

B-4-52

LSIパッケージ上の電源系コモンモードノイズ低減における 非接地導体と導体シールドの比較

Comparison of Floating Conductor and Conductor Shield on

Reduction of Common-mode Noise in Power Supply System in LSI Package

村上拓郎¹ 馬淵雄一² 松嶋徹¹ 久門尚史¹ 和田修己¹
Takuro Murakami Yuichi Mabuchi Tohlu Matsushima Takashi Hisakado Osami Wada

京都大学 大学院 工学研究科 電気工学専攻¹ 日立製作所²
Department of Electrical Engineering, Kyoto University Hitachi, Ltd.

1 まえがき

LSI電源系に生じるコモンモード電流は、プリント回路基板(PCB)や電源ケーブルを流れることで不要な電磁放射を引き起こす。本報告では、パッケージとPCBの間に設けた導体の接続状態がコモンモード電流低減に与える影響について述べる。

2 非接地導体を用いたコモンモードノイズ低減

我々の研究グループでは、図1のようにパッケージを非接地導体(カバーメタル)で覆うことによりコモンモード電圧を低減する手法を提案した[1]。図1において容量 C_V 、 C_G は、パッケージの電源およびグラウンドと、このカバーメタルとの間に発生する。この構造は図2のように書き換えられ、パッケージ上の電源系配線はブリッジ回路で表せる。ただし、PCB上のバイパスキャパシタのインピーダンスが低く、PCBやケーブルを束ねられた1本のコモンモード伝送線路とみなしている。コモンモード電流 I_C が小さいとすると、A点の電位 V_{CM} は、

$$V_{CM} = \frac{L_G C_G - L_V C_V}{(L_G + L_V)(C_V + C_G)} V_D \quad (1)$$

と表される。したがって、この電圧が0となる条件は

$$L_V / L_G = C_G / C_V \quad (2)$$

となり、このときコモンモード電流 I_C は励振されない。

一方、図3のように導体をパッケージまたはPCBのグラウンドに接続した場合には、パッケージを覆うシールドとして働くと考えられる。パッケージ上に低インピーダンスの経路ができることにより、PCBおよびケーブルに高周波電流が流れこむことを防ぐ。

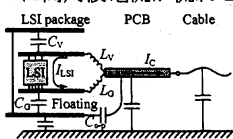


図1 非接地の場合

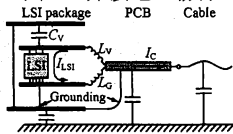


図3 シールドした場合

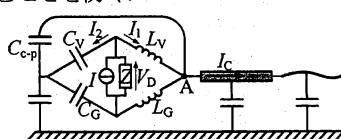


図2 ブリッジ回路

3 実験結果と考察

導体を(1)非接地にしてカバーメタルとして用いた場合、(2)PCBのグラウンドに接続した場合それぞれにつ

いてコモンモード電圧の測定を行った。

今回試作したパッケージ及びPCBは共に2層基板である。パッケージ第1層は電源・グラウンドプレーンで、その面積はほぼ等しい。第2層はベタ導体で、これが上述の導体に当たる。また、この導体とパッケージ上の電源およびグラウンドはチップ容量を介して接続でき、今回の検討では共に100 pFを実装した。寄生容量も考慮すると、導体をカバーメタルとして用いた場合には $C_G / C_V \approx 1$ となると考えられる。PCB第1層は電源・グラウンドプレーン、第2層は非接地のベタ導体である。ノイズ源には動作周波数20 MHzのクロックジェネレータ(Fox Electronics社, FXO-HC536R-20)を用いた。

パッケージ第1層の電源・グラウンド配線に実装するインダクタ L_{CV} 、 L_{CG} の値を変化させてコモンモード電圧を測定した。導体を(1)非接地にした場合と、(2)PCBのグラウンドに接続した場合の測定結果を図4に示す。ただし、 L_V 、 L_G は L_{CV} 、 L_{CG} に加えて配線の寄生インダクタンスを考慮した値である。非接地の場合には、各周波数に関してコモンモード電圧が最小となる L の比(以下バランス点)が存在し、その値はおおよそ0.71となった。低減効果は20 dB程度であった。接地した場合は、非接地の場合に比べて約10 dB程度コモンモード電圧が低下している。バランス点が現れる周波数も存在するが、 L_V / L_G の値は各周波数で一致していない。また、120 MHzの場合にはバランス点が現れていない。

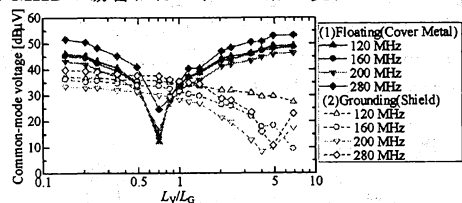


図4 コモンモード電圧測定結果

4 まとめ

導体を非接地にしてカバーメタルとして用いると、実装するインダクタンスの比を適切に選ぶことによって接地した場合に比べて広い周波数範囲でコモンモード電圧を低減できることが分かった。

参考文献

- [1] 松嶋他, “非接地導体を有するパッケージ用いた LSI 電源系コモンモードノイズ低減手法,” 信学技報, EMCJ2012-22, pp.7-12, June 2012.