

20-H 准则及屏蔽过孔对板辐射的作用

Huabo Chen, Student Member, IEEE, and Jiayuan Fang, Senior Member, IEEE
 Dept. of Electrical Engineering, University of California at Santa Cruz, Santa Cruz, CA 95064
 Tel: (831)459-4283 Fax: (831)459-4289 Email: hbchen@cse.ucsc.edu

[\(原文\)](#)

摘要

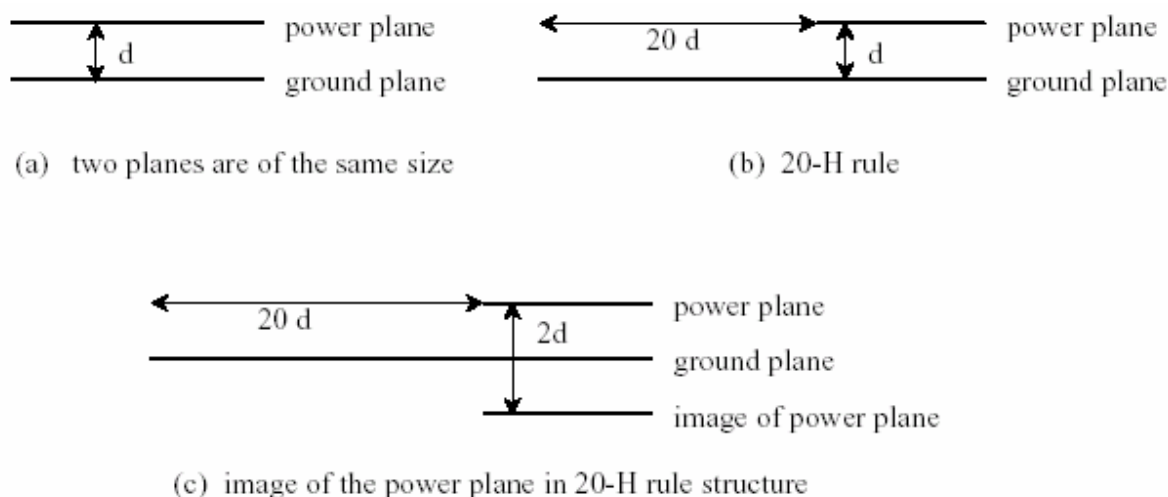
本论文研究了“20-H 规则”及屏蔽过孔对 PCB 板电磁辐射的抑制作用。

引言

随电路工作频率的不断提高，封装和 PCB 板设计者正面临着比以往更严峻的电磁辐射问题。将辐射控制在相应标准容许的范围之内，已成为当今 EMC 研究的重要课题。一些经验规则已用于指导设计师减少电磁辐射。本文就“20-H 规则”和屏蔽过孔对 PCB 电磁辐射不同的抑制效果展开讨论。

20-H 准则

20-H 准则[1][3]说的是：地平面边缘多出电源平面边缘大约 20 倍两平面间距。单电地层的普通结构如图一(a)；20-H 结构如图一(b)。



图一

由于辐射与两平面开放端的反射系数密切相关，我们这里着重研究该反射系数。假设平面厚度为 0，图一(a)平行平面开放端的反射系数为[2]：

$$R = |R|e^{-j\theta}, \quad (1)$$

where

$$|R| = e^{-\pi q}, \quad (2)$$

$$\theta = 2q \left[1 - C + \ln \frac{2}{q} - \left(\frac{\sin^{-1} q}{q} - 1 \right) - \sum_{m=1}^{\infty} A_{2m+1} (S_{2m+1} - 1) q^{2m} \right], \quad (3)$$

and

$$q = \frac{d}{\lambda}, \quad (4)$$

以上等式中：C 为尤拉 (Euler) 常数，等于 0.577216； λ = 波长； d = 平面间距； A_{2m+1} 是 $\sin^{-1} x$ 方程的扩展

