2002년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2002.7.10-12

LCC인버터를 이용한 초고주파 수술기 개발

김상효*, 이준탁*, 이오걸**
동아대학교*, 동의공업대학**

Development of ultra high frequency surgery machine using LCC Inverter

Sang Hyo Kim*, Joon Tark Lee*, Oh Keol Lee**
Dept. of Electrical Engineering Dong-A Univ.*, Dong Eui Tech. College.

Abstract - Electricity living body formation operation appliance is using most imports until present. And, because electricity living body formation operation appliance is too expensive, it becomes burden to buy in small scale hospital. Also, problem that economical damage by income is added follows.

Therefore, this treatise developed electricity living body formation operation appliance by home production. Ultra high frequency eruption circuit used LC circuit, and output frequency is possible to 8 [MHz], and output voltage amplified maximum 800 [V]. This operation appliance could display size of fixed current.

1. 서 론

본 연구에서는 고속파워 드라이브 회로를 채택하여 출력전압의 조정에 의해 안정한 전류제어가 가능하도록 하고, 인체에 충격방지 보호 회로를 추가하여 조직절개 시 출혈을 순간적으로 응고시켜 안전하게 활용할 수 있도록 하는 전기식 생체 조직 수술 의료기기를 개발하고자 한다. [1-4]

본 전기식 생체 조직 수술기의 기능은 초고주파 발진회로로 LC회로를 이용하여 8[MHz]까지 출력이 가능하도록 하고, 출력전압을 약 800[V]까지 증폭하여, 보다 피하조직을 절개할 때 보다 빠르게 되면서 매끈하게 절개되도록 하여 수술 후 완치하는데 걸리는 시간이 최대한 단축되도록 하고, 출력전류의 크기를 필요한 량만큼 일정하게 출력할 수 있도록 제어회로를 구성하고 절연트랜스와 Coil을 이용하여 인체와 전원 사이를 전기적으로 절연시켜 상용전원의 누설전류를 차단하고 고주파 전류만 인체에 인가하도록 하여 그만큼 안정한 회로로 구성한다.

2. 제품의 개발 구성

2.1 기술개발

2.1.1 개발개요

본 초고주파 혈액 응고기는 전자식 인버터 구동에 의해 1~10 [MHz]의 초고주파 전기장을 이용하여 피부의 치료용 및 생체조직 절개 시 혈액을 응고시킴과 동시에 피부 절개 작업을 병행하여 수술시간을 그만큼 단축할 수 있도록 하는 의료기기를 개발하고자 한다

2.1.2 시스템 구성

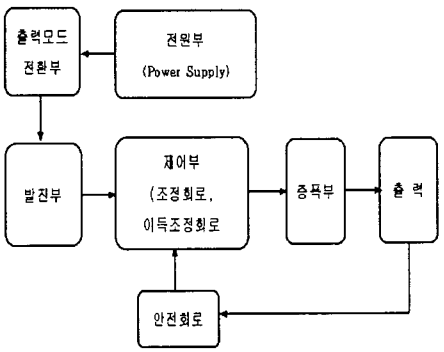

Fig. 1 Block diagram of control systems

본 개발 제품의 전체 구성은 그림 1의 블록다이어그램과 같이 구성되어 있다.

① 전원 공급기(Power supply): 본 기기의 각 회로와 초고주파 출력단에 전원을 공급하는 장치로서 상용전원과 2차 출력전원과 전기적으로 절연시키는 역할을 한다.

② 출력모드 전환회로: 기능 전환 장치로 단극 기능과 이극 기능을 전환하는 릴레이 회로이다.

③ 발진부 : 초고주파 발진 회로에서는 수정발진회로를 이용하여 8[MHz]까지 출력이 가능하도록 하였으며, 저주파 발진회로는 LC회로를 이용하였으며, 이를 조합하여 출력주파수는 바리콘으로 조정하였다.

④ 제어부: 주제어회로에는 출력이득조정회로 및 드라이브회로, 안전회로가 포함되어있다.

3. 기술개발결과

3.1.1 기기 구성

Fig. 2는 본 개발에 의해 사용된 제품사진이다.

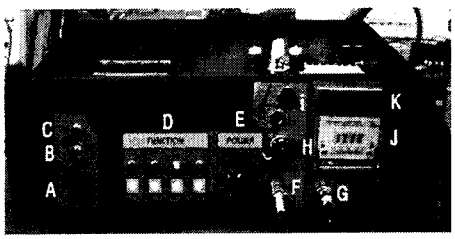

Fig. 2 The outside of development manufactured goods

다음 표 1은 본 개발 기기의 사양이다.

