

## プリント基板からの放射ノイズの低減に関する研究\*

熊谷 隆美\*\*

両面基板を使用し、片面をベタアースパターン、もう一方をベタ電源パターンとした基板が、放射ノイズが最も少ない。その理由は、両パターン間で、容量が形成されているためである。よって、パターンの面積を任意に定め形成される容量をコントロールすることにより、抑制したい放射ノイズの周波数を選択できる。

キーワード：放射ノイズ、プリント基板、アースパターン、電源パターン、共振

## Suppression of Emission Noise from Printed IC Bord.

KUMAGAI Takami

Radiation noise is reduced by using a double-side printed circuit board which one side is all over ground pattern and the other side is all over power circuit pattern. The cause is that the capacitance is formed between both patterns. It is therefore able to select a frequency range of undesired radiation noise in controle of the capacity.

key words : radiated emission, printed circuit board, ground pattern, power circuit pattern, resonance

### 1 緒 言

EMC規制の強化に伴い種々のノイズ低減方法<sup>1)</sup>が考案されているが、普遍的技術として確立されているとはいえず、個々の企業秘密となっていることが多い。ノイズ低減の確実な方法はシールドを行うことであるが、コストが嵩むという問題点がある。このため、プリント基板の簡便なノイズ低減法の検討が行われており、特に、基板のアースパターンと電源パターンの引き回し方法が重要となっている。

前報<sup>2)</sup>では、両面基板を使用し、片面をベタアースパターン、もう一方をベタ電源パターンとした基板の場合放射ノイズが最も少なくなることを報告し、また、その理由は、両パターン間で形成される容量がバイパスコンデンサの働きをするためであると考えられることを述べた。しかし、よりノイズを低減するには、実際のコンデンサは、容量だけでなくインダクタンス成分も有する<sup>3)</sup>ため、放射ノイズの周波数が基板の共振周波数領域と合わない効果がないこともわかった。

本報では前報の結果を踏まえて、パターンの面積を変化させて、形成される容量をコントロールし放射ノイズの強度分布変化について調べた。その結果、容量をコントロールすることにより基板の共振点を変化させ、抑制したい放射ノイズの周波数を選択できることがわかった。以下にその概要を報告する。

### 2 実験方法

実験に使用した基板の寸法は10×10cm、板厚は1.6mm、基板材質はガラスエポキシである。この基板に図1に示すノイズ発生回路(30MHzの基本波と、その整数倍の高調波を多数発生する回路)を組み込んだ。基板は3種類とし、パターンの形状は図2に示すように黒塗りの部分が銅箔(裏、表ともに同じ形状)であり、銅箔の寸法を変化させることにより形成される容量をコントロールした。銅箔の寸法を表1に示す。以後本文ではそれぞれの基板を、表1に示す記号とする。なお、図2のx1, x2, y1, y2と表1のそれらは互いに対

\* 電波ノイズの低減に関する技術開発(第3報)