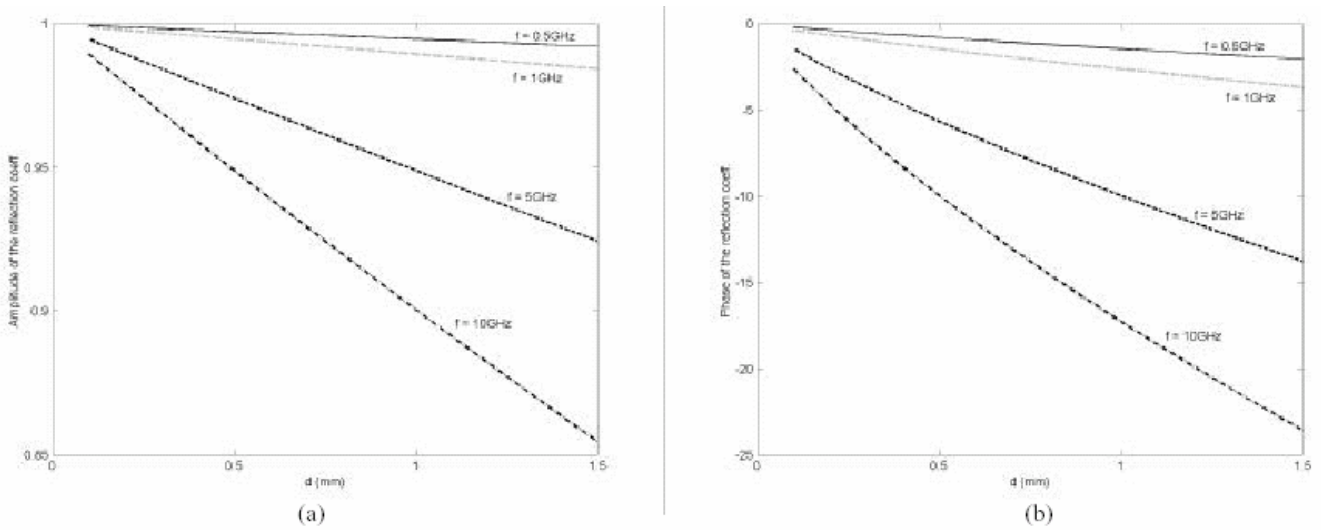
系数:

$$\sin^{-1} x = \sum_{m=0}^{\infty} A_{2m+1} x^{2m+1} . \quad (5)$$

S_{2m+1} :

$$S_{2m+1} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^{2m+1}} . \quad (6)$$

作为平面间距 d 的函数, 反射系数的幅值和相位分别如图二(a)、(b) 所示, 平面间距 d 越大, 反射系数越小, 对应的辐射越强。20-H 结构的反射系数, 可用电源和它的镜向平面来近似如图一(c)。由于电源平面与它镜向平面的间距有图一(a) 结构的两倍之大, 理论上讲, 20-H 结构的反射系数变小, 相应地板边辐射增强。

