

고전압·대전류 펄스파워기술의 현황과 전망

이형호*, 제관영**

(*한국전기연구소 전력기기연구부 책임연구원, **수산중공업 중앙연구소 전무이사)

1. 서론

전력기술에 있어서 펄스는 power electronics분야에서 오래전부터 사용되어 왔으나 이 특집에서 취급하는 펄스파워 기술은 고속으로써 또한 고전압·대전류인 고출력펄스를 제어하고자 하는 것이기 때문에 power electronics의 펄스의 개념으로부터 약간 확장이 필요하다.

고전압·대전류 펄스파워기술은 종래의 고전압·대전류 공학을 기초로 하여 콘덴사, 인덕타 등에 저장된 초기電磁 에너지를 時空적으로 成形·重疊·壓縮하여 수ns~수ms의 짧은 시간안에 고출력(10TW이상도 가능)을 발생시켜 좁은 공간에 에너지를 집중 공급하는 기술이다. 펄스파워기술이란 큰 전기에너지를 취급하는 것이 아니고 얼마나 짧은 시간에 전기에너지를 부하로 방출할 수 있는가가 중요 point가 된다. 큰 전력을 얻기 위하여 에너지는 반드시 크지 않아도 된다. 예를들면 그림 1과 같이 1J의 에너지일지라도 그것을 1초간 방출하는 전력은 1Watt이나 10ns동안에 방출하면 100MW가 된다. 이와같이 에너지를 극히 짧은 시간에 방출하면 power는 큰 값이 된다. Power 자체는 임피던스에 의하여 영향을 받기 때문에 동일 power의 경우, 임피던스가 작은 부하에는 대전류가 흐르고, 임피던스가 큰 부하에는 고전압이 필요하다[1-3].

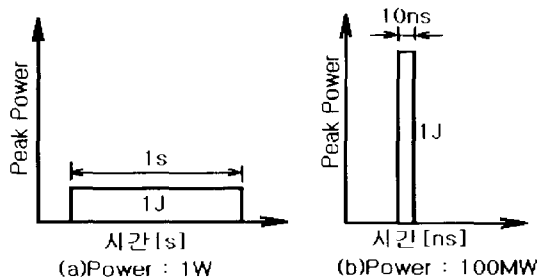


그림 1. Energy와 power의 관계

펄스파워기술의 근간인 電磁에너지시스템은 시스템내의 도체를 중심으로 생각하면 고전압·대전류시스템이고, 유전체를 중심으로 하면 고전계·고자계시스템이 된다. 그런데 고전압·대전류 펄스파워시스템은 종래의 고전압공학에는 중시되지 않았던 電磁에너지의 성형·중첩·압축기술이 핵심이 되는 첨단기술이다[4-5].

펄스파워기술의 시작은 1940년의 핵융합 연구로 거슬러 올라갈 수 있는데, 고밀도 플라즈마를 발생시키기 위한 펄스대전류를 콘덴사방전으로 얻기 위하여 펄스대전력의 제어기술이 필요하여 그후 고온플라즈마의 연구에는 콘덴사방전이 불가결한 기술이 되었다. 이러한 펄스파워기술이 공학으로써 체계화하기 시작한 것은 1970년대이고 펄스대전력이 사업분야의 응용에 대해서 관심을 가지게 된 것은 극히 최근의 일이다. 직류 및 교류의 전력기술과는 달리 대전류 펄스기술은 미개척의 부분이 많고 또한 그 응용분야가 무한히 넓다. 예를들면 본기술은 1대의 소형장치로써 비행기, 자동차 등의 정밀부품 및 선박, 배관설비 등의 대형부품의 성형용 전원장치로 이용될 뿐만아니라, 핵연료 폐기물용기의 안전한 원격密封작업, 향후 노후화된 원자력발전소 해체작업, 광사장 바위발파 및 도시내 노후건물의 폭파작업등의 첨단기술로 이용되고 있다. 또한 고에너지 펄스기술의 확립에 의해서 레이저, 마이크로 웨브, X-ray 및 粒子빔의 발생, 電磁加速, 핵융합등의 연구 및 여러가지 형태의 축적에너지로 부터 대체에너지 개발에도 이용된다[6-7].

