

絶縁アンプによる コモン・モード・ノイズ対策

松井 邦彦 *Kunihiko Matsui*

なぜ、絶縁アンプか

■ 共通インピーダンスによるコモン・モード・ノイズ発生のおそれ

● 熱電対とアンプだけの場合は問題なし

図1に示すのは、熱電対センサを使った温度計測アンプです。

センサの出力信号 V_S を1 mV、アンプのゲイン G を100倍とすると、出力 V_{out} は100 mVになるはずです。

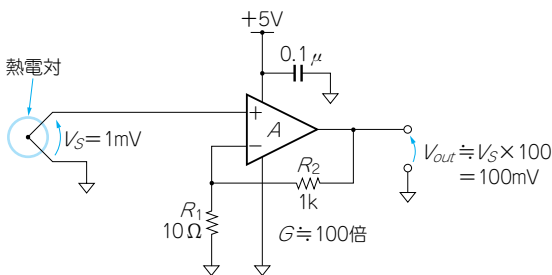
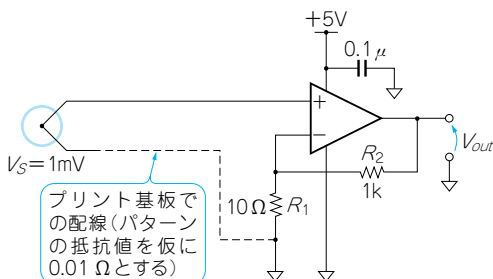
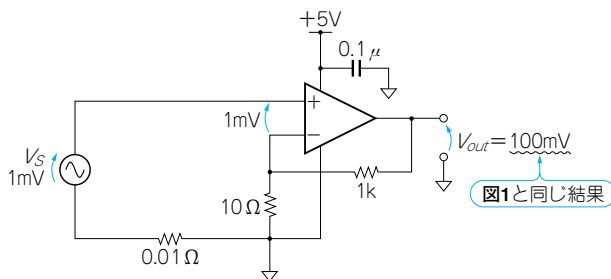


図1 計測コモン・モード・ノイズの影響を考える例題回路
熱電対センサを使った温度計測回路



(a) プリント・パターンには抵抗分がある



(b) プリント・パターンの抵抗分を含めた回路

図2 このようにセンサとOPアンプが1対1の関係であれば途中のプリント・パターンの影響はないが…

図2に示すのは、プリント基板の配線抵抗(0.01Ωとする)を考慮して描きなおした回路です。OPアンプの入力インピーダンスが ∞ Ωとすると、+端子と-端子には、図1と同様に、1 mV加わるため、出力 V_{out} は100 mVで、プリント・パターンの影響はありません。

● ヒータのリターン電流が熱電対とOPアンプ間のグラウンドを流れると…

図3に示すのは、ヒータ(5Ω)の温度を熱電対で計測する回路です。図3(a)が回路図、図3

(b)がプリント・パターンの抵抗を考慮した図です。

図3(b)を見るとわかるように、ヒータ電流(1 A)がプリント・パターンの抵抗(0.01Ω)に流れます。熱電対とヒータの電流が流れるプリント・パターンの抵抗を「共通インピーダンス」と呼びます。

