

## 전기천공기에서 고전압조종방법

장철, 정명성, 한남혁

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자, 기술자들은 현실에 튼튼히 발을 붙이고 사회주의건설의 실천이 제기하는 문제들을 연구대상으로 삼고 과학연구사업을 진행하여야 하며 연구성과를 생산에 도입하는 데서 나서는 과학기술적문제들을 책임적으로 풀어야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 492페이지)

최근 세포에 외래유전자를 물리적으로 주입하는 전기천공기술에 대한 연구는 생물기술과 생물의학을 비롯한 생물공학의 여러 분야에서 급속히 확대되고있으며 여러가지 전기천공장치들도 상업화되어 널리 리용되고있다.

전기천공장치들은 시료가 들어있는 큐벳(Cuvette)에 천공전압을 가하기 위한 전압조종회로체계들을 내장하고있는데 이 회로체계들은 여러가지 방식으로 전압조종을 실현하고있다.

선행연구[1, 2]에서는 극소형조종기를 리용하여 프로그램적으로 큐벳에 걸리는 전압을 조종하기 위한 전압조종회로들이 제안되었으나 저전압조종을 기본으로 하고있었다.

본문에서는 한소편컴퓨터의 PWM조종방식을 리용하여 프로그램적으로 큐벳에 걸리는 천공전압을 조종할수 있는 합리적인 고전압조종회로를 설계하고 제작하였다.

세포에 외래유전자를 직접 주입하기 위해서는 외래유전자가 들어갈수 있도록 세포에 작은 구멍을 형성하여야 하는데 이를 위하여 순간적인 직류임펄스고전압을 리용한다.

전기천공에 필요한 직류임펄스고전압을 얻기 위하여 일반적으로 고압콘덴샤를 급속히 방전시키는 방법을 리용하는데 고압콘덴샤는 고전압발생회로에 의하여 충전된다.

세포에 구멍이 형성되는 정도는 세포에 작용하는 전기마당세기에 의존한다.

세포마다 구멍이 형성되는 전기마당세기가 서로 다른데 전기마당세기가 지내 높거나 낮으면 세포가 죽거나 구멍이 형성되지 않는다.

그러므로 전기마당세기를 정확히 보장하는것은 세포의 형질전환효율과 생존률을 높이는데서 매우 중요하다.

전기마당세기를 정확히 보장하는 문제는 세포에 가해지는 임펄스고전압 다시말하여 고압콘덴샤에 걸리는 고전압을 정확히 보장하는 문제이다. 이를 위해서는 외래유전자를 목적하는 세포에 주입하기 위한 고전압발생장치와 함께 설정값에 따라 콘덴샤에 가해지는 출구고전압을 정확히 보장하기 위한 조종회로가 있어야 한다.

고전압조종은 설정값에 해당하는 전압신호를 발생하고 그 신호에 따르는 고전압을 발생시키며 출구에 가해지는 실제전압을 측정하여 설정값과 비교하여 교정하는 방식으로 진행한다.

이를 위하여 임펄스조종회로, 임펄스신호증폭회로, 고전압출력회로를 설계하고 제작

하여야 한다.

논문에서는 한소편컴퓨터를 리용하여 형질전환하려는 세포의 천공전압을 정확히 설정하고 그것에 해당하는 고전압임펄스를 발생시켜 고압콘덴샤를 충전시키며 그 전압으로 세포를 천공시키도록 하였다.

그림 1에 조종장치의 구성을 보여주었다.

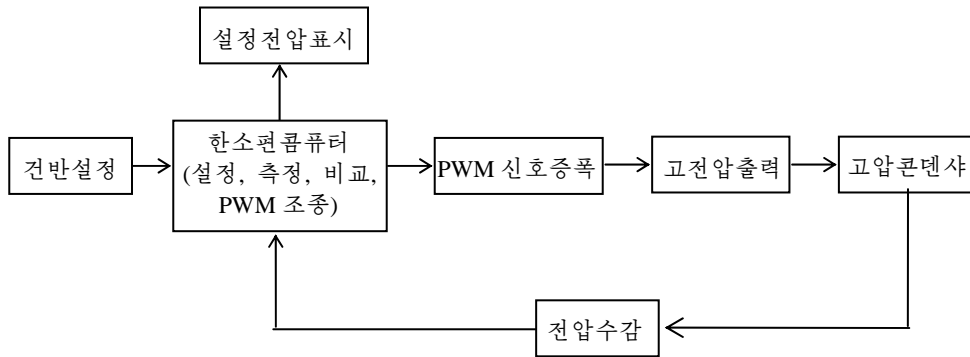


그림 1. 조종장치의 구성

그림 1에서 보는바와 같이 한소편컴퓨터는 전압으로부터 설정값을 입력하여 해당하는 PWM신호를 출력함으로써 고압콘덴샤에 걸리는 임펄스고전압을 조종한다.

조종순차는 다음과 같다.

① 전압으로 형질전환하려는 세포의 천공전압을 설정한다.

전압설정범위는 500~2 500V이며 증가, 감소를 진행하여 설정할 수 있다.

② 한소편컴퓨터는 설정신호를 수감하여 PWM신호의 임펄스길이를 조절하는 방법으로 해당하는 신호를 출력한다. 이 PWM신호는 일반3극소자로 이루어진 PWM신호증폭회로를 거치며 증폭된 신호는 마당효과3극소자와 고압변압기로 이루어진 고전압출구단에 입력된다.

결과 고압콘덴샤에는 설정전압에 해당하는 임펄스고전압이 걸리게 되며 고압콘덴샤는 이 전압준위로 충전된다.

한소편컴퓨터는 고압콘덴샤에 가해지는 실제적인 전압을 측정하여 표시판에 현시한다.

그림 2에 임펄스고전압을 조종하기 위한 한소편컴퓨터의 조종알고리즘을 보여주었다.

## 맺 는 말

논문에서는 고전압전기천공을 진행할수 있는 고전압조종회로를 설계하고 제작하였으며 한소편컴퓨터를 리용하여 고전압조종회로를 프로그램적으로 조종하였다.

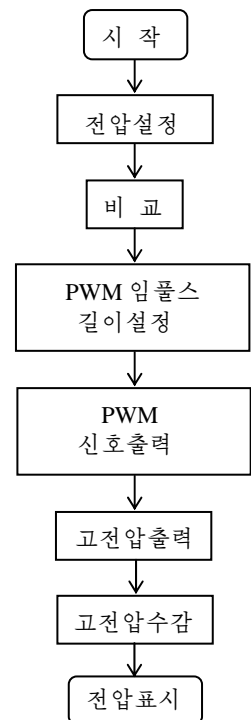


그림 2. 조종알고리즘

## 참 고 문 헌

- [1] B. P. Nayak; Design and Construction of Slide Based Electroporator for Research Applications, Department of Biotechnology & Medical Engineering National Institute of Technology, 2~3, 2014.
- [2] R. J. Grenier; Design of a MOSFET-Based Pulsed Power Supply for Electroporation, University of Waterloo, 8~11, 2006.

주체107(2018)년 2월 5일 원고접수

## High Voltage Control in Electroporator

*Jang Chol, Jong Myong Song and Han Nam Hyok*

In this paper we designed the reasonable high voltage control circuit for high voltage electroporation and programmably controlled it by microcontroller.

Key words: electroporation, high voltage control