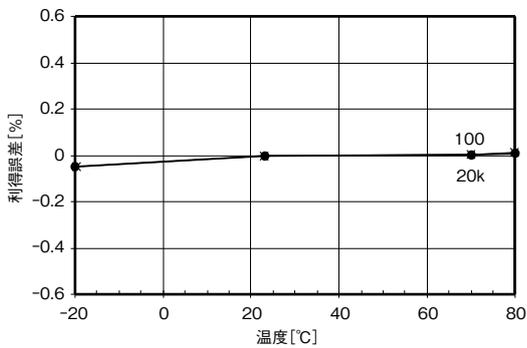
10kHz基準 利得10倍



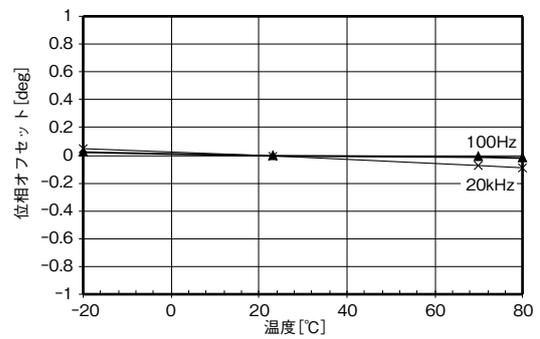
位相オフセット



利得誤差 - 温度特性



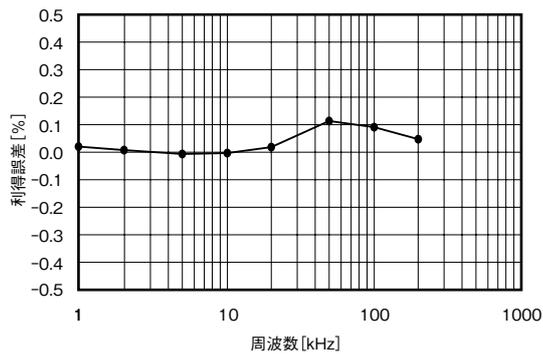
位相オフセット - 温度特性



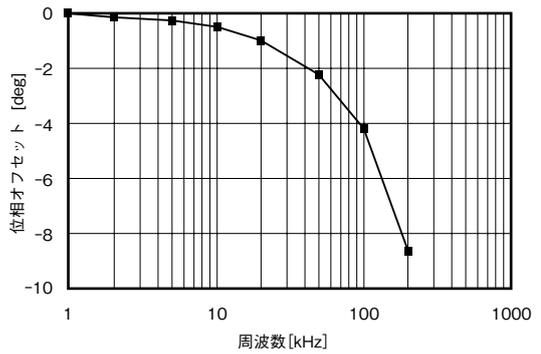
特性図 CD-552R3

利得変動

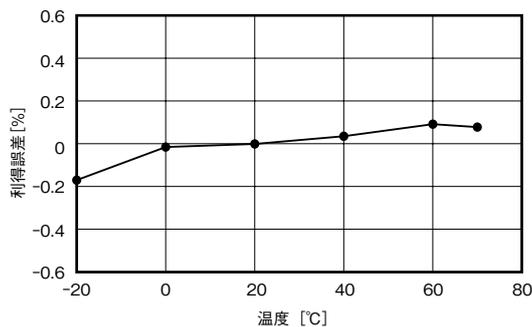
10kHz基準 利得10倍



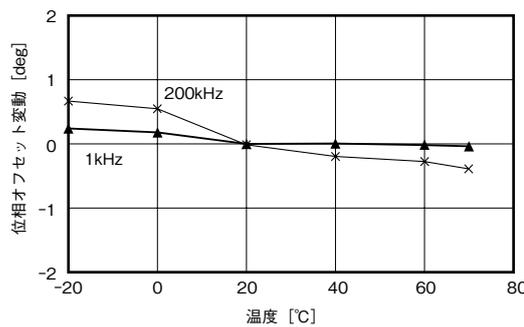
位相オフセット



利得誤差 - 温度特性



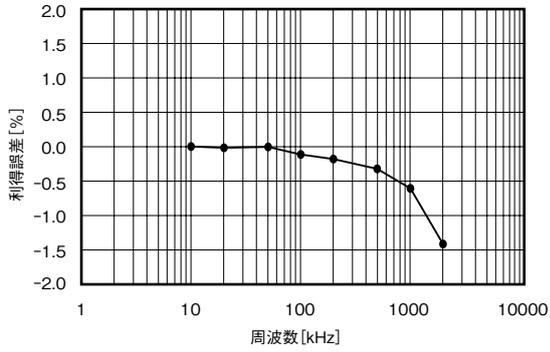
位相オフセット - 温度特性



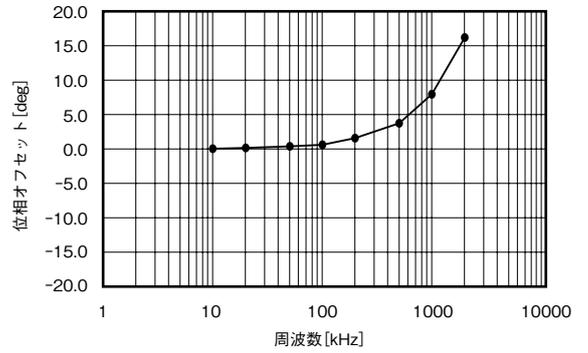
位相検波器

# 特性図 CD-552R4

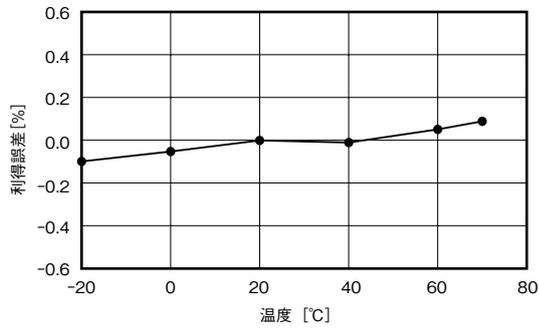
利得変動  
10kHz基準 利得10倍



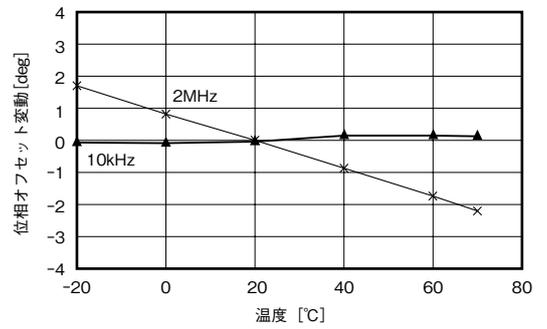
位相オフセット