본고에서는 상기에서 알 수 있듯이 생산업체용, 환경산업용, 군수산업용, 대체에너지용 등에서 국제적 첨단기술로 각광받고 있는 고전압·대전류 펄스파워기술의 현황을 기술하여 2000년대 초에 폭발적으로 수요가 증가할 본기술의 중요성을 강조코자 한다.

2. 고전압·대전류 펄스파워기술 현황

2.1 국내기술 현황

국내에 있어서 고전압·대전류 펄스파워기술은 전자빔,

살균소독, 전기집진, 오존발생 등의 용도로 사용되는 수kV, 수kA의 펄스파워장치가 일부 생산업체를 중심으로 개발되어 에어컨, 공기청정기 등에 이용되고 있으며, 또한 펄스코로나를 이용하여 발전소의 폐가스처리용(탈황탈질용) 연구도 수행하고 있으나 에너지 이용율의 측면에서 실용화가 의문시되는 등의 실적이 미미하다. 또한 synchrotron radiation, E-beam 용접기, 핵융합, 물체가속용 전자가속에 대한 연구가 일부 대학을 중심으로 기초연구 단계이다. 특히 본 특집의 주요내용인 수십kV, 수백kA, 수ns~수ms의 고출력 펄스파워장치에 대한 연구는 국내 일부 기업체에서 진행되고 있으나 초보단계로써 향후 고전압절연기술, 대용량 에너지 축적기술, 펄스압축기술등 개선해야 할 문제점이 산적해 있다.

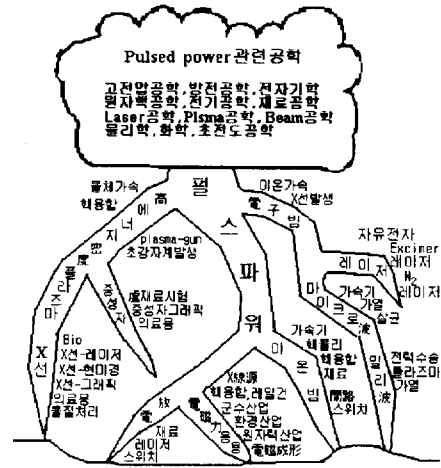


그림 2. 펄스파워의 이용분야

2.2 국외기술 현황

펄스파워기술의 시작은 1940년의 핵융합의 연구로 거슬러 올라갈 수 있는데, 고밀도 플라즈마를 발생시키기 위한 펄스대전류를 콘덴사방전으로 얻기 위하여 펄스대전력의 제어기술이 필요한 이후, 1963년 영국의 J.C.Martin에 의해서 油中 Marx장치가 개발된 것이 그 시초이다. 펄스파워기술의 체계화는 1970년에 Los Alamos National Lab의 θ -pinch플라즈마 장치가 개발되고, 그후 미국의 Sandia lab., Maxwell lab., Physics international 등에 의해서 수 MV, 수MJ의 펄스파워장치가 본격 개발되어, 현재는 미국을 중심으로 초음속항공기, 대형로켓트, 인공위성등 부품가공용 전원장치로 널리 이용하고 있다. 펄스대전력이 사업분야의 응용에 대해서 관심을 가지게 된 것은 극히 최근의 일로써 직류 및 교류의 전력기술과는 달리 대전력 펄스기술은 미개척 부분이 많고 또한 그 응용분야가 무한히 넓다.

펄스파워기술의 실용화 연구는 일본에서 Laser핵융합연구용인 LIB가속기 등이 개발되어 수MV, 수MA, 수ns의 펄스파워기술이 이용되기 시작하여, 약 10년전 미국에서는 오일프레스를 대신할 수 있는 산업용 電磁成形器가 시판되어 1대의 소형장치로써 비행기, 자동차 등의 정밀부품성형 및 선박, 배관설비 등의 대형부품가공이 가능케 되었으며, 그후 프랑스, 독일, 러시아, 일본등에서 고출력 다용도 펄스파워장치에 대한 연구가 본격적으로 수행되고 있다. 더 나아가 최근에는 본기술이 핵연료폐기물용기의 원격密封작업에 이용될 뿐만 아니라, 향후 노후원자력발전소 해체시 방사성 물질의 비산방지가 가능하며, 공사장의 바위 및 건물발파시에도 폭풍, 분진, 폭음의 방지가 가능하므로 민원방지 차원의 환경산업용 최첨단 전원장치로 개발되어 폭넓게 이용되는 단계에 있다.

