

差出人: "Ming-Lee Chu"

件名: **Re: (Questions/NeedAdvices) amplifier on E16-MRPC.**

日付: 2021年7月19日 20:37:34 JST

宛先: SSt, WcChn, HSk, YMk, KOz, TNn, SEs, SKy, TCh, MIn

For dealing with noise, Let me first give you an estimate of the intrinsic noise of the amplifier.

Starting from thermal noise power of an perfect resistor(see wikipedia). The amplifier bandwidth is over 2GHz, the input thermal noise power is -81dbm. Take the parameter of the amplifier chips. 1st stage(BGA2866) noise figure=3.5db, power gain 24 db, 2nd stage power gain=32 db. The ouput noise is expected to be around -21.5dbm=7uW. In a 50ohm system, the noise voltage is calculated to be 18mV rms. In my measurement, amplifier output noise without input is about 10mV rms, using a scope with 2Ghz bandwidth. Note that this part of noise is pretty much like "white noise" without any spectrum peak. Please try at least one such measurement without strip (and/or any thing else) attached to the input, to confirm,

- a. the noise is around 10mV to 20mV (using scope with lower bandwidth will get smaller RMS noise).
- b. There is no specific peak in frequency.

If a. fail (much larger noise) or b. fail (with frequency peak(s)). Then something is already wrong, either the amplifier is broken or, the measremet setup (including the test instrument and/or the amplifier connection or test environment)

アンプ固有ノイズを概説

(完全理想的な) 熱ノイズの電力

アンプ帯域は2GHz以上、

入力熱ノイズは -81 dBm (1mWの-81dB 倍)

アンプチップの仕様は、

1段目(BGA2866): NoiseFigure3.5dB 電力増幅 24dB

2段目: 電力増幅 32dB

出力ノイズは、

$$\begin{aligned} -21.5 \text{ [dBm]} &= -81 + (+3.5 + 24 + 32) \\ &= -81 + 59.5 \\ &= -21.5 \text{ [dB倍 of 1mW]} \\ &= 1/112[\text{倍}] \text{ of 1mW} \\ &= 7\text{microWatt} \end{aligned}$$

50オーム抵抗系では、18 [mV\_rms].

ミンリー氏が測定(2GHzオシロ)したノイズ値は、約10mV [白ノイズ(特異周波数なし)]のはず。

アドバイス：試してみると良い。

- a) ノイズが10~20mVかどうか。  
(注：低帯域オシロならrms値は小さめになる。)
- b) 周波数に特異な帯域がないかどうか。

もしも「ノイズが大きい」「特異周波数がある」ならば、アンプ自身に問題があるだろう。

デシベル値・場の量<sup>[3]</sup> (電圧など) の比・工率の量 (電力など) の比を表にして示す。

デシベル値	場の量の比	工率の量の比
0 dB	1.000 倍	1.000 倍
1 dB	1.122 倍	1.259 倍
2 dB	1.259 倍	1.585 倍
3 dB	1.413 倍	1.995 倍
4 dB	1.585 倍	2.512 倍
5 dB	1.778 倍	3.162 倍
6 dB	1.995 倍	3.981 倍
7 dB	2.239 倍	5.012 倍
8 dB	2.512 倍	6.310 倍
9 dB	2.818 倍	7.943 倍
10 dB	3.162 倍	10.00 倍
11 dB	3.548 倍	12.59 倍
12 dB	3.981 倍	15.85 倍
13 dB	4.467 倍	19.95 倍
14 dB	5.012 倍	25.12 倍
15 dB	5.623 倍	31.62 倍
16 dB	6.310 倍	39.81 倍
17 dB	7.079 倍	50.12 倍
18 dB	7.943 倍	63.10 倍
19 dB	8.913 倍	79.43 倍
20 dB	10.00 倍	100.0 倍
30 dB	31.62 倍	1,000 倍
40 dB	100.0 倍	10,000 倍
50 dB	316.2 倍	100,000 倍
60 dB	1,000 倍	1,000,000 倍

Once the above test is successful, then let's consider, where are the possible path that can cause amplifier output to present output signal which is more than the intrinsic noise.