利得誤差 - 温度特性



位相オフセット - 温度特性



## ダイナミックレンジと安定度の確保のために

### ■信号の前処理

検波器の入力レベルの最適化や出力アンプの設定だけでは十分なS/N比が得られない場合、入力信号のS/N比を上げるために検波器の前にフィルタをいれる場合があります。

フィルタにはローパス、ハイパス、バンドパス、バンドエリミネーションがあり、非同期信号の周波数成分や振幅からフィルタの特性や遮断周波数を決定します。

バンドパスフィルタは同期信号以外のすべての信号を減衰させますので、S/N比の改善量は最大となります。しかし、中心周波数付近での位相の変化量が比較的大きく、中心周波数の温度ドリフトなどにより位相が変化し検波誤差を発生する要因となります。できるだけ低次（できれば1次）で低いQに設定することで、位相ドリフトを押さえることができます。

ローパスフィルタ、ハイパスフィルタは高域または低域の信号を減衰させます。バンドパスにくらべてS/N比の改善量は少なくなりますが、通過域での位相の変化量が少なく遮断周波数の変動による検波誤差が少なくなります。

バンドエリミネーションは特定の周波数の信号のみを比較的大きく減衰させます。非同期信号が特定の周波数の場合、効率良くS/N比を改善することができます。通過域での位相の変化量が最も少なく遮断周波数の変動による検波誤差は最小です。