3. 펄스파워기술의 이용분야

펄스파워기술이 응용되는 관련학문 및 이용분야는 그림 2와 같이 광범위하며, 그중 본 특집에서 기술하고 있는 고전압·대전류 펄스파워기술의 활용분야를 정리하면 아래와 같다.

3.1 환경산업용

- 공사장 바위 및 노후건물의 발파에 이용
- 노후화된 원자력발전소 해체시 이용
- 핵연료폐기물 용기의 원격 밀봉작업에 이용

3.2 생산업체용

- 산업체의 오일프레스 대체용 電磁프레스 전원장치로 이용
- 자동차연료펌프, 비행기, 모타, 대형선박, 개폐기등의 부품성형가공에 이용
- 着磁, 脫磁용 전원장치로 이용
- Plasma, Laser, Microwave, 하전입자빔, 전자가속기분야등 新에너지 개발에 응용
- 금속표면 처리, 도장(裝後)후 가공, 발열없이 동일형의 제품을 단시간 반복 제작
- 성형코일에 의한 縮管성형, 擴管성형 및 平板성형에 이용
- 이물질간 접합 작업이 간단하고, 공정 단축 및 제품의 생산효율 향상

3.3 군수산업용

- 대포, 전자추진기 등의 핵심요소기술로 이용

4. 고전압·대전류 펄스파워 장치기술

4.1 시스템 구성

펄스파워장치의 기본시스템 구성은 그림 3과 같다. 종래의 고전압 전력기기시험용 Impulse발생기 등에 의한 짧은 출력pulse(≤us)가 요구되는 경우에는 복수단의 스위치,

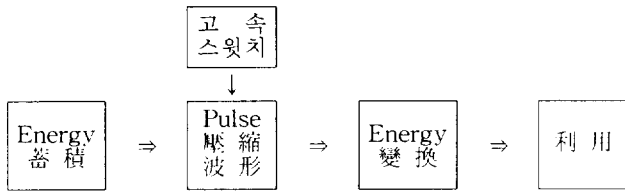


그림 3. 펄스파워시스템의 기본 구성

pulse압축부를 설치한 시스템 구성으로 하는 경우가 많다. 여러종류의 형태로 축적된 에너지는 고속스วิต치를 개입하여 급속히 방출하여 pulse압축이 된다. 이렇게 하여 얻어진 pulsed power는 최종 용도에 맞는 부하로 공급되어 전기에너지로 부터 입자빔, 전자파, plasma 등으로 에너지 변환되어 이용된다.

4.2 에너지축적기술

초기에너지 축적 형태 및 현상특성의 대표치를 표 1에 나타낸다. 에너지축적 밀도는 열악하지만 사용하기 쉽기 때문에 정전에너지형 펄스파워장치가 가장 대중적이다. 정전 에너지외의 축적형태는 switch소자로서 closing switch에 비하여 개발이 지연되고 있는 opening switch때문에 이용이 그다지 진전되어 있지 않으나 에너지축적밀도가 높아 compact하고 값싼 pulsed power system이 구성할 수 있는 가능성이 있고, 그 기술개발이 기대되고 있다.

표 1. 초기에너지 축적 형태 및 현상특성의 대표치

축적 형태	축적 매체	축적량	축적밀도 (J/cc)	방출시간
정전적	콘덴사	10~100MJ	0.6	0.1~1us
자기적	inductor	10~500MJ	~10	100us~1s
운동적	fly wheel	~GJ	100~500	0.1~10s
화학적	화약	100MJ	10,000	0.1ms

4.3 Switching 기술

펄스파워장치에 사용되는 대표적인 closing switch소자의 종류와 현상특성의 대표치를 표 2에 나타낸다. 單器容量이

표 2. Closing switch의 분류

구분	정격	Switch 시간	반복율	총 전류량
Spark gap	~MV, ~MA	~10ns	~1Hz	~數C
Thyratron	~100kV, ~數kA	~100 ns	~kHz	~數C
Ignitron	~50kV, ~100kA	~ms	~100kHz	~100C
반도체 switch	~數kV, ~數kA	~10us	1~100kHz	大
磁氣 switch	~MV, ~MA	~數ms	100Hz~1kHz	(大)