Table 1. Basic specification of development machine

구 분	항 목	사 양
입력특성	입력전압	프리볼트 100~240V
	사용 주파수	60Hz
	입력 역율	99%
	고조파왜율(T.H.D)	10% 미만
	E.M.I	Class 1 F.C.C 규정
출력특성	소비전력	300[VA]
	출력 전압 파고율	1.5이하
	출력 변동율	3% 미만
	정격출력오차	3% 이내
	작동주파수	0.2-8[MHz]
	Pure Cut 출력	7[MHz], 230[w]
	Blend Cut 출력	6[MHz], 150[W]
	Cogration 응고	6[MHz], 100[W]
	Bipolar 응고	6[MHz] 70[W]
	절연저항	100MΩ 이상
	허용 주위온도	-10℃~50℃

3.1.2 기기 특성

부하 저항에 따른 본 기기의 출력변화 곡선을 그림 3에 나타내었으며, 부하 저항이 800[Ω]일 때 최대 출력이 나타났으며 800[Ω] 이상 증가시 출력이 감소하였다.

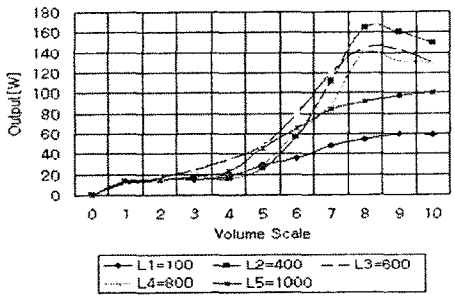

Fig. 3 Output curve of Load Resistance

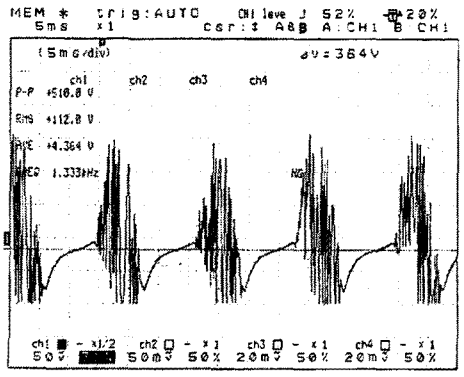

Fig. 4 Pure cut output

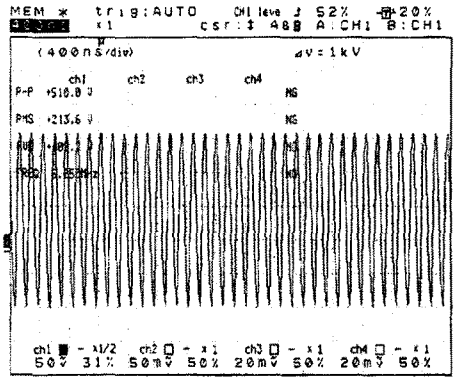

Fig. 5 Frequency of pure cut output.

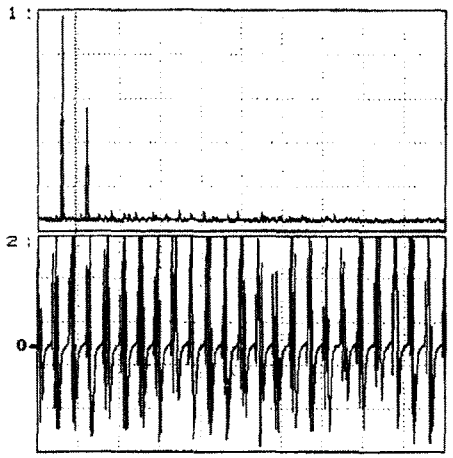

Fig. 6 FFT analysis of pure cut

그림 4는 순수 절개(Pure cut)의 출력 전압 파형으로 출력전압은 510[V]이며, 출력이 나오는 주기는 1.333[KHz]로 단속되어 나오는 것을 알 수 있으며, 그림 5는 그림 4에서 출력이 나올 때 확대하여 본 것으로 실제 동작 주파수가 8.252[MHz]로 초고주파 출력이 나오는 것을 알 수 있다. 그림 6은 고조파 분석한 결과로 기본파와 1고조파 이외는 거의 나타나지 않아 고조파에 의한 영향이 거의 없는 양호한 출력임을 알 수 있다.

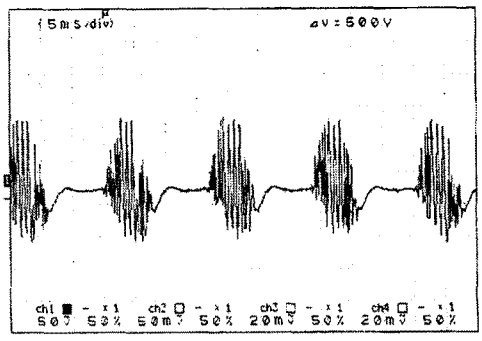

Fig. 7 Blend cut output

그림 8은 혼합 절개(Blend cut)의 출력 전압 파형으로 출력 전압은 484[V]이며 출력이 나오는 주기는 1.307[KHz]로 단속되어 나오는 것을 알 수 있다.

