

Tests on the variable attenuator for IPBPM

Y.Honda

2007/3/29

概要

We have used a variable attenuator to control sensitivity of the cavity BPM. Usually, the phase adjustment procedure of the phase detector was done with the setting of 20dB attenuation. When we tested at higher resolution, the phase shift at the different setting of the attenuator was assumed to be negligible. Testing the properties of the variable attenuator in detail, its performance was confirmed.

1 動機と目的

空洞 BPM は高感度であるが測定レンジが限られてしまうので、普段は検出回路の上流でアッテネータによって信号を減衰させてわざと感度を落として使用している。実際、アッテネータ無しではビームジッターの方が測定レンジよりも大きくなってしまうので detector の位相調整をすることすら難しい。これまでは、位相調整はアッテネータ 20dB を入れた状態で行い、アッテネータ無しの場合も位相は変わらないと仮定して実験をしていた。我々が使用している可変アッテネータは減衰量の設定を変えた時に位相変化が無視できるか確かめておく必要がある。

図 1 に示すようにコンバーターの直前に遠隔制御できる可変アッテネータが配置されている。これは古いコンバーターの中に入っていたモジュールをひっぺがしてきて、3 モジュールづつの制御線をまとめて、それぞれ X 用、Y 用としたものである。

この可変アッテネータは Aeroflex Weinschel というメーカーの Model150-70-3 という製品で、DC~18GHz の範囲で使用でき、10dB ステップで減衰量を変化できる。中身の構成は図 2 に示すようなもので、10dB、20dB、40dB のアッテネータが電磁コイルでメカニカルに差し込まれる。アッテネータが外れる時は長さが同じユニットが代わりに差し込まれるので、位相は変化しないことになっているが、スペックシートには定量的に記されていない。

我々の位相調整の正当性を確認するために減衰量の設定を変えたときの位相変化量を測定しておく。

2 測定のセットアップ

図 3 に示すように発振器の信号を 2 つに分け、片方はそのまま、もう片方に可変アッテネータを入れて、それらを共通の L.O. でダウンコンバートした。最終的に得られた 10kHz 程度のサイン波形をオシロスコープで観察し、それらの相対位相と、ついでに振幅を測定した。発振器で出力する周波数は実際の場合に合わせて、Y 用のモジュールのテストには 6.426GHz を、X 用のモジュールのテストには 5.712GHz を使用した。

3 結果

図 4 は Y 用のモジュールについての結果、図 5 は X 用のモジュールについての結果である。設定値 0dB の時を基準として、各設定の時にどれだけ位相がずれたかをプロットしたものである。0~70dB