비교적 작은 반도체 스위치 및 thyatron은 그것들을 직병렬로 접속하여 大에너지pulsed power장치의 요구에 응하는 경우가 많다. Pulsed power장치의 고반복화, 장수명화, 고신뢰성화를 위하여 스위치 소자로서 반도체스위치에 걸리는 기대는 크고, 또 그특성은 급속히 향상되고 있다. 磁氣스위치도 飽和磁束밀도가 높고, 고주파 영역에서 高比透磁率, 저손실, 高角形比라는 고성능 amorphous磁性재료가 개발되어 pulsed power 장치의 高反復化, 長壽命化, 신뢰성 향상을 위하여 수없이 사용되어 오고 있다.

4.4 펄스성형기술

PFL(Pulse Forming Line)은 분포정수적 동작을 이용하여 ns~μs정도의 펄스를 성형하는 회로로서 그림 4에 PFL동작원리를 나타낸다. 임피던스정합된 충분히 긴 펄스전송line을 가진 V_0 로 충전된 PFL을 고려하면 A점의 스위치를 닫으면 $V_0/2$ 인 전압의 진행파가 양방향으로 향하여 속도 c'로 진행한다[(b)도]. A점은 양방향방향의 임피던스가 같기 때문에 진행파는 무반사하는 것에 대하여 B점은 진행파는 높은 임피던스 때문에 全反射되어 A방향의 진행파뒤에 계속된다 [(c)도]. 이 결과 전압이 $V_0/2$, pulse폭이 2배인 line장(2l)을 진행파가 전파하는 시간(= $2l/c'$)인 方形펄스가 얻어진다. PFL에 이용되는 절연물로는 물, 절연유, Poly스틸렌 등이 들어진다. J.C.Martin은 각각의 매질의 절연특성을 $E \cdot d^2 \cdot t^2 \cdot A^{\gamma} = K$ 식으로 나타냈다. 여기서는 E는 전계강도(V/m), d는 전극간거리(m), t는 전계인가특성시간(파괴 전압의 63%이상인 전압이 인가되고 있는 시간) (s), A는 전극면적(m^2), α, β, γ, K 는 매질, 극성에 의해서 정해지는 정수이다.

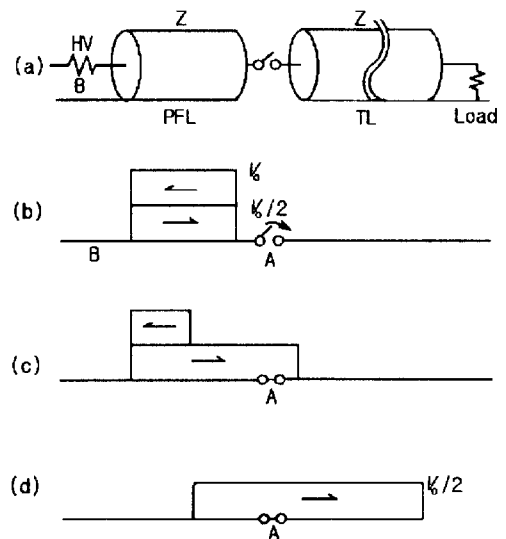


그림 4. PFL의 동작원리

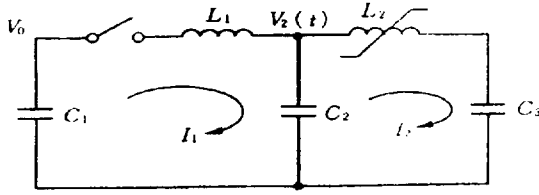


그림 5. 자기pulse압축의 개념

4.5 磁氣펄스압축기술

PFL을 사용하여 펄스성형된 100ns정도의 펄스를 더욱 압축하기 위하여 사용되는 대표적인 압축회로는 그림 5와 같다. L_2 를 可飽和 inductor로 하고, 미포화시 및 포화시의 inductance를 각각 L_{2U} , L_{2S} 라 하고 $C_1=C_2=C_3$ 및 $L_{2S} \ll L_1 \ll L_{2U}$ 가 성립한다고 가정한다. 또 C_1 에서 C_2 로의 에너지 전송을 끝냈을 때 L_{2U} 로부터 L_{2S} 로 변화하도록 inductor를 설계한다. C_1 에서 C_2 로의 에너지 전송중은 L_{2U} 가 L_1 보다 크기 때문에 C_3 로의 에너지전송은 무시할 수 있다. 따라서