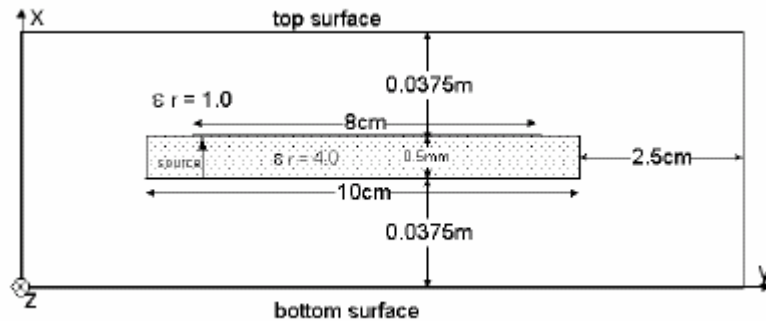


图二 两平行平面开放端的反射系数, (a)幅值, (b)相位

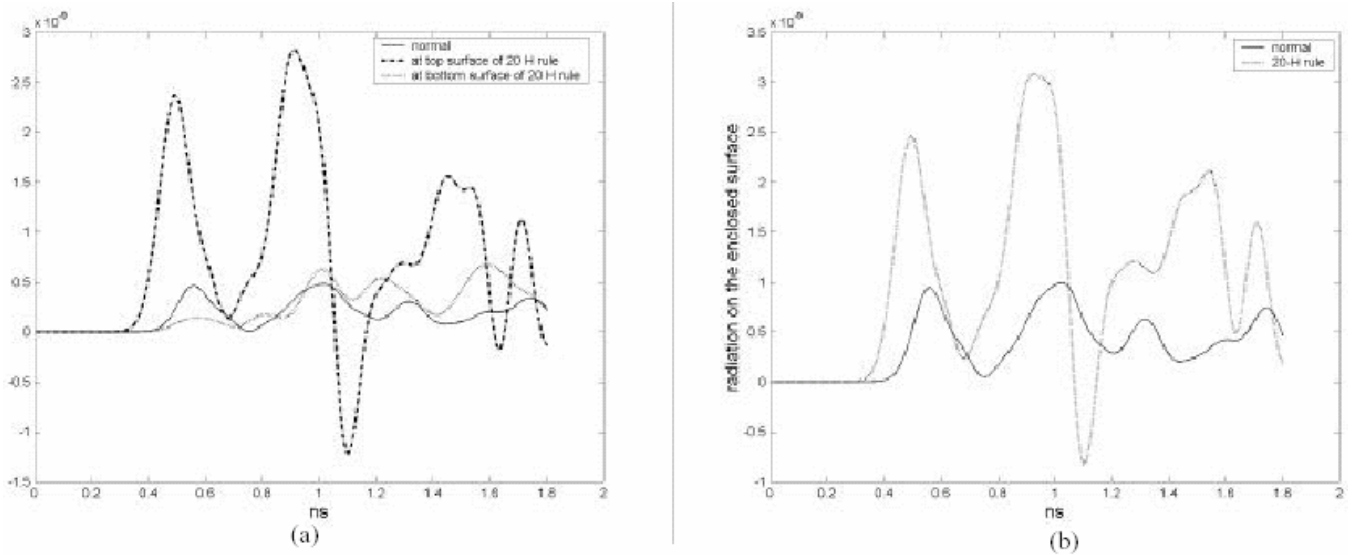
用于数学计算的测试结构如图三所示, 地平面的尺寸为 10x10cm, 电源平面每边小之 1.0cm, 两平面相距 0.5mm, 相对介电常数为 0.4。辐射的计算方法采用三维 FDTD 法, 辐射功率定义为表面 poyniting 向量的集合。

$$P(t) = \int_{\text{Enclosed Surface}} (\vec{E} \times \vec{H}) \cdot d\vec{s} , \quad (7)$$

