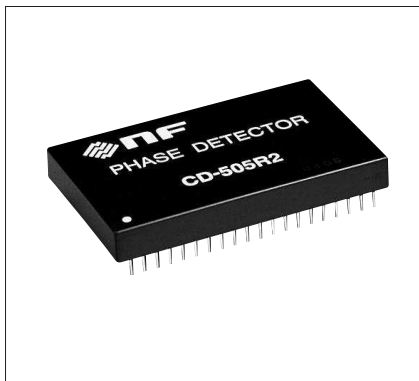


位相検波器

CD-505R2



本モジュールは、入力差動アンプ、2つのポストアンプ、バンドパスフィルタ、移相器、位相検波器、ローパスフィルタから構成されるハイブリッド位相検波器です。信号の周波数範囲は10Hz～10kHzです。抵抗2本によりバンドパスフィルタの中心周波数を、抵抗2本によりポストアンプの利得を、抵抗と半固定抵抗器により移相量をそれぞれ設定できます。参照信号は、デューティファクタ1:1の方形波を印加します。移相器により±45°の範囲で参照信号の位相を調整できます。さらに、ポストアンプを90°移相器と反転増幅器として使用すれば、スイッチ併用で±360°の調整が可能です。ローパスフィルタは2次型でQ=0.5であり、抵抗とキャパシタにより等価雑音帯域幅を自由に設定できます。

▼絶対定格

電源電圧(±Vs)	±18V
信号入力電圧	±Vs ①、③、⑤、⑪、⑬、⑰
参照信号入力電圧	+5.5V ⑱

▼入力増幅器

入力形式	差動入力
入力インピーダンス	差動入力 200kΩ 反転入力 100kΩ 非反転入力 200kΩ
利得	1倍
周波数特性	DC～10kHz
最大入力電圧(線形)	±10V

▼ポスト増幅器

利得	1～100倍(2段構成の増幅器、10倍×2)
設定方法	外付抵抗2本による
入出力位相	同相
周波数特性	DC～10kHz

▼バンドパスフィルタ

特性	1次対バンドパスフィルタ
Q	5
中心周波数(f_0)範囲	10Hz～10kHz
設定方法	外付抵抗2本による $R_{BP} \leq 1.59M\Omega$ 100Hz以下は外付キャパシタ併用可
利得	0dB±0.5dB

▼移相器

周波数範囲	10Hz～10kHz
移相範囲	90° ±45° 以上
設定方法	外付抵抗および半固定抵抗器による 100Hz以下は外付キャパシタ併用
利得	1倍

▼位相検波器

周波数範囲	10Hz～10kHz
方式	参照信号に同期した同期検波方式
参照信号	TTLレベル、デューティファクタ1:1
入力処理(内部)	100kΩにてプルダウン
オフセット	$\phi 1$ 、 $\phi 2$ バランス、出力オフセット調整可能 外付半固定抵抗器による

▼ローパスフィルタ

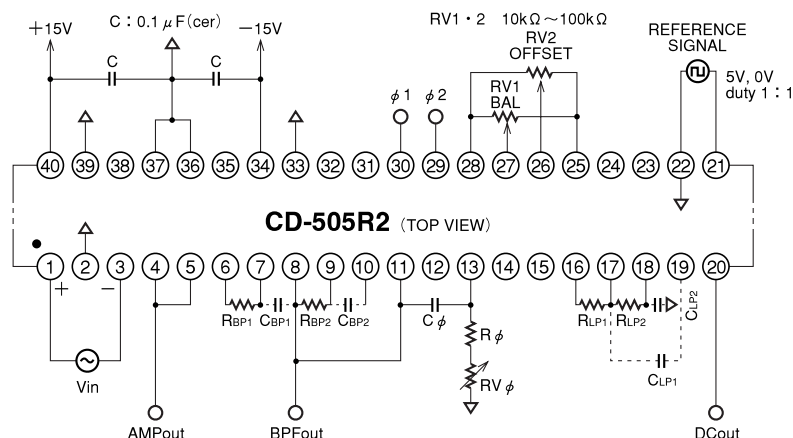
特性	2次ローパスフィルタ
等価雑音帯域幅	外付抵抗2本により30Hz～1kHzの範囲で設定可 外付抵抗(R_{LP})2本とキャパシタ(C_{LP})2本により任意