$$I_{1max} = V_0 \sqrt{\frac{C_o}{L_1}}, \quad C_o = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{C}{2},$$

$$V_2(t) = V_0 \frac{C_1}{C_1 + C_2} (1 - \cos \omega t) = \frac{V_0}{2} (1 - \cos \omega t)$$

$\omega = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_o}}$ 가 된다. 여기서 $V_2(t)$ 는 C_2 의 전압이다.

L_{2U} 가 L_{2S} 로 변화하는 $t = \pi \sqrt{L_1 C_o}$ 인 시각에 C_1 에서 C_2 로 100%의 에너지수송이 완료된다. 그후 L_1 , L_{2S} 이기 때문에 C_2 의 에너지는 C_1 으로는 거의 돌아오지 않고 C_3 로 전송된다. C_3 의 최대전압은 C_1 의 충전전압 V_0 와 같게 되고, 전압증폭은 일어나지 않고 전류증폭율 η_c 는

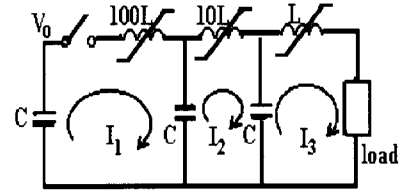
$$\eta_c = \frac{I_{2max}}{I_{1max}} = \frac{V_0 \sqrt{\frac{C_o}{L_{2S}}}}{V_0 \sqrt{\frac{C_o}{L_1}}} = \sqrt{\frac{L_1}{L_{2S}}}$$
 이 되며, 펄스폭은 1/

η_c 배가 된다. 그림 6(a)와 같이 정전용량이 같고, 인덕탄스가 부하에 가까울수록 작은 경우, 전압은 일정으로 전류증폭과 pulse증폭이 동시에 이루어진다. I_1 과 I_3 의 펄스폭을 τ_1 과 τ_3 라고 한다면 펄스압축비는

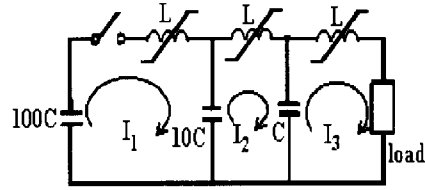
$$\frac{\tau_1}{\tau_3} = \frac{\pi \sqrt{100L \frac{C}{2}}}{\pi \sqrt{LC}} = \sqrt{50}$$
 이 되고 에너지 전송 효율은

100%이다. 그림 6(b)의 회로는 정전용량이 가까울수록 적고, 전압증폭과 펄스압축이 동시에 이루어지는 회로로써 전압증폭율은 4배가 되고 펄스폭의 압축비는

$$\frac{\tau_1}{\tau_3} = \frac{\pi \sqrt{L \frac{1000C}{10+100}}}{\pi \sqrt{LC}} \approx \sqrt{10}$$
 이 된다.



(a) Variable inductor



(b) Variable capacitor

그림 6. 자기 펄스압축회로

5. 고밀도에너지 축적회로 및 방전회로

유도성에너지의 전형적인 방전회로를 그림 7에 나타낸다. 전류 i_0 가 흐르고 있는 개방스위치 S_1 을 열고, S_2 를 닫음으로써 인덕타 중의 에너지를 부하에 잔송한다. 부하가 저항, 인덕타, 캐패시타의 어느 것인가에 따라서 전송효율은 다르다. 여기서 부하전류 i , 부하의 최대전력 P_{peak} , 전송에너지 E 를 구한다. 지금 개방스위치가 동작했을 때, 스위치의 저항이 0으로부터 부하의 임피던스와 비교하여 충분히 큰 값까지 step상으로 변화한다고 가정한다.

