

2000년대에 있어서 스위칭 전원 기술의 발전과제

김희준* (金熙峻)

한양대학교 전자 컴퓨터 공학부*

전화 : (0345) 400-5164 / 팩스 : (0345) 407-9930

Switching Power Supply Technology in New Millennium

Hee-Jun Kim*

School of Electrical and Computer Engineering Hanyang University*

E-mail : hjkim@email.hanyang.ac.kr

1. 서론

스위칭전원은 반도체 스위치의 ON, OFF 프로세스에 의하여 전력의 변환을 수행함으로써 고효율, 소형·경량화의 특징을 갖는 직류안정화 전원으로서 1980년대 이후 Personal Computer를 비롯하여 전자교환기, OA기기 등 전자·정보·통신의 거의 모든 분야의 기기에 폭넓게 이용되어 왔다.

이러한 스위칭 전원에도 있어서도 2000년대의 환경중심의 시대, 멀티미디어 시대를 맞이하여 이제까지의 특징에 더하여 성능 에너지 및 다기능성, 고 신뢰성의 방향으로의 특성이 강하게 요구되고 있는 실정이다.

본 고에서는 위의 사항을 배경으로 하여 미국의 한 컨설턴트 회사에서 수행한 스위칭 전원의 시장예측을 통하여 스위칭 전원의 기술 동향을 전망하고 특히 이를 통하여 2000년대 이후 강력히 대두되고 있는 저전압 대전류 스위칭 전원에 대한 기술 동향 및 발전 방향에 대하여 해설하고자 한다

2. 스위칭 전원의 기술추이

그림 1은 미국의 Darnell 그룹이 수행한 1999년부터 2004년까지의 세계의 스위칭 전원의 시장을 예측한 결과를 나타내고 있다. 이 결과를 보면 전 항목에 걸쳐

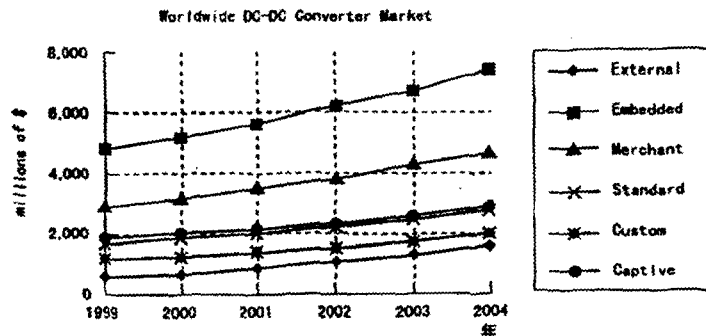


그림 1. 스위칭 전원의 세계시장

년 평균 10%의 성장이 예상되고 있으며 특히 2003년부터 2004년에 걸쳐서는 10%이상의 성장이 예상되고 있음을 알 수 있다. 그림 2는 세계에서 시판되고 있는 스위칭 전원의 판매 예상고를 1999년부터 2004년에 걸쳐 출력전압별로 예측한 결과를 나타낸다. 3.3V출력 전원의 경우는 거의 불변인 반면 5V출력의 경우는

5V (30%)	>5V (3%)	1.5V (9%)	2.5V (18%)	3.3V (40%)
-------------	-------------	--------------	---------------	---------------

1999 (\$2,955 million)

5V (11%)	>5V (2%)	1.5V (13%)	2.5V (33%)	3.3V (41%)
-------------	-------------	---------------	---------------	---------------

2000 (\$4,597 million)

그림 2. 스위칭전원의 전압별 시장

1/3로 감소, 반대로 2.5V는 2배 가까이 증가됨을 예상하고 있다. 이로부터 IC의 고집적화에 대응하여 전자 기기의 전압이 분명히 저전압의 경향으로 발전될 것임을 예고하고 있다.

Communications 33%	Computers 29%	Portable 14%	Industrial 13%	Mil/Aero 11%
-----------------------	------------------	-----------------	-------------------	-----------------

1999 (\$2,955 million)

그림 3. 스위칭전원의 응용별 시장

North America 43.1%	Asia 31.1%	Europe 22.1%	CALA 3.7%
------------------------	---------------	-----------------	--------------

(a) 1999

North America 45.8%	Asia 26.3%	Europe 23.4%	CALA 4.5%
------------------------	---------------	-----------------	--------------

(b) 2004

그림 4. 스위칭 전원의 지역별 시장

그림 3은 1999년에 시판된 스위칭 전원의 판매고를 응용별로 나타내고 있으며 총29억5천5백만 불의 판매고 중 통신용 전원이 33%로 제일 큰 Market Share를

차지하고 있음을 나타낸다. 그림 4는 스위칭 전원의 지역별 판매고를 예측한 결과로서 특히 아시아 지역의 판매고가 31.1%(1999년)에서 26.3%(2004년)로 감소할 것임을 예측한 결과가 주목된다.