\*\* 電子機械部

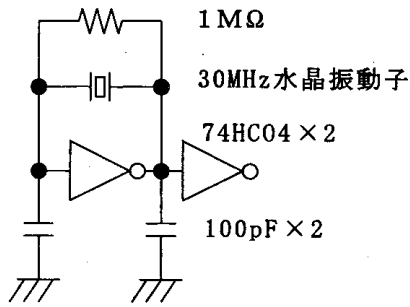


図1 ノイズ発生回路

略を図3に示す。

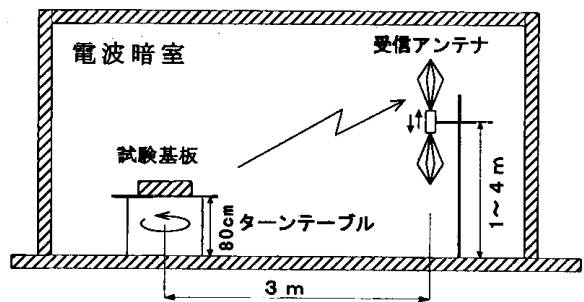


図3 実験方法の概略図

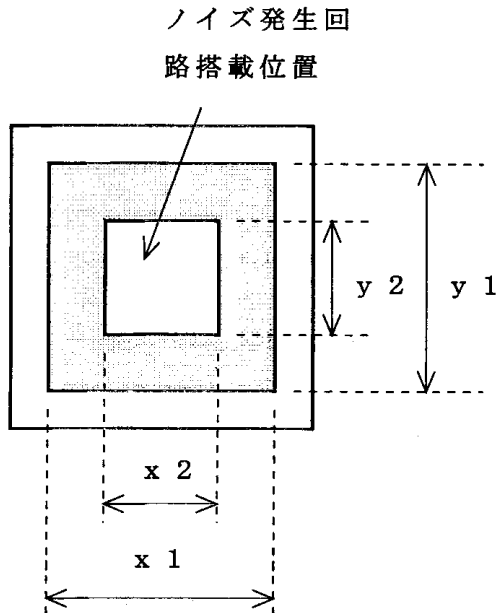


図2 試作した基板の形状

表1 試作した基板の銅箔寸法

銅箔の寸法 基板の記号	x 1	x 2	y 1	y 2
a	10	3	10	2.5
b	8	3	7	2.5
c	5	3	4.5	2.5

[cm]

応している。

表1の基板を3m法FCCファイリング型電波暗室で放射ノイズの強度分布について測定した。測定周波数は、30MHzから300MHzとした。また、測定に使用したアンテナの高さは、水平偏波の測定の場合は1, 2, 3, 4m、垂直偏波の場合は1mとした。測定方法の概

### 3 実験結果

図4に水平偏波の場合の測定結果を示す。横軸は高調波の次数、縦軸は放射ノイズの強度であり、基板の種類をパラメータとして表示してある。図5は垂直偏波の場合の結果である。図4, 5ともに基板aとbとは大きな差はみられないが、基板cの場合は基板a, bと比較して6次高調波以上(30MHz×6=180MHzとなる)の放射ノイズの強度が低くなっている。

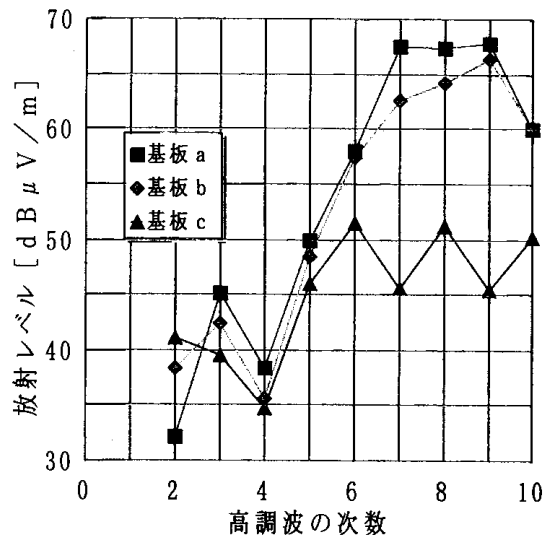


図4 放射ノイズの強度分布(水平偏波の場合)

### 4 考察

平行平板コンデンサの容量Cの計算式は、式(1)で与えられる。<sup>4)</sup>

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_s S}{d} \dots\dots (1)$$

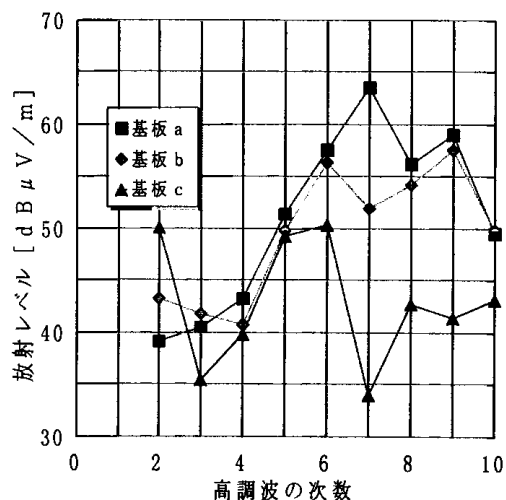


図5 放射ノイズの強度分布 (垂直偏波の場合)