### ■入力信号レベル

CD-552R2/R3/R4の最大入力レベルは10V<sub>pk</sub>です。これを越えない範囲で、できるだけ大きなレベルの同期信号を入力することが、ダイナミックレンジの確保につながります。実際の入力信号は、同期信号だけではなく雑音などの非同期成分が含まれていますので、それらを含んだ状態で10V<sub>pk</sub>以下の振幅にする必要があります。

例えば、同期信号と非同期信号をあわせて1V<sub>pk</sub>信号の中に、0.1V<sub>pk</sub>の信号同期信号があったとします。これをCD-552R2/R3/R4で検波すると、後段のDCアンプを10倍に設定しても出力は1V<sub>dc</sub>にしかありません。この条件ではまだ許容入力レベルに余裕がありますので、CD-552R2/R3/R4の前に10倍のアンプを挿入し最大入力電圧いっばいの10V<sub>pk</sub>の信号を入力します。この場合、後段のDCアンプを10倍に設定した検波出力は10V<sub>dc</sub>となり、出力側でも最大レベルの信号を得ることができます。

### ■出力アンプ

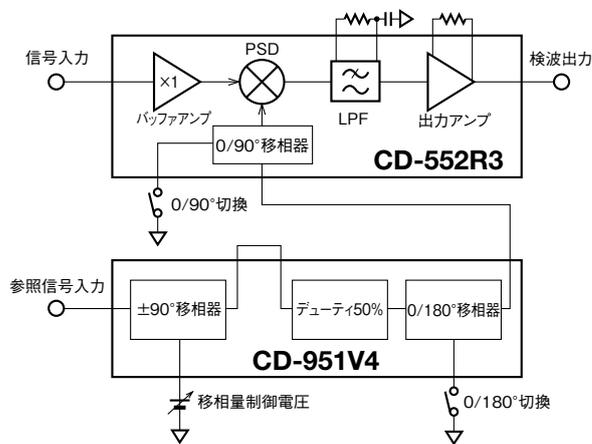
入力の信号を最適化しても検波出力が小さい場合、出力アンプを用いて出力レベルを最適化します。そのために、CD-552R2/R3/R4はゲイン1～10倍可変の出力アンプを内蔵しています。最大出力電圧は10V<sub>dc</sub>ですので、これを越えないように注意して、後段の処理回路に最適な電圧になるよう利得設定してください。

ただし、ゲインをあげることによりDCドリフト、オフセット電圧、出力ノイズは増加しますのでご注意ください。

## 位相調整

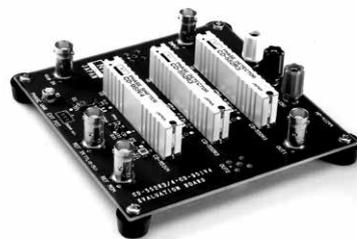
CD-552R2/CD-552R3/CD-552R4を使って位相検波をする場合、検波感度の最適化、処理系の移相キャンセルなどの目的で位相調整を行うことがあります。

その場合には、電圧制御移相器CD-951V3/CD-951V4を併用して位相調整をしてください。参照信号の移相量を直流電圧で連続的に可変することができます。



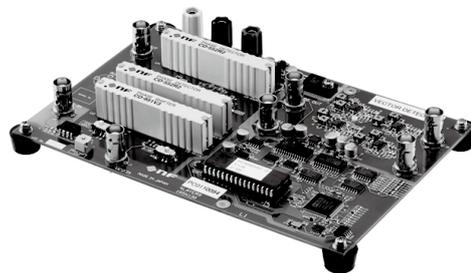
## 評価用基板

本モジュールをお手軽にご評価いただくために、モジュールを実装済みの評価用基板をご用意いたしました。ご希望の方にはお貸し出しを致しておりますので、お気軽にお問い合わせください。



## ■ベクトル検波ボード VD-291

ワンボード化したロックインアンプとして。



本器は、位相検波器 CD-552R2/CD-552R3/CD-552R4 を用いた直交位相検波の結果から、入力信号中の参照信号と同期した成分の振幅と位相をDSPにより算出し、アナログ電圧として出力するユニットです。(P.108)

- 直交検波による振幅・位相の計測が可能
- 広帯域、検波周波数範囲
- ボード化により、多チャネルの組込み用途に対応