

## 역률보상형 전기집진기 전원장치 특성연구

**이동길**, 홍지태, 김호성, 손민규, 이경준, 김종락, 김희제  
부산대학교

### A study on power source characteristic of a dust collector for power factor compensating

Dong-Gil Lee, Ji-Tae Hong, Ho-Sung Kim, Min-Kyu Son, Kyoung-Jun Lee, Jong-Rak Kim, Hee-jea Kim  
Pusan National University

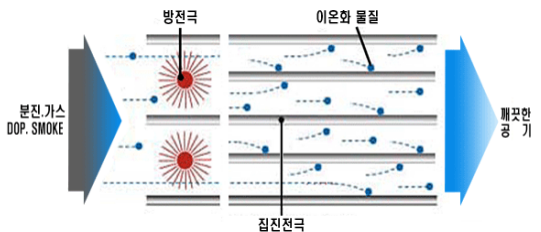
**Abstract** - Recently, the air pollution is supposed is to be the most serious environmental problem. Therefore, a small air cleaner is asked to make comfortable indoor environment for the moderns who have frequent indoor activity. In this study, without generating of the second pollution source, dust in the air and harmful microorganisms can be removed by the electric dust collecting technology which has high reliability and efficiency to be able to remove the impurities even though it is just 0.01 $\mu$ m. Accordingly, power sources of the dust collector use, it is not inefficiency and offering to dust collector unstable. In order to overcome the point at issue, a this study, for power factor compensating use the PFC circuit, for removing the noise use EMI filter and for generating the hight voltage use the Cockcroft Walton Circuit. And we study power source on characteristic and improvement.

### 1. 서 론

최근 대기오염이 심각한 환경문제로 대두되고 있는 가운데, 실내 활동이 잦은 현대인에게 쾌적한 실내 환경을 만들기 위한 소규모 공기 청정기의 필요성이 요구되고 있다.

한편, 현재 사용하는 사이클론, 전기식 집진기, 백필터, 스크라이버, 중에 전기적 집진기의 성능이 뛰어나다. 왜냐하면, 2차 오염원을 발생시키 않고, 집진이 가능한 대기 중의 불순입자 및 유해한 미생물을 제거하기 위해, 전기를 이용하여 0.01 $\mu$ m까지의 입자를 집진할 수 있는 신뢰도와 성능이 우수하기 때문이다.

전기식 집진기에 대한 원리 및 구조는 그림 1과 같다. 우선, Pre Filter로 1차적으로 굵은 입자의 분진을 제거하고 Ionizer 하전극을 통해 약 10kv-12kv의 직류 고전압에 의해 이온화 전극과 집진극판 사이에 코로나 하여 이온화 시키고, 일정간격으로 배열된 Collector 집진극 사이에 약 5kv-6kv의 직류고전압을 가해 입자를 흡입하게 되며, 집진에 작용하는 전기력에 의해 정전 집진되는 것으로 대전입자의 전자에 의한 Coulomb힘, 전계에 의한 힘, 입자 상호간의 흡인력이 발생하게 된다.



<그림 1> 전기 집진기의 원리와 구조

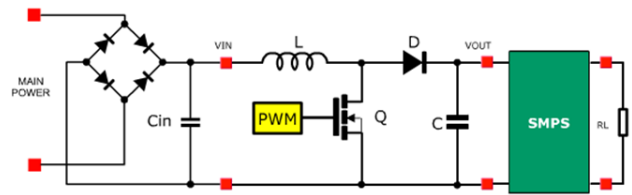
이런 원리와 방식으로 전기집진 기술에 활용하였다. 하지만, 이에 따르는 전원장치들이 최근 많이 사용되고 있으나, 역률개선 및 전압의 왜곡 전자파 장애에 대한 대처가 미흡한 실정이다. 또한 현재 집진기 회로로 SMPS(Switch Mode Power Supply)는 대부분 입력단에 전파 정류기와 평활용 콘덴서 있는 콘덴서 입력형 정류 방식을 이용한다. 이는 전압의 왜곡을 발생시켜 전도성 전자파 장애를 일으키므로 전력 계통에 심각한 영향을 미칠 수 있다.[4]