▼その他

電源電圧	±15V(±14～±16V)
消費電流	±30mA(typ)
温湿度範囲	動作 -20°C～70°C 10%～95%RH 保存 -30°C～80°C 10%～80%RH
外形寸法	54.4×33.7×6.5mm H型

注) 特記なき場合は、±15V、23°C±5°C

基本接続図



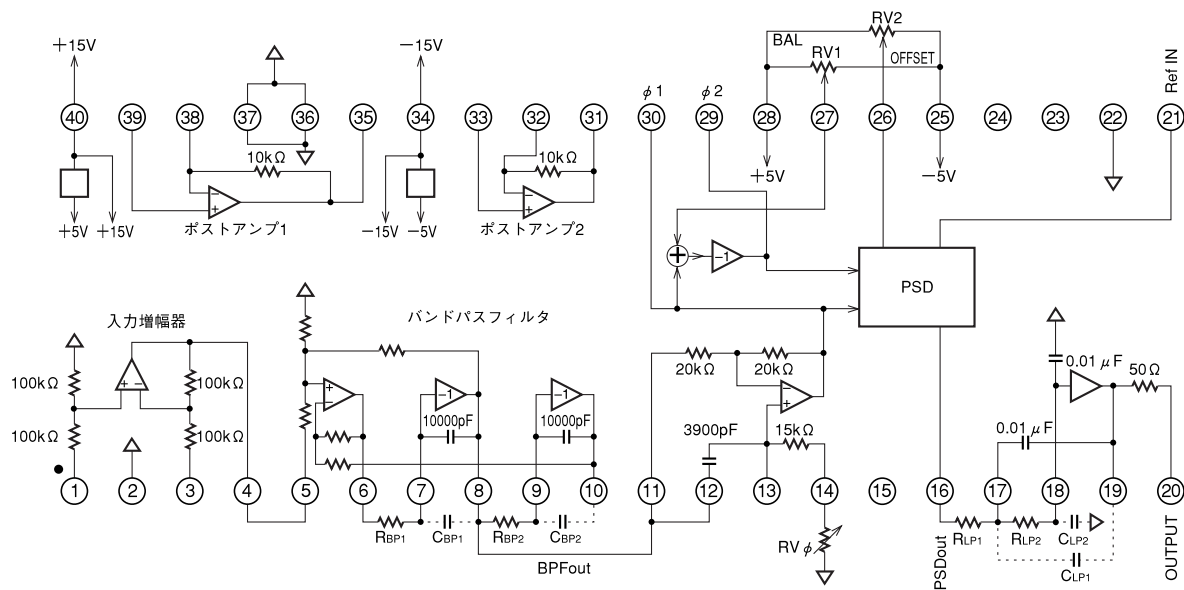
●ポスト増幅器の使用例

1. 入力信号が微小な場合に信号系の増幅器として
2. 高入力インピーダンスでかつCMRRを大きく取りたいときにインストゥルメンテーションアンプとして
3. 位相調整範囲を360°としたいときに移相器として

●定数計算箇所

1. 中心周波数を決定
→ バンドパス $R_{BP1,2}(C_{BP1,2})$
2. 移相量を決定
→ 移相器 C_ϕ, R_ϕ, RV_ϕ
3. 等価雑音帯域幅を決定
→ ローパス $R_{LP1,2}(C_{LP1,2})$