(i) 부하가 저항 R의 경우

$$i = i_0 \exp\left(-\frac{R}{L} t\right), \quad P_{peak} = Ri_0^2, \quad E = \int_0^{\infty} Ri^2 dt = \frac{1}{2} Li_0^2$$

(ii) 부하가 인덕타 L_l 의 경우

$$i = i_0 \frac{L}{L + L_l}, \quad E = \frac{1}{2} Li_0^2 = \frac{1}{2} Li_0^2 \frac{L_l}{L} / \left(1 + \frac{L_l}{L}\right)^2,$$

$$E_{max} = \frac{1}{2} Li_0^2 \times \frac{1}{4} \quad (L = L_l \text{의 경우})$$

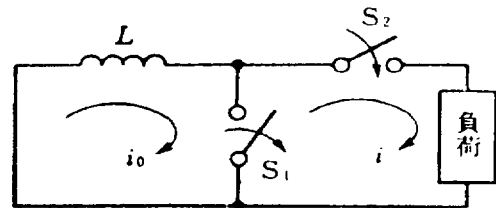
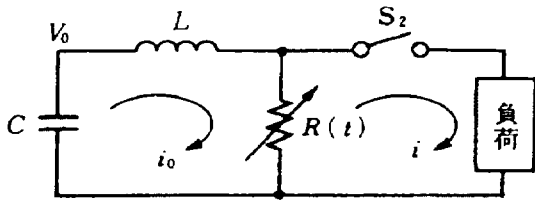


그림 7. 유도성 에너지의 방전회로



$R(t)$: Opening switch의 실효저항
 S_2 : Opening switch

그림 8. 유도성에너지 축적방식 Pulse power 발생장치의 예

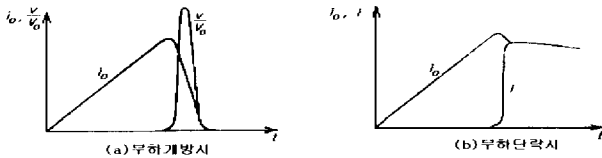


그림 9. 전압, 전류파형

부하가 용량성의 경우는 회로의 R 이 작기 때문에 LC 진동한다. 부하가 저항의 경우, 부하에 걸리는 전압(출력전압)은 Ri 가 되고, R 과 함께 증가하나 최대출력전압은 개방스윗치의 특성에 의하여 제한된다. 유도성부하로의 수송효율은 $I = I_0$ 의 경우 최대가 되고 25%이다. 그림 8에 전류원으로 써 capacitor를 사용한 경우를 예로 하여 pulse power형성과정을 나타내면 다음과 같이 된다. 개방스윗치로 휴즈를 사용하는 것을 고려하여 그림은 이것을 가변저항 $R(t)$ 로 놓고, 단락스윗치 S_2 로써 spark gap을 사용하고 있다. Capacitor를 V_0 로 충전한 후 $t=0$ 에서 capacitor를 방전하고, 인덕타에 에너지를 전송한다. 전에너지가 전송되는 시간 $\tau = (\pi/2)\sqrt{LC}$ 로써 $R(t)$ 를 변화시킨다. $dR(t)/dt$ 를 일정하게 했을 때의 전류 i_0 와 출력전압 v 를 그림 9에 나타낸다. 도(a)는 부하개방일 경우의 i_0 와 v/V_0 이고, 도(b)는 부하단락일 때의 i_0 와 i 이다. v/V_0 는 전압증폭도로 생각할 수 있다. $\tau = \pi \frac{\sqrt{LC}}{2}$ 로써 저항을 변화시키기 시작했을 때 v/V_0 는 L 와 V_0 를 변화시켜도 일정하고 또 $dR(t)/dt$ 및 C 와 더불어 증가한다.

6. 고전압 · 대전류 펄스파워 측정기술

전력기술의 분야에는 옛부터 impulse전압에 의한 절연내압시험 및 대전류에 의한 차단기의 단락시험등 대전력 pulsed power가 이용되어지고 그 측정기술에 대해서도 많은 연구가 행해져 왔다. 한편 최근 핵융합 등의 분야에 있어서도 pulsed power기술이 넓게 이용되어 그것에 수반하여 측정기술에도 새로운 분야가 넓어지고 있어 그 중요성은 점점 증대하고 있다. 이하 측정기술의 현상과 문제점에 대해서 논한다.