I list below for what I know.

1. from input node, It doesn't matter it is discharge induced RPC signal or strip pickup from the environmental rf, anything from the input node are considered as input signal to the amplifier and it get  $32+24=56\text{db}$ (power gain of 400000, voltage gain of 600) gain then present at output.
2. from power supply node, if the intrinsic noise test is successful, then this path is proven un-important.
3. from environmental rf direct to amplifier board. This is also proven un-important if the intrinsic noise test is successful.
4. There is a specific type of noise called "conducted emission", that is usually caused by large ground current with high frequency(usually inside switching power supply) which makes the ground voltage noisy(wave on ground plane) then somehow infect the input node.  
But in your case, you did not use switching power supply.  
Some linear power supply do have the "conducted emission".  
But it is usually with 50/60Hz or 100/120Hz. So I believe that, this can also be ruled out.

アンプ自身に問題がないなら、次に顧慮すべきことは、下記である。

1. アンプ入力、起因 (RPCの放電だろうが、RPCパッドの受電波だろうが、なんでも)

アンプの増幅率は、56dB (前述： $=32+24$ )、つまり、電力で400,000倍、電圧で600倍。

2. アンプの電源、起因

「(前述の)アンプ自身試験」が成功していれば、自動的に排斥されている。

3. アンプ基板への環境高周波、起因。

「(前述の)アンプ自身試験」が成功していれば、自動的に排斥されている。

4. “conduct emission”と呼ばれる(グランド電位への高周波起因の)ノイズ、起因。

通常は、スイッチング電源内で生成される。

(スイッチング電源ではない)Linear電源にも存在する場合もあるが、

その場合はでも通常は50/60Hzとか100/120Hzとかなので、排斥させる可能性が大きい。

So in my opinion, there is only one interference path to consider, the input node.

The RPC strip connected to amplifier input node without proper shielding is an antenna. According to your scope image. You have captured certain public communication signal at 1.2 - 1.3GHz. According to a document about "Japan RF frequency allocation". These frequency band are for "mobile communication" and "RADIONAVIGATION SATELLITE" (very low energy when reaching earth). So that is mainly the rf signal between your phone and base station.

Try to observe the amplifier output, when make a call, or turn phone off (may not see anything change since your phone may jump to use other frequency band). If you switch your scope to spectrum analyzer mode, you can see a lot more peaks other than 1.2/1.3GHz.

(上記考察から、)唯一の干渉要因は、  
前述の第「1。」項目 「入力起因」 である。

(アンプ入力である)RPCのパッドは、遮蔽がなければアンテナになる。

オシロ をみると、公共電波と思われる1.2~1.3GHzを、みている可能性がある。  
「Japan RF frequency allocation」(日本の高周波配置) 資料をみると、  
「携帯端末」あるいは「位置判別用の人工衛星(地上ではとても小さい)」  
の帯域と記載がある。各自の携帯端末と、基地局との交信に使われているものだ。

携帯電話をかけたり、携帯電話を切ったりして、変化があるかみてみると良い。  
(もしかすると、携帯電話は、違う周波数に乗り換えたりして、変化がみられないかもしれない。)  
オシロ を(スペアナモードで)みると、1.2~1.3GHzの帯域が見える可能性がある。

So let's try shield the rf interference from reaching the strips.  
I can not see sufficient details from your photo.

Questions:

1. On page A. left most drawing, are the left and right side of the exposed strip supported by honeycomb?
2. Are there shield metals on the outside of honeycomb?
3. Are the material of the shield Al? film(foil) or plate?
4. Is the shield metal shown, on the photo with a hand, silver white with marking "1,2,3,4"? if so, is it "glued" on or is it "screwed" on the Al structural rod ?
6. Does "copper tape" means "sticky copper tape"?
7. you said copper tape on MCX, where is the other end of copper tape attached to?
8. Is there a small panel metal to allow the MCX to feed through?  
if so, how does the panel make metal contact to the amplifier board, and how does this panel contact to other part or the chamber housing metal?