실제 동작 주파수는 6.667[MHz]로 초고주파 출력이 나왔다.

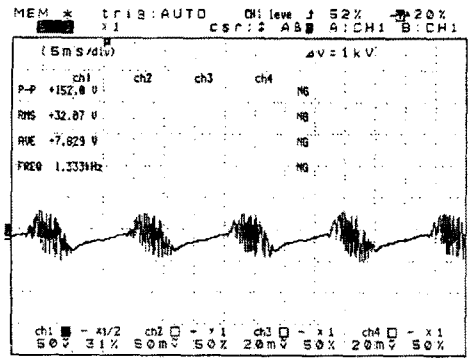

Fig. 8 voltage wave of Coagulation output

그림 8은 단극응고(Coagulation)의 출력 전압 파형으로 출력전압은 152[V]이며 출력이 나오는 주기는 1.333[KHz]로 단속되어 나오는 것을 알 수 있었으며, 실제 동작 주파수는 6.250[MHz]로 초고주파 출력이 나왔다.

3.1.3. 시술기 동작성능 시험결과

그림 9는 단극(Mono)기능인 단극응고(Coagulation) 에 의해 피하 조직의 절개 부위를 응고시키는 모습이며, 그림 10는 혼합 절개(Blended cut)에 의한 시술모습으로 절개를 하면서 표피를 응고시켜 누렇게 변색된 것을 볼 수 있다. 그리고 그림 11는 순수 절개(Pure cut)에 의한 시술모습이다.

그림 12은 양극(Bipolor)기능인 이극 출력으로 피하조직을 응고시키는 모습으로 텁 주위에 방울 모양으로 끓으 오르면서 혈류를 응고시키는 모습이다.

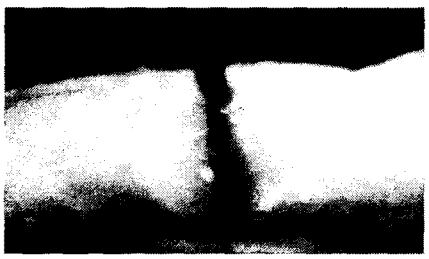

Fig. 9 Coagulation cut

Fig. 10 Blended cut

Fig. 11 Bipolor output

Fig. 12 Pure cut

4. 결론

본 논문에서는 전기식 생체 조직 수술기를 국산으로 개발하였다. 초고주파 발진 회로로 LC회로를 이용하여 8[MHz]까지 출력이 가능하도록 하였으며, 출력전압을 약 800[V]까지 증폭하였다

주제어부의 출력조정회로에서는 CUT나 Coagulation, 등의 모드 전환을 위해서 증폭회로를 제어하고, 출력전류의 크기를 필요한 량만큼 일정하게 출력할 수 있도록 제어하였으며, 초고주파 신호를 증폭하여 출력을 공급하고, 최종단은 절연트랜스나 Coil을 이용하여 인체와 전원 사이를 전기적으로 절연시키고 상용전원의 누설전류를 차단하고 고주파 전류만 인체에 인가하도록 하여 그만큼 안정한 회로로 구성하여 개발한 결과 생체 조직의 1[mm] 이하의 미세한 피하조직의 응고 기능과 일정 주파수 자동제어 및 역률조정에 의한 출력효율 향상이 가능한 전기 수술기를 개발하였다.

본 개발 기술로 인하여 금속의 표면열처리, 용해, 용접 등에 응용이 가능하고, 제약 원액 제조용 유도가열장치 및 가전 및 민생전원 장치 등에 응용 가능할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] L. Genuit, "Maximizing Converter Reliablility with a Thyristor High Frequency Resonant Technique", Proc. Powercon 8, A-3, pp.1~11, 1981.

[2] P.M. Espelage and B.K. Bose, "High- Frequency Link Power Conversion", IEEE Trans. Ind. Appl. voi.IA-13, pp.387~394, 1977.

[3] R.L. Steigerwaid, "High-Frequency Resonant Transistor DC-DC Converters", IEEE Trans. Ind. Elec., vol.IE-31, No.2, pp.181-191, 1984.

[4] V. Vorperian and S. Cuk, "A Complete DC Analysis of The Series Resonant converter", IEEE-PESC Rec., pp.85-100, 1982.