

The Improvement Method of Transfer Noise by Power Islands Resonance

이 신 영, 권 덕 규, 이 해 영

Abstract

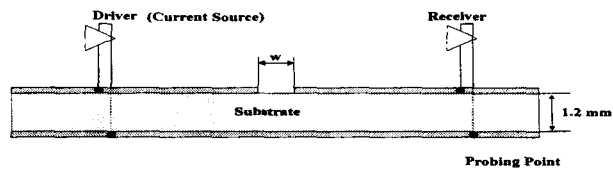
본 논문에서는 파워 아일랜드(power island)에서 발생하는 잡음 전달을 개선하는 방법에 대해서 연구하였다. 일반적으로 파워 아일랜드는 각 파워 버스(power bus)의 구조적 공진에 의해 잡음 전달이 증가하는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 두 가지의 잡음 전달 개선 방법을 제시하였다. 첫 번째로 잡음원의 위치를 변화시킴으로서 구조적 공진을 억제하였다. 두 번째로 공진이 발생할 경우 잡음 전달을 감소시키기 위해서 EGI(Elevated Ground Island)를 제안하였다. 해석결과, 잡음원의 위치에 따라 파워 버스의 공진을 최소로 감소시켰으며, EGI를 이용하여 잡음 전달을 효과적으로 감소할 수 있었다.

Introduction

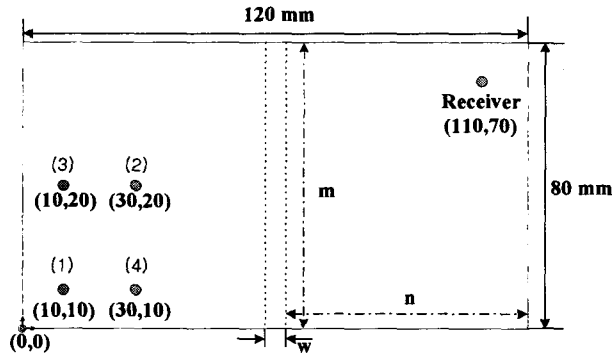
시스템의 고속·고밀도화에 따라 파워 버스에 영향을 주는 SSN(Simultaneous Switching Noise)과 같은 잡음은 전체 시스템의 오동작을 유발할 수 있다. 따라서 파워 버스에 발생하는 잡음을 방지하는 방법에 대한 다양한 연구가 이루어지고 있다^{[1]-[5]}. 이와 같은 기존의 잡음 전달 억제 방법 중 파워 아일랜드는 다양한 동작의 여러 회로가 같은 인쇄회로기판에 있을 때 각 회로간의 잡음 영향을 억제하기 위하여 사용되는 가장 일반적인 방법이다. 하지만 파워 아일랜드는 각 파워 버스의 구조적 공진이 일치할 때 잡음 전달이 증가하는 단점이 문헌에 보고 되고 있다^{[4],[5]}. 기존의 파워 아일랜드 설계시 이와 같은 잡음 전달을 억제하기 위해서 일반적으로 각 파워 버스의 크기를 변화시키는 방법을 사용하였다. 그러나 이와 같은 방법은 회로의 크기가 결정된 경우 사용이 불가능하다는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 기존의 파워 아일랜드의 개선 방법을 연구하였다. 본 논문에서 제안된 개선 방법은 두 가지이다. 첫 번째로 잡음원의 위치에 따라 파워 버스에서 발생하는 공진의 변화에 따른 잡음 전달의 감소와 두 번째로 잡음의 전달을 고주파까지 효과적으로 방지하기 위해 본 논문에서 제안된 EGI구조이다. 이와 같은 연구를 토대로 더욱 개선된 파워 아일랜드를 설계할 수 있을 것이 기대된다.

Experimental

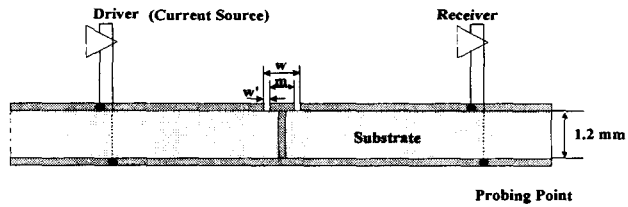
그림 1은 파워 아일랜드의 해석구조이다. 해석구조는 12 cm×8 cm 크기의 높이가 1.2 mm인 FR-4 양면기판으로 가정하였다. 그림 1 (b)에서 점선으로 표시된 부분은 파워 아일랜드 구조의 전원 평면이 분리된 부분이며 구조적 공진에 의한 잡음 전달 확인을 용이하게 하기 위하여 각 파워 버스의 구조는 동일하게 설계하였다. 그리고 잡음원의 위치에 따라 공진에 의한 잡음 전달의 변화를 알아보기 위해 잡음원의 위치는 (1)~(4)로 각각 해석하였다. 그림 1 (c)는 본 논문에서 제안된 EGI를 이용한 파워 아일랜드이다. EGI를 이용한 경우 잡음원의 위치를 그림 1의 (2)에 고정시키고 해석하였다.



