[IV~6]

10 kV급 Negative High Voltage Pulse Generator에 관한 연구

조정희, 한승희*, 이연희*, 김곤호, 김옥경, 김용현, 임현의*
한양대학교 물리학과, *한국과학기술연구원

플라즈마 이온 주입은 진공 chamber 내에 주입하려는 이온이 포함된 플라즈마를 발생시킨 후 처리하고자 하는 시편에 순간적으로 negative high voltage를 인가함으로써 시편 주위에 형성되어있는 이온들을 시편에 주입하는 방법이다. 이러한 플라즈마 이온 주입 방법은 금속의 내마모성, 내부식성, 강도 및 경도를 증가시키고, 고분자 화합물의 표면 개질에 있어서 친수성 또는 소수성과 같은 표면 처리를 쉽고 간단하게 처리할 수 있다. 그리고 반도체 공정에서도 낮은 주입 에너지를 가지고 쉽게 shallow junction doping을 할 수 있고 또한, 대면적에 이온을 주입할 수 있다. 이 때 플라즈마 이온 주입 방법에서 사용되는 negative high voltage pulse generator는 플라즈마 이온 주입 방법에서 가장 중요한 부분을 차지하고 있다.

이러한 negative high voltage pulse generator는 high voltage DC를 만드는 power supply 부분과 만들어진 high voltage DC를 pulse로 만드는 부분, 그리고 시스템의 제어와 보호를 위한 제어부로 나눌 수 있다.

먼저 high voltage DC를 만드는 부분은 일반적으로 linear mode를 사용하지만, 이런 mode를 사용하면 generator의 크기가 커지고, power dissipation이 많아 효율적이지 못하다. 본 연구에서는 위에서 언급한 문제를 해결하기 위하여 switching mode를 사용하였다. 즉, 입력 200V AC를 transformer를 사용하여 70V AC로 변환시킨 후 bridge diode를 거쳐 100V DC로 바꾸고, 다시 100V DC를 switching circuit를 사용하여 pulse로 변환시킨다. 그리고 이렇게 변환된 pulse는 voltage multiplier를 거쳐 high voltage DC가 된다.

Pulse를 만드는 부분은 진공관을 사용하는 hard tube type을 사용하였다. 진공관을 ON, OFF함으로써 switching mode로 만들어진 DC를 우리가 원하는 frequency(100 Hz, 200 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz,) 및 pulse width(5 μs, 10 μs, 15 μs, 20 μs, 25 μs)를 가진 negative high voltage pulse로 만들 수 있다.

제어부에서는 negative high voltage pulse를 만들면서 낮아지는 high voltage DC을 조정하기 위하여 switching circuit에 pulse width modulation방법을 사용하여 시료에 인가되는 negative high voltage pulse의 크기를 일정하게 유지하게 하였고, 자체 circuit를 제작하여 진공관을 ON, OFF할 수 있게 만들었다. 그리고, 시스템자체의 안전과 보호를 위하여 interlock을 구동하였다.

이렇게 자체 제작한 negative high voltage pulse generator는 고분자 표면개질이나, 반도체에서의 이온 주입에 적합한 10 kV, 500 W급이고, negative high voltage pulse의 rise time은 10 kV 일 때 2 μs 이었다.