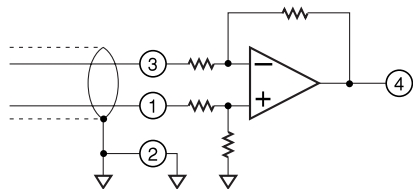
ブロック図



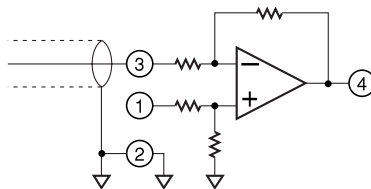
①～④ 入力増幅器

差動構成の増幅器で、①ピンが非反転入力、②ピンが反転入力です。基本的な使用方法として以下の方法があります。

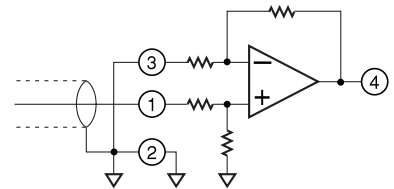
1. 差動増幅器



2. 反転増幅器



3. 非反転増幅器



⑪～⑭ 移相器

本器は信号系で位相を調整します。移相範囲は90°の幅です。この範囲をこえて位相調整を行う場合は、360°移相器のアプリケーションを用いて下さい。信号モニタ端子は⑳、㉑ピンです。

⑤～⑩ バンドパスフィルタ

PSDは方形波と乗算を行う為、高調波成分も検波します。このバンドパスフィルタにより高調波を除去し、基本波のみの測定を行うことができます。中心周波数設定用の素子を外付部品で設定することにより、1次対Q=5のバンドパスフィルタを構成します。このフィルタにより、3次高調波を約20dB、5次高調波を約26dB減衰させることができます。バンドパスの中心周波数の調整は、入力信号と⑧BPF OUT端子の信号を比較して、位相差ゼロまたは180°となるようにR_{BP}で調整します。

PSD

2相信号となった信号を、参照信号により位相検波します。

⑯～㉑ LPF

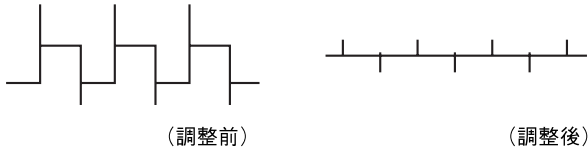
等価雑音帯域を決定するローパスフィルタです。外付抵抗2本により、周波数によってはキャパシタも併用して2次のLPFが構成できますが、用途によっては1次系の必要な場合もあります。95ページを参照してください。

■ オフセット調整方法

オフセットの調整は2ヶ所あります。以下に調整方法を示します。

1. BALANCE (RV1)

⊕ ⊖ 入力共にグランドに落とします。⑩PSD OUT端子をオシロスコープの最大感度でモニタします。使用する周波数にて参照信号を入力した場合、方形波のp-pが最少となるようにBALANCE RV1を調整します。



オシロスコープの波形

2. OFFSET (RV2)

同上の接続で②DC OUTを直流電圧計に接続します。出力直流電圧が、ゼロとなるようにOFFSETポリウムを調整します。
注) オフセット電圧は周波数特性を持ちます。信号周波数を変更した場合は必要に応じて再調整を行って下さい。

■ バンドパスフィルタの設定

表1. R_{BP}定数表

fo	C _{BP} を使用しない場合		C _{BP} を使用する場合	
	R _{BP}	C _{BP}	R _{BP}	C _{BP}
10kHz	1.58kΩ	—	—	—
1kHz	15.8kΩ	—	—	—
100Hz	158kΩ	—	14.3k	0.1 μ
10Hz	1.58MΩ	—	143k	0.1 μ

foの微調整方法

中心周波数を微調する場合はR_{BP}のいずれか一方に半固定抵抗器をシリーズにします。

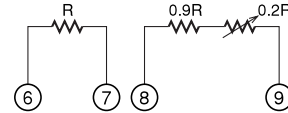


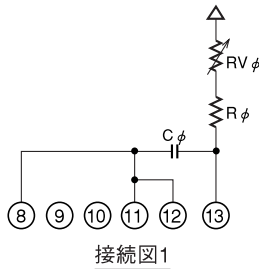
表1にない周波数の場合、以下の式によりR_{BP}、C_{BP}を求めて下さい。

$$fo \geq 100\text{Hz} \\ R_{BP} = \frac{15915}{fo} [\text{k}\Omega] \quad fo: [\text{Hz}]$$

$$fo < 100\text{Hz} \\ R_{BP} = \frac{1.5915 \times 10^5}{(0.01 + C_{BP}) \cdot fo} [\Omega] \quad fo: [\text{Hz}], C_{BP}: [\mu\text{F}] \\ 1.59\text{k}\Omega \leq R_{BP} \leq 1.59\text{M}\Omega$$