(a)



(b)



(c)

그림 1. (a) 파워 아일랜드 해석 구조 측면도; (b) 파워 아일랜드 해석 구조 평면도; (c) EGI 해석 구조

그림 2는 이와 같은 EGI를 완전 고립된 평면에 응용한 경우이다. 그림 2의 크기는 일반적인 데스크 탑용 컴퓨터 보드의 크기를 가정하였다. 또한 이때 완전 고립된 평면은 일반적으로 클럭 버스 (clock bus)와 같은 잡음 발생이 많은 회로와 다른 회로를 분리할 때 사용된다.

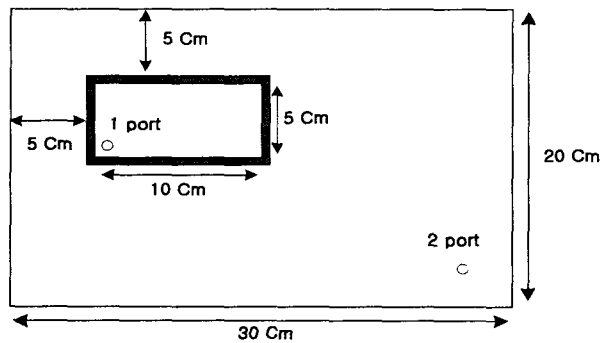


그림 2. 컴퓨터 보드에서의 응용 예

Result and Discussion

그림 3 (a)에서 (1)의 위치에 잡음원이 있는 경우 인가된 파워버스에서 발생하는 구조적 공진(resonance)은 총 9 개의 주파수에서 발생된다. 그러나 잡음원의 위치를 (2),(3),(4)으로 각각 해석하였을 때 공진이 발생하는 주파수의 개수가 줄어들었다. 이는 입사된 잡음에 의한 공진은 입사 위치에 따른 구조의 입력 임피던스가 변화하여 발생되기 때문이다^[5]. 해석 결과에서 (2)에 입사되는 경우 잡음원의 위치와 구조적 특성에 의한 입력 임피던스가 최대가 되는 주파수가 (1),(3),(4)에 비해 가장 적기 때문에 전체적인 잡음 전달이 감소하였다.

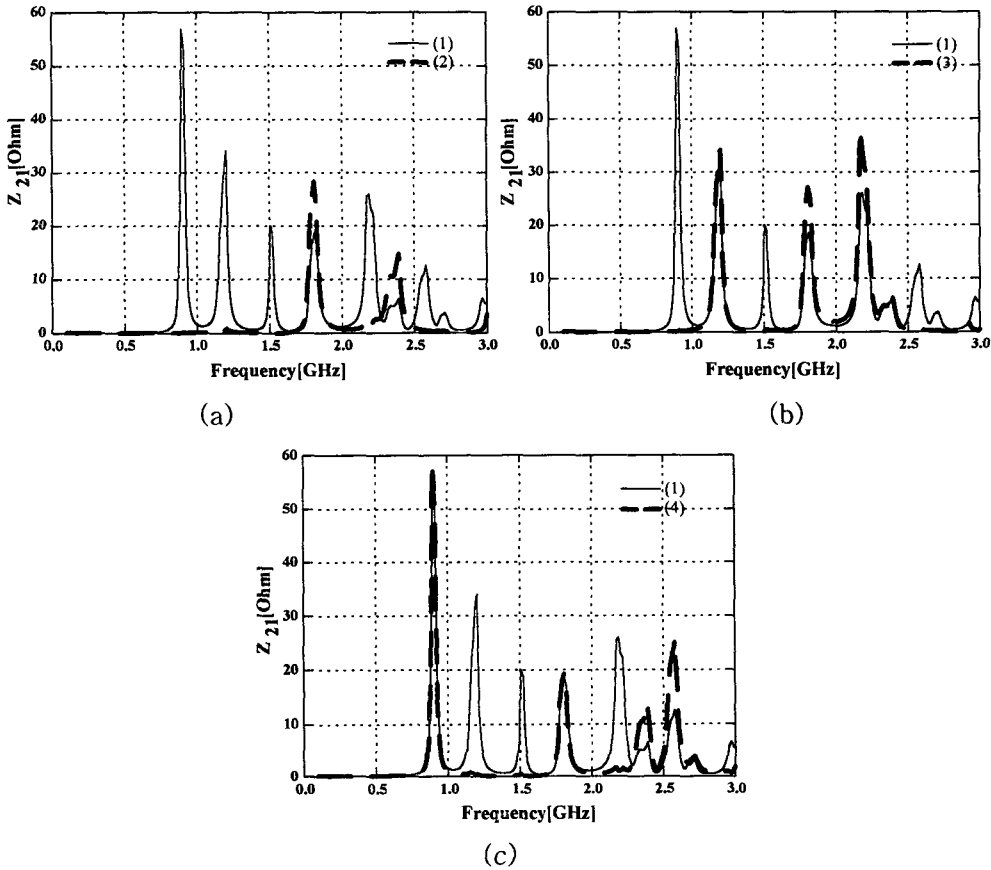


그림 3. 잡음원의 위치 따른 전달 특성 해석 결과; (a) (1)과 (2); (b) (1)과 (3); (c) (1)과 (3)