3. 저전압 대전류 스위칭 전원

지금까지 논의된 내용으로부터 스위칭 전원은 앞으로 저전압 대전류의 방향으로 기술개발이 추진될 것은 틀림없는 사실이다. 이 경우 특히 성 에너지의 입장에서 고효율의 특성이 강력하게 요구될 것이다. 이 요구에 부응한 한 해법으로서 스위칭 전원에 동기정류 방식에 의한 정류회로를 적용하는 것이 주류를 이루면서 이를 위한 저 ON저항의 트랜치형 MOSFET 등의 개발이 정력적으로 추진되고 있다. 표1은 현재 미국에서 실용화되고 있는 저전압 대전류의 스위칭 전원에 대하여 2개사의 제품을 비교한 것으로서 출력전압이 3.3V인 경우 효율이 89%, 2V인 경우 83%의 효율을 얻고 있으며 heat sink를 사용하지 않으면서 최대온도 55°C를 유지하고 있음을 보여 준다. 이러한 저 출력 전압의 경향은 IC의 저전력화에 부응하는 형태로 나타나고 있으며 미국 반도체 공업협회(SIA)의 자료에 의하면 IC칩의 동작전압은 2004년에 약 1V, 2010에는 0.3V까지 저하할 것임을 예측하고 있다. 이러한 추세에 대응하여 저전압 스위칭 전원을 어떤 방법으로 고효율을 달성할 것인가가 이후의 중요한 과제가 될 것이다.

표 1 저전압 스위칭 전원의 예(미국)

	Titania TM	PowerQor TM
Topology	Nonisolated	Isolated
Output Current	20A	30A
Efficiency	83%@2V out	89%@3.3V out
Synchronous Rectification	Yes	Yes
Thickness	0.37"	0.4"
Dimensions	2.76"×1.78"	Half-brick 2.3"×2.4"
Power Density(A/in ³)	4.07	4.21
Temperature at maximum power w/o heatsink	55°C	55°C

한편 고속 마이크로 프로세서로 대표되는 디지털 전자기기에 적용되는 스위칭 전원은 앞서 논의된 저전압 대전류의 특징뿐 아니라 기억내용의 손실 혹은 연산오차 발생을 방지하기 위하여 순간적인 정전 및 전압강하를 허용하지 않으며 부하의 급변에 대한 과도 변동도 최소화되어야 하는 특징을 가져야 한다. 다음절에서는 차세대 고속 마이크로 프로세서용 스위칭 전원 기술의 동향과 과제에 대하여 소개하는 것으로 한다.

4. 고속 마이크로 프로세서용 스위칭 전원

현재 마이크로 프로세서는 내부전원을 일체화하지 못하고 버스용으로 1.5V, 프로세서와 캐쉬용으로 1.8V~2.8V, 이외의 논리회로용으로 2.5V, 3.3V, 5V, 12V를 필요로 한다. 특히 프로세서용 전원전압의 허용오차는 $\pm 5\%$ 를 유지할 필요가 있으며 전압이 이 허용오차를 넘으면 앞서도 지적한 바와 같이 연산오차의 발생 또는 시스템 인터페이스 전체에 대한 신호 타이밍에 악영향을 미치게 된다. 더 나아가서 그림 5에 나타내는 것처럼 배선의 패턴과 Decoupling capacitance에 의한 회로망 임피던스에 의해 부하전류의 과도특성이 지연이 생겨서 전원전압이 프로세서의 전압변동을 초과할 가능성이 있으므로 프린트 배선의 저항(R_c)과 인덕턴스(L_c)를 가능한 한 최소화할 필요가 있다. 일반적으로 프로세서용으로 이용되는 스위칭 전원을 VRM(Voltage Regulator Module)이라고 하며 이

VRM에는 크게 2가지 기술적인 과제가 존재한다. 그 하나는 과도응답 속도와 다른 하나는 PCB상에서 차지하는 공간이다. 특히 프로세서가 요구하는 과도응답 시간은 프로세서의 clock주기가 고속화되면서 1~20ns 정도로 상향되고 있지만 실제의 VRM의 경우 1~100us로 늦고, VRM이 응답 가능할 때까지의 시간 동안 에너지를 공급하기 위하여 대용량 커패시터가 필요로 하게 된다. 이러한 과제를 해결하기 위한 한 방법으로서 종래의 VRM의 회로로 사용되어 온 Buck컨버터 대신에 Multi-phase제어에 의한 Interleaved QSW(quasi-square-wave) Buck컨버터가 제안되고 있다.