なので、  
(RPCストリップへの)高周波干渉を  
遮蔽することを、お勧めする。

問い：

1. RPCの断面図をみると ガラスから（長手方向に）はみ出しているRPCストリップは、なにで囲まれているのか？（ハニカムでかこまれているのか？）
2. ハニカムの外側には、遮蔽用の金属はあるのか？
3. その金属の材質は、「Al」か？ 箔(フォイル)なのか、板なのか？
4. 遮蔽の金属は、「のり付け」か、それとも「(より大きなAl構造体に)ネジ止め」か？  
(5. は、おそらくタイポで、欠番)
6. 銅テープは、「のり付き銅テープ」のことか？
7. MCXコネクタへの銅テープ巻き、をしている場合、反対側の端点はどこに接続されているのか？
8. MCXコネクタのフィードスルー様に、「別部材の金属板」をつかっているのか？  
もしも、別部材を使用しているならば、  
その「the別部材の金属板」は、  
アンプ基盤に対して、どの様な金属接続されているか？  
RPCを覆っている金属構造に対して、どの様な金属接続されているのか？

Comment:

1. in many cases in my past experience, making good shield to a sensitivity node with large surface (i.e. the case of RPC strip as the input to amplifier), the shield must be
  - A. in firm contact with the ground on the amplifier directly or indirectly.
  - B. all separated shielding metal part need to be firmly connected to each other.
  - C. For B. best with Large continuous contact is the best(e.g. solder between copper film), or secondly use multiple points firm contacts (screw), the worst is few far away contacts. joint two separated metal with only a wire should not be considered.
2. firm contact:  
If copper tape means sticky tape. It is not good. the side with glue can never form a reliable contact. if use copper film/foil or (non-sticky) tape. use screws or solder instead of just wrap on metal.
3. Al film or wire or plate, if must use, use screw for making contact (as 1.B, 1.C). Al is known to form Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> insulating layer very soon. only firm screw press can provide prolonged oxygen free contact.
4. The four exposed area, each with three 3mm holes, on the amplifier pcb, are design to provide a firm contact to other metal, since there is no other place to make good contact. Use screw or solder for copper film, or use screw if contact with Al.

Best Regards  
Minglee

コメント：

1. ミンリー氏の経験では、  
  
ノイズ起因となる「大きな面積の、原因物(たとえば、RPCパッド)」に対して、遮蔽を行う際に 重要なことは。
  - A。アンプのグラウンドに対して、（直接、非直接のいずれの場合も）firmな接続が重要。
  - B。遮蔽金属が、複数の部材である場合は、互いにfirmlyに接続されていることが重要。
  - C。上記Bに関して、
    - 1番ベスト：大きく連続大であること（例 銅firmにはんだ付け）。
    - 2番ベスト：複数の箇所を接続（例：ネジを複数箇所）。
    - 最悪： 離れて、しかも、少ない箇所の接続。
    - 論外： 2つの離れた金属を、たった一本の線をつなぐこと。
2. firm（硬い）接続について、  
銅テープが、粘着テープというなら、それは良くない。  
ノリは信頼置けない。  
film/foil/ノリなしtapeをつかうなら、ネジか、ハンダ付が重要。包むだけじゃダメ。
3. Al film や wireや 板 を使う場合は、ネジを使うこと(1B 1C参照)  
Alは酸化皮膜ができるので、無酸素状態でないと意味ない。
4. アンプには、4箇所穴が開けてあるので、ネジか半田付けに使い得る。それ以外の場所は良くない。  
Alに接続するならネジを使うと良い。

ミンリー氏より。





差出人: "Ming-Lee Chu"

件名: **Re: (Questions/NeedAdvices) amplifier on E16-MRPC.**

日付: 2021年7月19日 20:37:34 JST

宛先: SSt, WcChn, HSk, YMk, KOz, TNn, SEs, SKy, TCh, MIn

For dealing with noise, Let me first give you an estimate of the intrinsic noise of the amplifier.