그림 4 (a)는 본 논문에서 제안된 EGI 구조를 이용한 파워 아일랜드와 일반적인 파워 아일랜드의 잡음 전달 특성을 비교한 결과이다. 해석 결과, 제안된 구조의 잡음 전달이 일반적인 파워 아일랜드의 구조적 공진이 발생하는 주파수에서 약 6 Ω 감소하는 것을 확인할 수 있다. 이와 같은 감소는 제안된 EGI 구조가 파워 버스의 공진에서 발생하는 불요 전기장(electric field)의 바이패스(bypass) 경로가 되기 때문이다. 또한 그림 4 (b)는 EGI의 응용 예의 해석결과이다. 컴퓨터 보드와 같은 고주파 잡음원이 많이 사용되는 시스템에서는 각 회로간에 잡음 영향을 방지하기 위해서 파워 아일랜드를 사용한다. 이때 일반적인 파워 아일랜드와 EGI의 잡음 전달 특성을 나타내었다. 그림 4 (b)에서 잡음이 최대 20 Ω까지 감소하였다. 따라서 본 논문에서 제안된 EGI 구조를 이용한 파워 아일랜드를 설계하는 경우, 잡음 전달을 효과적으로 방지할 수 있다.

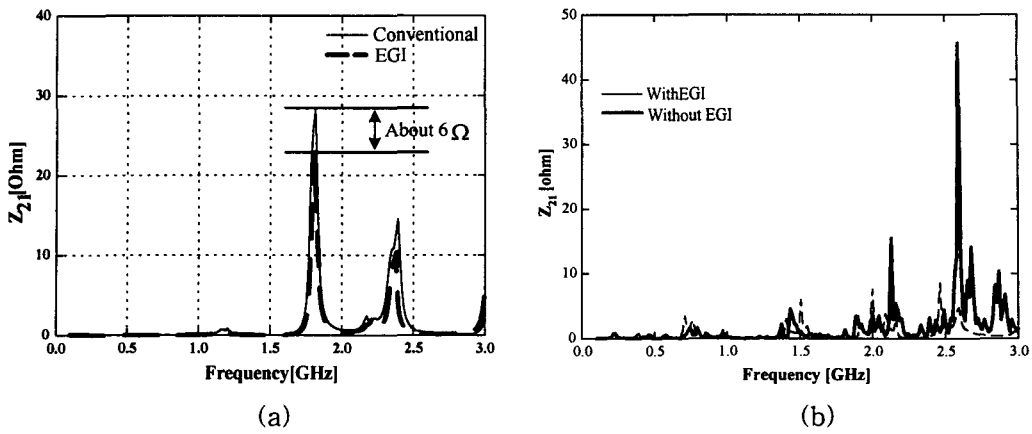


그림 4. (a) 파워 아일랜드의 전달 임피던스 비교(Conventional, EGI); (b) EGI의 응용 사례

Conclusion

본 논문은 파워 아일랜드의 효과적인 잡음 전달 억제방법에 대하여 연구하였다. 일반적으로 파워 아일랜드는 구조적 공진에 의해 효과가 감소하는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 두가지의 개선 방법을 제시하였다. 첫 번째로 잡음원의 위치에 따라 파워 버스에서 발생하는 공진의 변화에 따른 잡음 전달의 감소와 두 번째로 잡음의 전달을 고주파까지 효과적으로 방지하기 위해 제안된 EGI구조이다. 두가지 방법을 통해서 파워 아일랜드에서 발생하는 잡음 전달을 고주파까지 효과적으로 방지하는 것이 기대된다.

Reference

- [1] Sergiu Radu and David Hockanson, " An Investigation of PCB Radiated Emissions from Simultaneous Switching Noise," *IEEE Symp., EMC*, vol. 2, pp.893 -898, 1999
- [2] X. Ye, D. M. Hockanson, M. Li, Y. Ren, W. Cui, J. L. Drewniak, and R. E. DuBroff, "EMI Mitigation with Multilayer Power-Bus Stacks and Via Stitching of Reference Planes," *IEEE Trans. Electromagn. Compat.*, vol. 43, No.4, Nov, 2001
- [3] I. Novak, "Reducing Simultaneous Switching Noise and EMI on Ground/Power Planes by Dissipative Edge Termination," *IEEE Trans. Adv. Packing*, vol. 22, pp, Aug. 1999
- [4] T. Hubing, J. Chen, J. Drewniak, T. Van Doren, Y. Ren, J. Fan and R. Dubroff, "Power Bus Noise Reduction Using Power Islands in Printed Circuit Board Designs", *IEEE International Symp. EMC*, pp.1-4, 1999
- [5] J. Chen, T. H. Hubing, T. P. Van Doren, and R. E. DuBroff, "Power Bus Isolation Using Power Islands in Printed Circuit Boards," *IEEE Trans. Electromagn. Compat.*, vol. 44, No. 2 pp. 373-380, May 2002