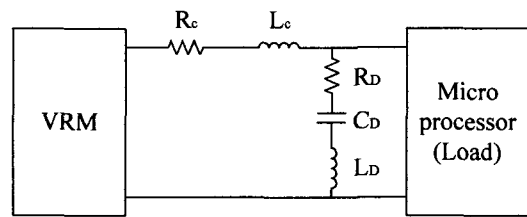


그림 5. VRM과 부하사이의 등가 임피던스

그림 6은 2상의 Interleaved QSW Buck컨버터의 회로도와 이론적인 파형을 나타낸다. 이 컨버터의 특징은 그림에서도 알 수 있듯이 기존의 Buck컨버터에 비해 적은 인덕턴스 값과 적은 커패시턴스 값을 가지고도 출력전류의 리플을 대폭 저감시킬 수 있으므로 과도특성 및 사이즈에 큰 장점을 가지게 된다. 그림 7은 과

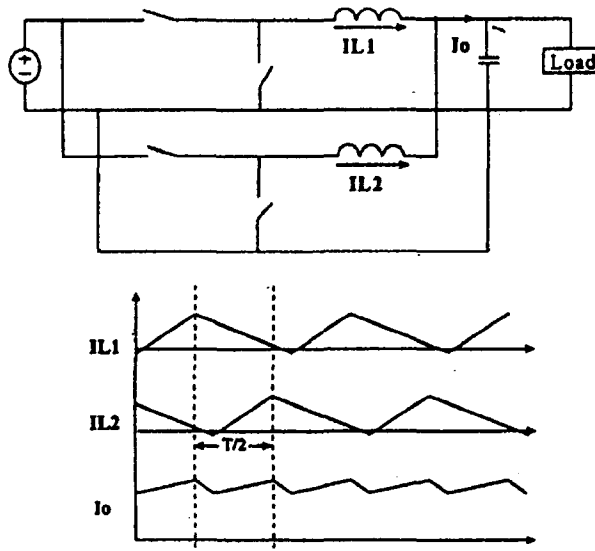


그림 6. 2상 Interleaved QSW Buck 컨버터

도출된 실험 결과로서 약 2 μ s의 응답시간을 보이고 있으며 과도 전압강하도 100mV로서 기존의 Buck컨버터(100 μ s, 150mV)에 비해 대폭 개선되고 있음을 알 수 있다.

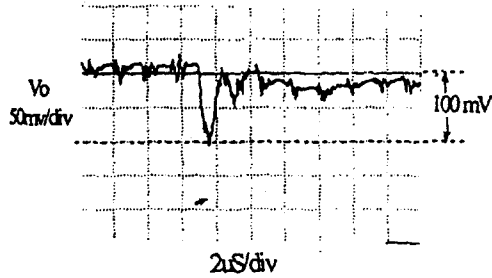


그림 7. 과도응답의 실험 결과

5. 결론

2000년대 스위칭 전원의 세계시장의 동향을 통하여 스위칭 전원 기술의 발전방향을 예측했으며 이 결과성 에너지 및 고 신뢰성의 측면에서 저전압 대전류의 스위칭 전원이 강력히 대두됨을 알았다. 디지털 전자 기기용 전원 중 대표적인 예로서 고속 마이크로 프로세서용 스위칭 전원의 기술 동향을 소개했으며 중요한 과제인 과도특성 문제를 해결 할 수 있는 한 방안을 제시했다.

2000년대의 스위칭 전원 기술을 전망하면서 IC의 저전압화에 부응한 전원의 저전압화의 과제 이외에도 함께 해결해 나가야 할 과제로서 soft-switching기술, EMC문제, 배터리 이용 기술, 대체 에너지 문제 등을 들 수 있을 것이다.

[참고 문헌]

- [1] DC/DC Converters, Global Market Forecasts, Demand Characteristics and Competitive Environment, Darnell Group Inc. Mar. 1999.
- [2] 原田 耕介, ミレニアムをむかえたスイッチング電源の課題, 電子技術, 2000年 4月號.
- [3] SIA Road Map, SIA, 1988.
- [4] X. Zhou et al, "Investigation of Candidate VRM Topologies for Future Microprocessors", IEEE APEC , pp145-150, 1998.