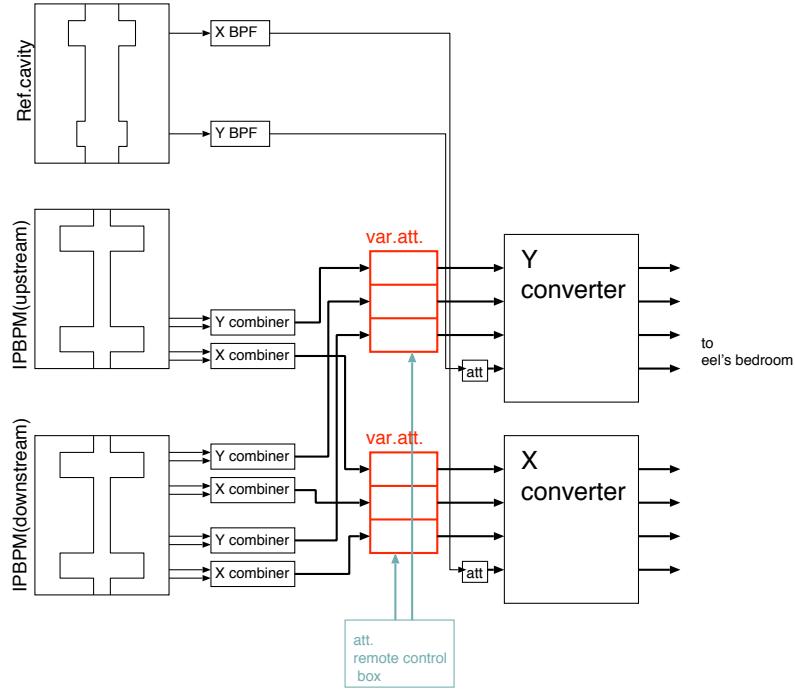


図 1: トンネル内のセットアップ

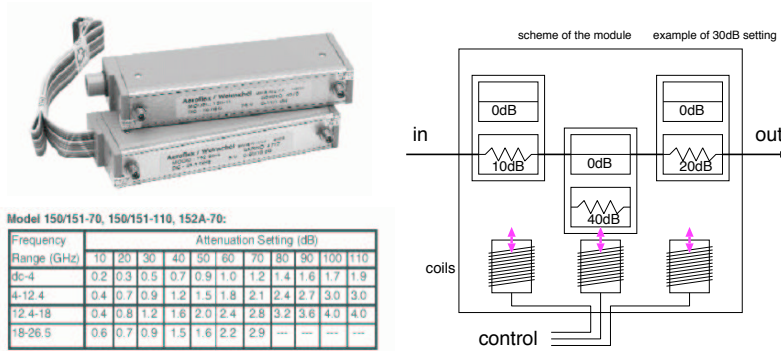


図 2: アッテネータの構成

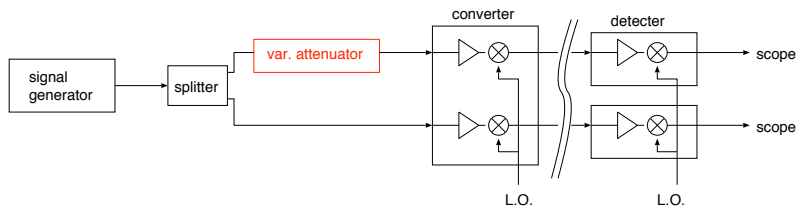


図 3: セットアップ

の範囲全体で ± 30 度以内、 $0 \sim 20$ dB の範囲に限れば ± 10 度以内と見てとれる。 $\cos(10\text{deg}) = 0.98$, $\sin(10\text{deg}) = 0.17$ であることを考えると、位相調整が 10 度ずれたとしても感度はほとんど変化しないこと、角度信号の混ざり込みは 17% 程度であることが分かる。角度信号はこの程度混ざったとしても解析でなんとかなるので問題ないと思われる。

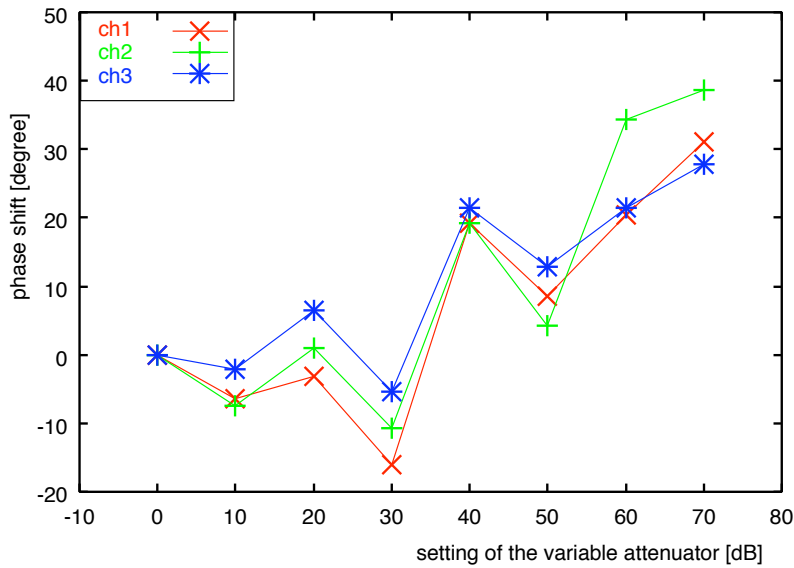


図 4: 位相のずれの測定結果 (Y ポート用)