■ 移相器の設定

1) 任意の周波数の場合-1



接続図1

$1\text{k}\Omega \leq R_\phi \leq 100\text{k}\Omega$
になるよう、次式から R_ϕ 、 C_ϕ を決定します。

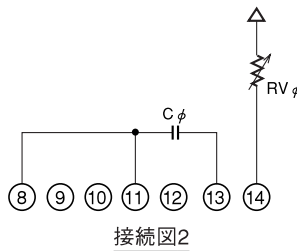
$$R_\phi = \frac{1}{2\pi \cdot (C_\phi + 3.9 \times 10^{-9}) \cdot 2.72f} [\Omega] \\ f: [\text{Hz}] \\ C_\phi: [\text{F}]$$

決定した R_ϕ から $RV_\phi \geq 6.67R_\phi$
の条件のもとに RV_ϕ を決定します。

例: 400Hz

$C_\phi = 1700\text{pF}$ として、式より $R_\phi = 26.1\text{k}\Omega$ となります。
 $RV_\phi > 174\text{k}\Omega$ なので $RV_\phi = 200\text{k}\Omega$ とします。

2) 任意の周波数の場合-2

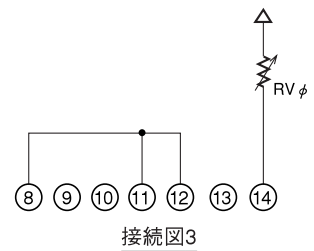


接続図2

$$RV_\phi = 100\text{k}\Omega \text{として} \\ C_\phi = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot 40.8 \times 10^3} [\text{F}] \\ f: [\text{Hz}]$$

より C_ϕ を決定します。

3) 1kHzの場合



接続図3

使用する周波数が1kHzの場合は外付けポテンションのみで $\pm 45^\circ$ 移相できます。

	接続図1			接続図2		接続図3
	C _φ	RV _φ	R _φ	C _φ	RV _φ	RV _φ
10kHz	—	10k	1.5k	390p	100k	—
1kHz	—	—	—	—	—	100k
100Hz	—	1M	150k	39000p	100k	—
10Hz	39000pF	1M	150k	0.39 μ	100k	—

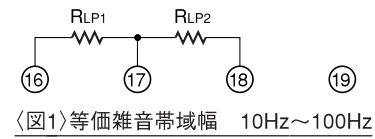
■等価雑音帯域幅の設定

1) 2次ローパスフィルタを用いる場合

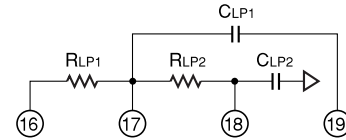
等価雑音帯域幅	時定数(TC)	接続図	R _{LP1、2}	C _{LP1、2}
100Hz	1.25msec	1	124kΩ	—
30Hz	4.17msec	1	412kΩ	—
10Hz	12.5msec	1	1.24MΩ	—
3Hz	41.7msec	2	41.2kΩ	1μF
1Hz	125msec	2	124kΩ	1μF
0.3Hz	417msec	2	412kΩ	1μF
0.1Hz	1.25sec	2	1.24MΩ	1μF
0.03Hz	4.17sec	2	412kΩ	10μF
0.01Hz	12.5sec	2	1.24MΩ	10μF

時定数(TC) = R_{LP} · C_{LP} { 10kΩ ≤ R_{LP} ≤ 1.59MΩ の条件で
 等価雑音帯域幅 = 1/8TC { R_{LP} と C_{LP} の値は任意