式(1)で、 $\epsilon_0$ は真空の誘電率、 $\epsilon_s$ は電極間物質の比誘電率、 $S$ は電極の面積、 $d$ は電極間の距離を示す。今回の実験で試作した基板はアースパターンと電源パターンの両パターンを電極とした平行平板コンデンサと同等であり、 $\epsilon_s$ はガラスエポキシで一定、 $d$ は板厚1.6 mmで一定のため容量 $C$ は電極面積 $S$ のみで決まり、 $C$ の値は $S$ に比例する。表1からわかるように $S$ は基板がa, b, cの順に小さくなり、 $C$ もこの順に減少する。

また、コンデンサの共振点 $f_0$ の計算式は、式(2)で与えられる<sup>3)</sup>。

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots (2)$$

式(2)で、 $L$ はコンデンサのリード線などに含まれるインダクタンス、 $C$ はコンデンサの容量である。今回の実験では、基板上に銅箔間で容量を形成しているため、リード線は存在しない。よって $L$ 成分は小さく、また基板a, b, cの $L$ 成分はほぼ一定と考えられる。従って共振点 $f_0$ は、 $C$ の平方根に反比例することになる。よって、 $f_0$ は、基板a, b, cの順に $C$ が減少することにより高い周波数となり、より高い周波数の放射ノイズ抑制に効果があると考えられる。

そこで共振点を測定するため、基板a, b, cのノイズ発生回路を取り除き、銅箔のみとした基板の状態インピーダンスの周波数特性を測定した。測定周波数は、30 MHzから300 MHzである。測定にはHP製の

8753D型ネットワークアナライザを使用し、高周波帯域の4端子回路網でよく使用されるSパラメータの中の $S_{11}$ パラメータの測定結果から、インピーダンスを計算した。結果を図6に示す。図6より銅箔面積の減少つまり容量の減少により、式(2)の説明のように共振点がより高い周波数に移動していることが確認できる。また、基板a, bの共振点は100 MHz付近でほとんど同じであるが、基板cの共振点は200 MHzとなっている。この結果は、図4, 5で基板cが基板a, bと比較して6次高調波以上の放射ノイズの強度が低くなっているように、銅箔間面積を減少させることにより、銅箔間で形成される容量を小さくし共振点を高くすることにより、高い周波数での放射ノイズの低減に効果のあることを示している。

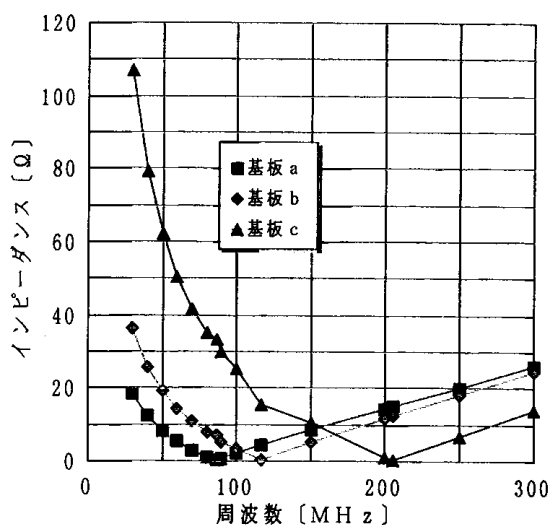


図6 試作した基板のインピーダンス特性

### 5 結 言

片面をベタアースパターン、もう一方をベタ電源パターンとした両面基板において、パターンの面積を減少させ形成される容量を小さくし共振点を高くすることにより、高い周波数での放射ノイズの低減に効果がある。

なお、本研究には平成8年度日本自転車振興補助物件にて導入したノイズ解析装置を使用した。

最後に、本研究を進めるにあたり種々のご指導を戴いた岩手大学電気電子工学科の久保田 賢二講師に、感謝致します。

### 文 献

- 1) 清水 康敬, 杉浦 行: “電磁妨害波の基本と対策” (社) 電子情報通信学会, 184-211 (1995)
- 2) 熊谷 隆美: “岩手県工業技術センター研究報告 第3号”, 19-22 (1996)
- 3) 坂本 幸夫, 山本 秀俊: “現場のノイズ対策” 日刊工業新聞社, 52-54 (1993)
- 4) 後藤 憲一, 山崎 修一郎: “電磁気学演習” 共立出版株式会社, 44 (1984)