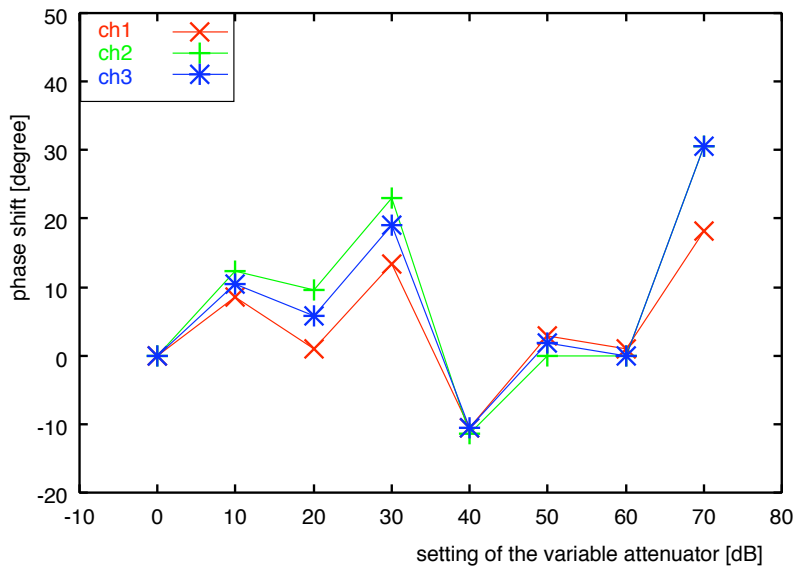


図 5: 位相のずれの測定結果 (X ポート用)

ついでなので、アッテネータの設定に対して出力振幅を測定した結果を図 6,7 に示す。図 8,9 はこの結果から、アッテネータの設定値と実際の減衰量の差を 0 dB の時を基準としてプロットしたものである。 $0 \sim 40$ dB では 0.5 dB 以内の精度が確認された。図 2 内にのせた減衰量についてのスペック表と概ね一致している。

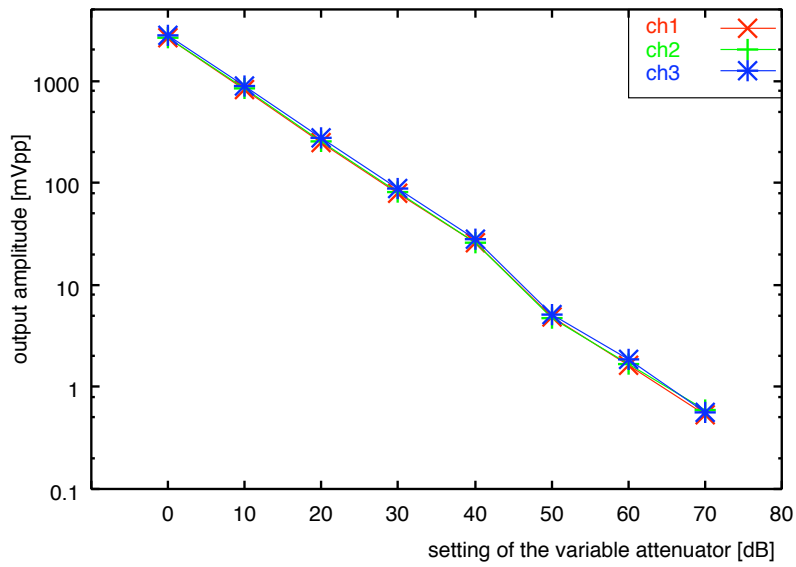


図 6: 出力測定結果 (Y ポート用)