6.1 전압측정

분압기에는 저항분압기, 용량분압기, 제동용량분압기가 이용되며 short pulse 전압측정용 분압기의 특징은 표 3과 같다.

표 3. short pulse 전압측정용 분압기의 특징

분압기 종류	특 징		
	장 점	단 점	
용량형	<ul style="list-style-type: none"> - 전력소비가 없음 - 2차분압기 불필요 - 구조 간단, 소형 	<ul style="list-style-type: none"> - 잡음이 잘 들어옴 - 저inductance 콘덴사 필요 - 큰 분압비로 인한 교정어려움 	
저항형	고체식	<ul style="list-style-type: none"> - 구조가 간단 - 직류부터 단펄스 까지 측정가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 저항치 잘 바뀜 - 잡음이 침입 쉬움 - 응답특성이 안좋음
	액체식	<ul style="list-style-type: none"> - 내전압, 전류특성 우수 - 펄스응답성 좋음 - 잡음 혼입이 적음 	<ul style="list-style-type: none"> - 구조가 복잡 - 저주파 측정불가 - 저항치 경년변화
저항 · 용량형	<ul style="list-style-type: none"> - 측정주파수범위 넓음 - 저항치 크게 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 구조가 약간 복잡 	

6.2 전류측정

6.2.1 Rogowski 코일

Rogowski에 의하여 고려된 전류측정기이고, 그 원리도는 그림 10에 나타낸다. 피측정 전류의 주위에 평균 r 반경 r 을 따라 a 의 코일이 r 의 원통에 직각으로 다수직렬로 배치된다. 출력단의 저항 R_{CVR} 에 의하여 전류가 전압으로 변환되어 출력된다. Rogowski코일은 원리상, 미분형과 적분형으로 나뉜다. 前者는 출력전압이 피측정전류의 미분에 비례하는 것으로써 구조가 간단, 출력이 큰 것 등의 이점이 있으나, 출력을 적분하기 위하여 상승시간이 늦고, 출력이 주파수특성을 가지는 것 등의 결점을 가진다. 後者は 출력전압이 피측정전류에 비례하는 것으로써 주파수특성이 양호하게 되는 이점을 가진다. Rogowski코일은 측정점에서의 휘부가 용이, 신뢰성이 높고, 고주파 측정이 가능한 이점 때문에 pulse대전류의 측정에 가장 폭넓게 이용되고 있고, 원리 및 과도특성에 대한 이론적 해석도 많이 행해지고 있다. 실제의 예는 ns-order의 응답을 가진 것이 만들어 지고 있다.

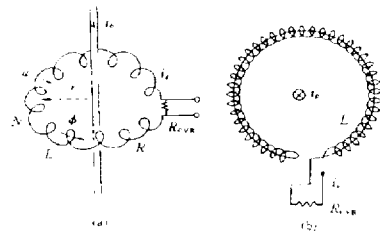


그림 10. Rogowski코일의 원리

6.2.2 Pick up 코일

Pick up 코일은 원리적으로 로고스키코일과 같으나 코일은 집중적으로 감겨져 있다. 아주 소형으로써 좁은 공간에

설치할 수 있는 것이 최대의 이점이고, REB, LIB 등의 펄스자계 (전류) 측정에 이용되고 있다. 상승시간은 아주 빠른 ns이하로 할 수 있다.

6.2.3 Fraday cup

Fraday cup은 주로 전자빔 전류의 측정에 이용된다. 그 원리를 그림 11에 나타낸다. 전자빔을 모으는 charge collector는 graphite원통으로 형성되어 있다. Collector의 전류는 원통상 스텐레스의 부분을 흘려 그 전압강하가 출력으로서 나온다. 현재 ns정도의 응답특성이 얻어지고 있다. 또 이온빔의 측정에도 Fraday cup이 이용되고 있다.