この共通インピーダンス0.01Ωにヒータ電流1 Aが流れて、

$$V_N = 0.01 \Omega \times 1 \text{ A} = 10 \text{ mV}$$

の電圧降下が発生します。その結果アンプ出力は、

$$V_{out} = (V_S + V_N) \times 100 = 1100 \text{ mV}$$

にもなります。

■ コモン・モード・ノイズ対策

図4に示すのは、図3で発生したコモン・モード・ノイズを減らす対策です。

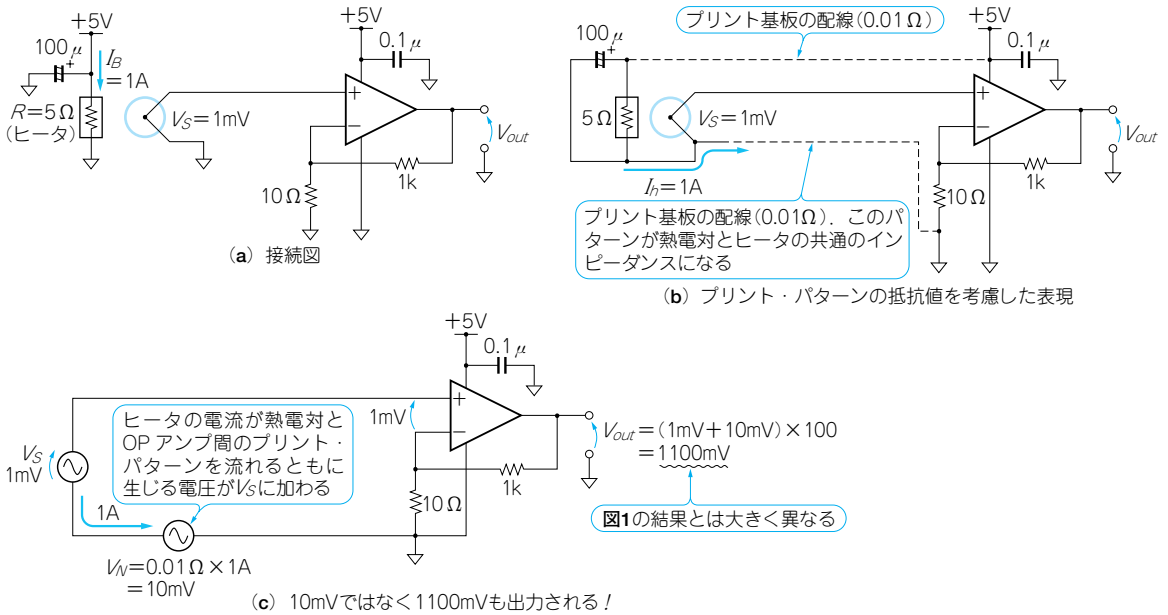


図3 ヒータとセンサがグラウンドを共有するとヒータ電流の影響がOPアンプから出力される

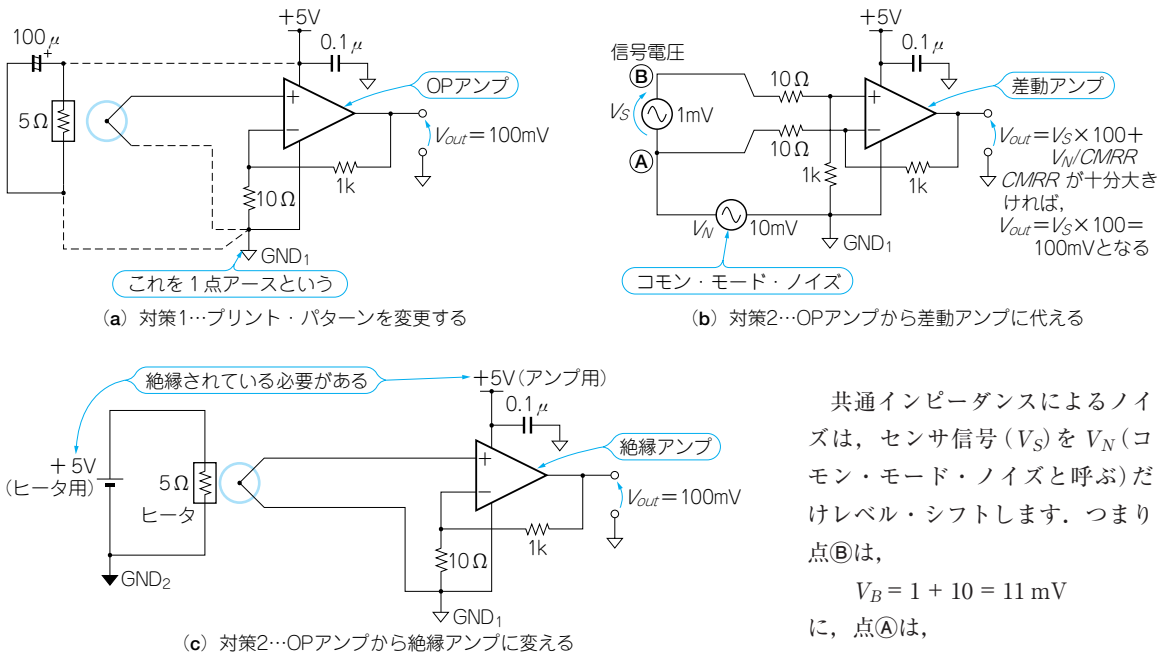


図4 図2や図3のノイズの影響を回避する方法

● 対策1…プリント・パターンを変更する

図4(a)に示すのは、基本的かつ一番安価な対策方法です。共通インピーダンスができないようにプリント・パターンを描く方法です。この処理のことを1点アース

などと呼んでいます。

● 対策2…OPアンプを差動アンプに変更する

図4(b)に示すように、OPアンプを差動アンプに変更すれば対策できます。

共通インピーダンスによるノイズは、センサ信号 (V_s) を V_N (コモン・モード・ノイズと呼ぶ) だけレベル・シフトします。つまり点Ⓑは、

$$V_B = 1 + 10 = 11 \text{ mV}$$

に、点Ⓐは、

$$V_A = 10 \text{ mV}$$

になります。

センサの出力信号 (1 mV) だけを差動で受けて増幅すればOKです。10 mVのコモン・モード・ノイズは同相信号、1 mVのセンサの出力信号は差動信号です。

差動アンプを使うとき重要なのは、アンプの基準となるグラウン