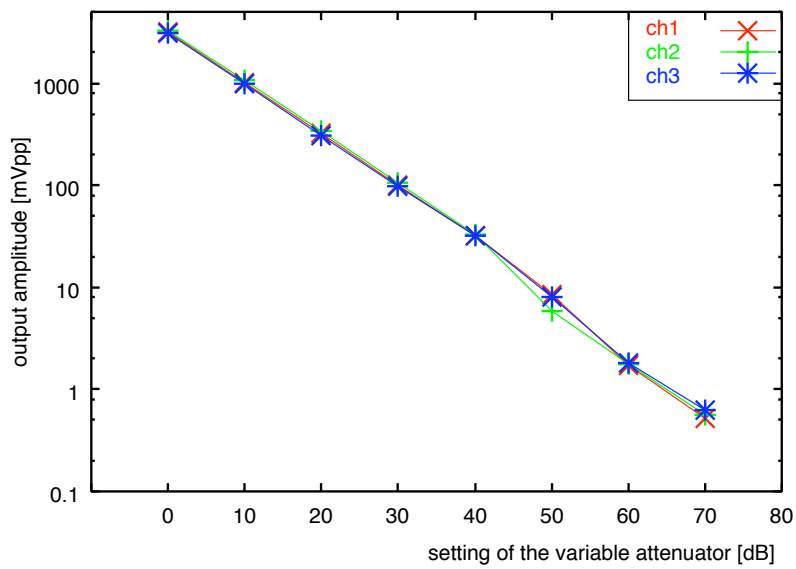


図 7: 出力測定結果 (X ポート用)

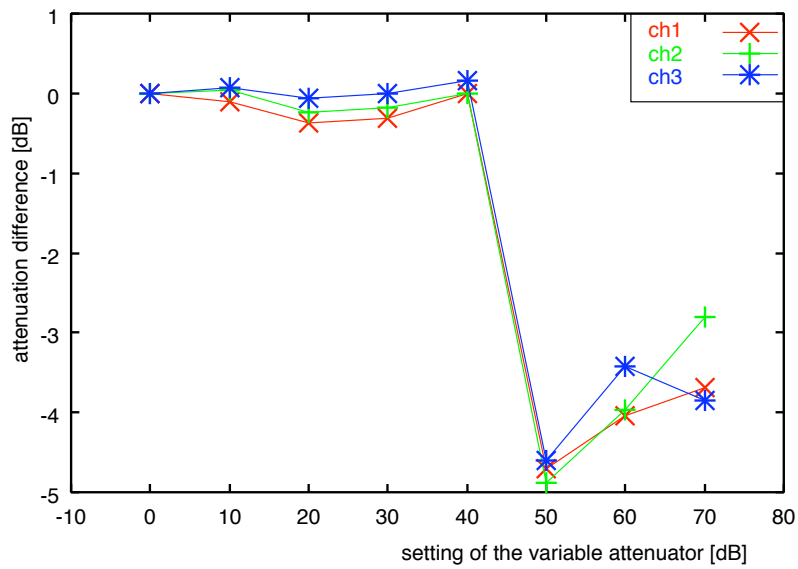


図 8: 減衰量設定値と実際との差 (Y ポート用)

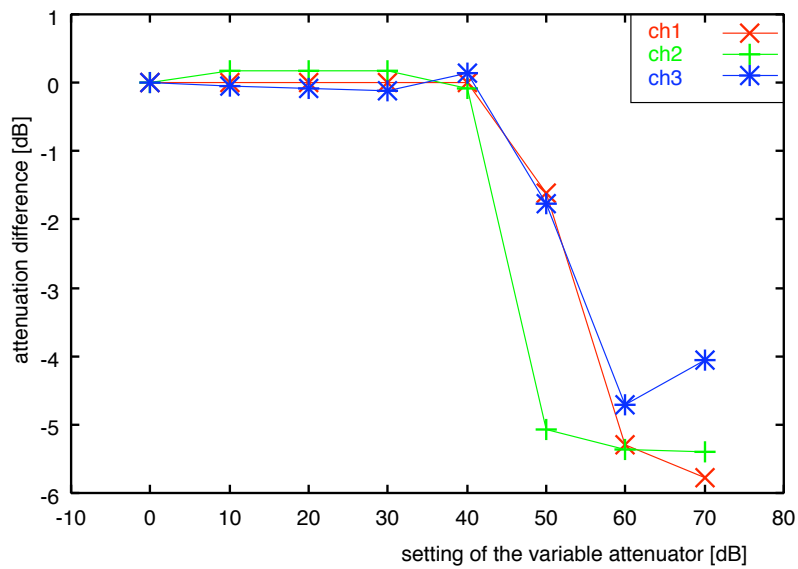


図 9: 減衰量設定値と実際との差 (X ポート用)

4 まとめ

BPMの感度切替えに用いている可変アッテネータの特性を調べた。設定値を切替えるときに位相シフトはそれほど大きくない。相対的な減衰量についての精度も十分である。