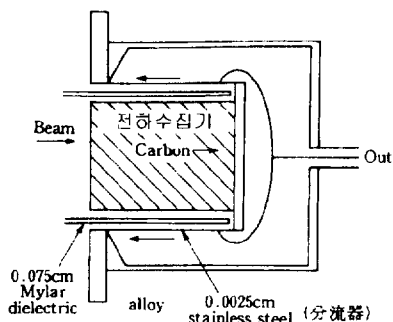


그림 11. Fraday cup의 원리

6.3 Energy 측정

이온빔을 target에 조사하여 放射化하고, 그것으로부터 발생하는 방사선량을 계측하여 빔에너지 및 전류치를 구하는 아쿠지베손법 및 전자빔에 대해서는 Al중의 전자의 飛程의 의존하는 것을 이용한 Al판 투과법도 있으나 이것은 주로 에너지의 눈금을 붙이는 것에 이용된다. 빔에 자계 또는 전계를 인가하여 그 편향된 양으로부터도 에너지를 계측할 수 있다. 磁場偏向式 빔에너지 analyzer 및 정전에너지 analyzer가 이것에 상당하다. 또 빔에너지를 진공중의 전파 시간보다 운동에너지를 구하는 비행시간법도 있다. 빔용 카로리메타는 빔을 graphite로 받아 열로 변환하고, 열전대에 의하여 온도상승을 측정, 빔에너지를 구하는 것도 있다.

7. 결 론

Power electronics는 펄스기술을 전력분야에 적용한 선구자로서 이 기술이 취급되고 있는 전압, 전류, 동작시간의 범위를 더욱 넓히면 펄스파워기술이 된다. 이상 기술한 내용을 기본으로 펄스파워기술의 특징을 요약하면 펄스이면서 MW, GW의 전력을 내는 전원은 예상외로 compact시킬 수 있음을 의미한다. 이것은 공장, 연구실, 더 나아가서는 office 및 가정에 있는 機器까지도 가능하다는 것을 시사한다. 전

기에너지를 극히 짧은 시간에 방출하면 정상적으로는 실현할 수 없는 초고온, 초강자계, 초고전계와 같은 극한상태를 쉽게 만들 수 있으며, 더구나 과도적이기 때문에 다른 것에 미치는 영향을 적게하고, 또한 공간적으로 局在化 시킬 수 있다. 또한 비선형, 비정상인 과정을 만들어 낼 수 있어 종래 공학의 범위를 넘는 새로운 영역이 열릴 가능성이 있다. 따라서 우리나라에서도 국제적 첨단기술로써 각광받고 있는 고전압·대전류 펄스파워기술에 대한 연구를 종합적, 체계적으로 수행하여 2000년대 초에 생산업체용, 환경산업용, 군수산업용 등에서 그 수요가 폭발적으로 증가되리라 예상되는 본기술의 수요에 대처해야 하리라 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] 이형호, 김영배, 최병주, 세환영, "고출력 고속펄스파워의 이용 기술에 대한 고찰", 전기학회 방전·고전압연구회, OA-1, pp.7-11, '97.5.30
- [2] 이형호, 김영배, "고전압·대전류 pulsed power의 이용기술", 전기학회 하계학술대회, DHO 14, pp.1678-1680, '97.7.22
- [3] 原雅則, 秋山秀典 : "고전압 펄스파워공학", 三北出版株式會社, 1991
- [4] Frank B.A Früngel : "High Speed Pulse Technology", Vol. I, II, Academic Press, 1965
- [5] Frank B.A Früngel : "Capacitor Discharge Engineering", Vol. III, Academic Press, 1975
- [6] Frank B.A Früngel : "Sparks and Laser Pulses", Vol. IV, Academic Press, 1980
- [7] Technical Research Report(II), IEEJ, 228(1986년), 247(1987년), 292(1989년), 426(1992년)

저 자 소 개



이형호(李亨浩)

1953년 3월 16일생. 1976년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1989년 영남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1993년 일본 큐슈유대(九州大) 대학원 전기공학과(공학박). 1976년-79년 대한전선(주) 근무, 1980년-현재 한국전기연구소 전력기기연구부 책임연구원. IEEE회원, 일본전기학회회원



제환영(諸煥永)

1949년 5월 20일생. 1973년 서울대 물리학과 대학 물리학과 졸업. 1987년 Applied Physics, Columbia University 졸업(석사). 1993년 Nuclear Engineering, University of Wisconsin 졸업(공학박). 1974년-79년 국방과학연구소 시험평가단 연구원. 1979년-85년 선임연구원. 1993년-94년 Physics Department, Dartmouth College Post Doctor. 1994년-현재 수산중공업 중앙연구소 전무이사.