出力電圧の整定時間は時定数の6~7倍となります。



〈図1〉等価雑音帯域幅 10Hz~100Hz



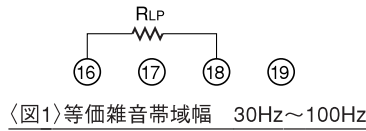
〈図2〉等価雑音帯域幅 < 10Hz

2) 1次ローパスフィルタを用いる場合

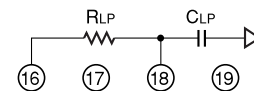
等価雑音帯域幅	時定数(TC)	接続図	R _{LP1、2}	C _{LP1、2}
100Hz	2.5msec	1	249kΩ	—
30Hz	8.33msec	1	825kΩ	—
10Hz	25msec	2	226kΩ	0.1μF
3Hz	83.3msec	2	750kΩ	0.1μF
1Hz	250msec	2	249kΩ	1μF
0.3Hz	833msec	2	825kΩ	1μF
0.1Hz	2.5sec	2	249kΩ	10μF
0.03Hz	8.33sec	2	825kΩ	10μF
0.01Hz	25.0sec	2	1.13MΩ	22μF

時定数(TC) = R_{LP} · C_{LP} { 10kΩ ≤ R_{LP} ≤ 1.59MΩ 条件で
 等価雑音帯域幅 = 1/4TC { R_{LP} と C_{LP} の値は任意

出力電圧の整定時間は時定数の4~5倍となります。



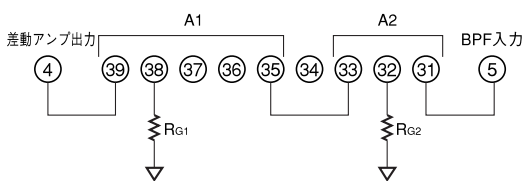
〈図1〉等価雑音帯域幅 30Hz~100Hz



〈図2〉等価雑音帯域幅 < 30Hz

■ポスト増幅器の応用

●信号系の増幅器

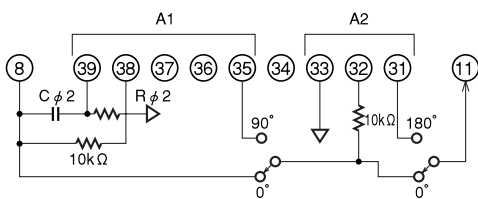


$$A_1 = \frac{R_{G1} + 10k}{R_{G1}} \quad A_2 = \frac{R_{G2} + 10k}{R_{G2}} \quad R_{G1}, R_{G2} : [k\Omega]$$

A₁, A₂ ≤ 10

例) A₁ = 10, A₂ = 10 のとき R_{G1} = R_{G2} = 1.11kΩ

●360° 移相器



C_{φ2} [F] を決定して

$$R_{\phi 2} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C_{\phi 2}} [\Omega]$$

f: [Hz]

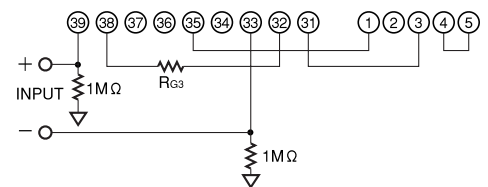
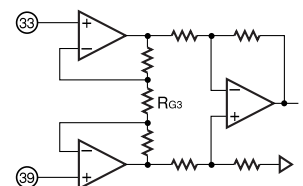
ただし