E 为板结构封闭表面的电场, H 为磁场。

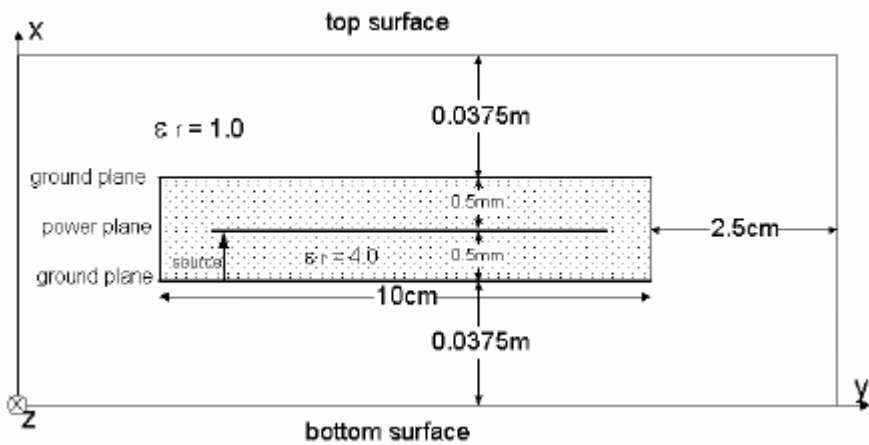


图三 两平面测试结构

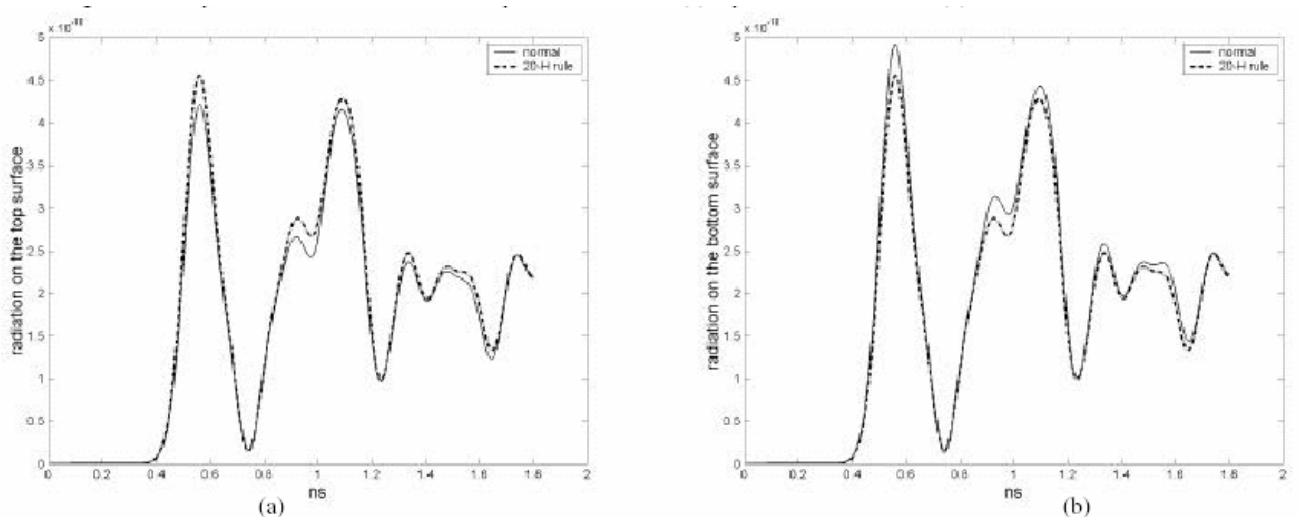


图四 两平面结构计算结果对比, (a)顶层, (b)底层

比较 H-20 结构 (如图三) 与普通结构 (电源与地平面皆为 $10 \times 10 \text{cm}$) 的计算结果 (图四 (a)), 顶层辐射稍有减少, 但底层辐射明显增加。综合辐射亦大于普通结构, 见图四 (b), 这与理论分析结果基本相符。如果将平面层增加, 既两个地层夹一电源层, 中间的电源层根据 20-H 规则缩进, 如图五, 20-H 结构与普通结构 (电源层未缩进) 的比较结果如图六, 即当板结构多于两层时, 不管中间电源层是否遵循 H-20 准则, 对外辐射的变化并不明显。



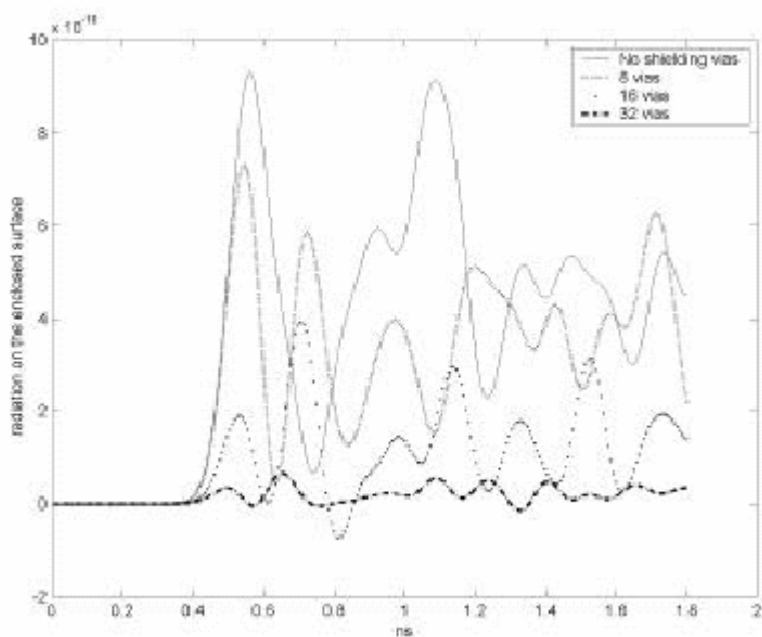
图五 三平面测试结构



图六 三平面结构计算结果对比, (a)顶层, (b)底层

屏蔽过孔的作用

屏蔽过孔的抑制效果究竟如何呢，这里仍采用 FDTD 算法。在图五的三平面结构的四边，以过孔连接两地层，不同屏蔽过孔个数对应的屏蔽效果见图七。显然，屏蔽过孔数量的少量增加会引起非常明显的辐射衰减。



图七 不同屏蔽过孔时的电磁辐射

结论

本文讨论了 H-20 准则和屏蔽过孔对 PCB 电磁辐射的不同作用，即 20-H 准则可能使两平面结构板的辐射性能变坏，但对多平面结构板的影响甚微；屏蔽过孔对电磁辐射的抑制相当有效。

参考文献

- [1] [Mark I. Montrose, Printed Circuit Board Design Techniques for EMC Compliance, New York: IEEE Inc., 1996.](#)
- [2] I. A. Weinstein, The Theory of Diffraction and the Factorization Method (Generalized Wiener-Hopf Technique), Boulder: Golem Press, 1969. (This Paper)
- [3] Dr. Zorica Pantic-Tanner & Franz Gisin, Radiation from Edge Effects in Printed Circuit Boards (PCBs), presentation at the monthly chapter meeting of Santa Clara Valley Chapter of IEEE EMC Society, May, 2000.