Starting from thermal noise power of an perfect resistor(see wikipedia).

The amplifier bandwidth is over 2GHz, the input thermal noise power is -81dbm. Take the parameter of the amplifier chips. 1st stage(BGA2866) noise

figure=3.5db, power gain 24 db, 2nd stage power gain=32 db. The output noise

is expected to be around -21.5dbm=7uW. In a 50ohm system, the noise voltage

is calculated to be 18mV rms. In my measurement, amplifier output noise without

input is about 10mV rms, using a scope with 2Ghz bandwidth. Note that this part

of noise is pretty much like "white noise" without any spectrum peak.

Please

try at least one such measurement without strip (and/or any thing else)

attached to the input to confirm



差出人: "Ming-Lee Chu"

件名: **Re: (Questions/NeedAdvices) amplifier on E16-MRPC.**

日付: 2021年7月19日 20:37:34 JST

宛先: SSt, WcChn, HSk, YMk, KOz, TNn, SEs, SKy, TCh, MIn

For dealing with noise, Let me first give you an estimate of the intrinsic noise of the amplifier.

Starting from thermal noise power of an perfect resistor(see wikipedia).

The amplifier bandwidth is over 2GHz, the input thermal noise power is -81dbm. Take the parameter of the amplifier chips. 1st stage(BGA2866) noise

figure=3.5db, power gain 24 db, 2nd stage power gain=32 db. The ouput noise

is expected to be around -21.5dbm=7uW. In a 50ohm system, the noise voltage

is calculated to be 18mV rms. In my measurement, amplifier output noise without

input is about 10mV rms, using a scope with 2Ghz bandwidth. Note that this part

of noise is pretty much like "white noise" without any spectrum peak.

Please

try at least one such measurement without strip (and/or any thing else)

attached to the input to confirm

差出人: "Ming-Lee Chu"

件名: **Re: (Questions/NeedAdvices) amplifier on E16-MRPC.**

日付: 2021年7月19日 20:37:34 JST

宛先: SSt, WcChn, HSk, YMk, KOz, TNn, SEs, SKy, TCh, MIn

For dealing with noise, Let me first give you an estimate of the intrinsic noise of the amplifier.

Starting from thermal noise power of an perfect resistor(see wikipedia).

The amplifier bandwidth is over 2GHz, the input thermal noise power is -81dbm. Take the parameter of the amplifier chips. 1st stage(BGA2866) noise

figure=3.5db, power gain 24 db, 2nd stage power gain=32 db. The ouput noise

is expected to be around -21.5dbm=7uW. In a 50ohm system, the noise voltage

is calculated to be 18mV rms. In my measurement, amplifier output noise without

input is about 10mV rms, using a scope with 2Ghz bandwidth. Note that this part

of noise is pretty much like "white noise" without any spectrum peak.

Please

try at least one such measurement without strip (and/or any thing else)

attached to the input to confirm

差出人: "Ming-Lee Chu"

件名: **Re: (Questions/NeedAdvices) amplifier on E16-MRPC.**

日付: 2021年7月19日 20:37:34 JST

宛先: SSt, WcChn, HSk, YMk, KOz, TNn, SEs, SKy, TCh, MIn

For dealing with noise, Let me first give you an estimate of the intrinsic noise of the amplifier.

Starting from thermal noise power of an perfect resistor(see wikipedia).

The amplifier bandwidth is over 2GHz, the input thermal noise power is -81dbm. Take the parameter of the amplifier chips. 1st stage(BGA2866) noise

figure=3.5db, power gain 24 db, 2nd stage power gain=32 db. The ouput noise

is expected to be around -21.5dbm=7uW. In a 50ohm system, the noise voltage

is calculated to be 18mV rms. In my measurement, amplifier output noise without

input is about 10mV rms, using a scope with 2Ghz bandwidth. Note that this part

of noise is pretty much like "white noise" without any spectrum peak.

Please

try at least one such measurement without strip (and/or any thing else)

attached to the input to confirm