$$1.59k \leq R_{\phi 2} \leq 1.59M$$

●インストゥルメンテーションアンプ

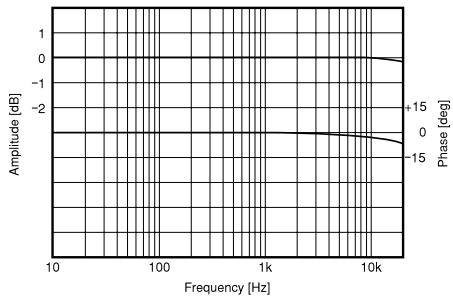
入力から④ピンまでの利得

$$\text{Gain} = \frac{R_{G3} + 20 \times 10^3}{R_{G3}} \quad R_{G3} : [\Omega]$$

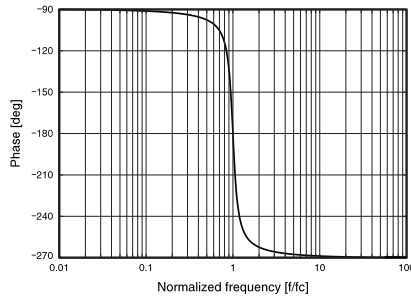


特性図

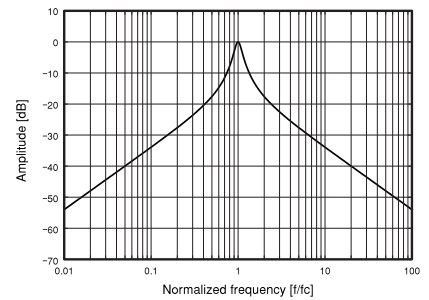
入力差動増幅器の振幅・位相特性



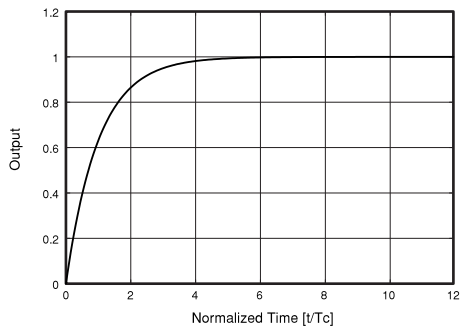
バンドパスフィルタの位相特性(Q=5)



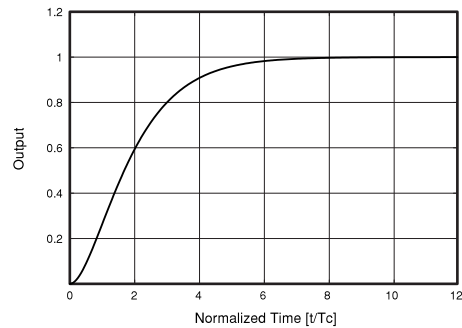
バンドパスフィルタの振幅特性(Q=5)



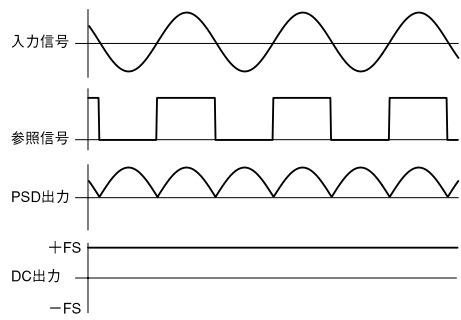
出力のステップ応答(1次ローパスフィルタ)



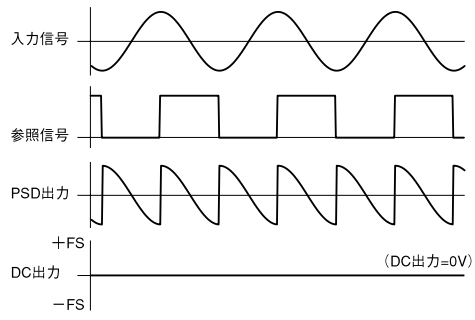
出力のステップ応答(2次ローパスフィルタ)



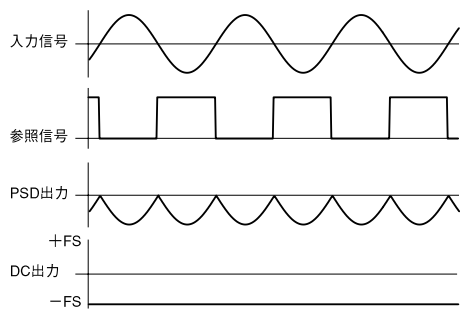
入出力波形(位相差0°)



入出力波形(位相差90°)



入出力波形(位相差180°)



入出力波形(位相差270°)