이에 대한 대책으로서 IEC, IEEE등 국제기구에서는 IEC61000-3-2, IEEE519등과 같은 규격을 제정하여 고조파 전류를 규제하고 있다.[1][2] 이런 점을 극복하고자, 2단 역률개선 방식을 채택하였다. 2단 역률개선 방식은 고 역률, 낮은 고조파 왜곡, 충분한 에너지 축적시간의 장점을 가지고 있다.[3] 역률보상을 위해 PFC회로, 노이즈를 제거를 위한 EMI filter 및 고전압 DC출력을 위해 Cockcroft Walton Circuit 사용하여, 소형 전원장치에 대한 특성을 개선 및 특성을 대한 연구를 하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 전기 집진기 전원장치의 개발

##### 2.1.1 전기 집진기 전원장치 회로



<그림 2> 전기 집진기 전원장치 회로

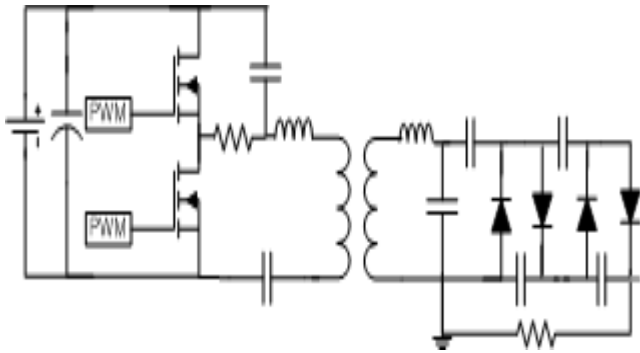
그림 1은 본 연구를 통해 전기 집진식 전원장치로 개발한 주회로 구성을 나타내고 있다. 정류하기 위한 브리지 정류회로와, 역률 개선을 위한 Boost based PFC 회로, 직류 고전압을 얻기 위한 Half bridge Circuit 및 Cockcroft Walton 회로를 이용했다. 일반적으로 미세 먼지를 집진하기 위해서는 주로 직류 고전압 DC 10~12kV와 DC 5~12KV를 사용되기 때문에 IC소자(L6599)를 사용하여 듀티 및 주파수를 가변시키고, LC공진이득을 이용해서 직류 고전압이 가변이 가능 할 수 있도록 설계 되었다. 표 1에서는 집진기 전원 회로 입력 출력 특성을 나타내었다.

<표 1> 집진기 전원회로 입력 출력 특성

입 력			출 력			효 율	PF
V	A	W	V	A	W	%	
220	0.3	66	396	0.163	64.68	98	0.99

##### 2.1.2 전기집진기 전원회로 특성

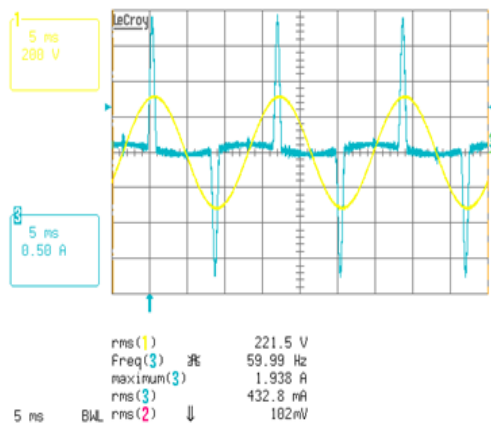
그림 3에서는 PFC회로를 통해 입력된 전압을 실제적으로 고전압 발생을 위한 SMPS회로를 보여준다. 이 SMPS회로는 Half bridge 방식과 배압회로인 Cockcroft Walton 회로를 이용하여 고전압을 얻고자 하였다. Half bridge 컨버터는 두 개의 스위치를 사용하여 전력변환을 수행하기 때문에 한 개의 스위치를 사용하는 컨버터에 비해 비교적 많은 전력을 효율적으로 변환이 가능하다. Half bridge 컨버터는 두 개의 스위치를 사용하여 전력을 분담하고, 스위치의 정격전압이 다른 회로방식에 비해 낮기 때문에 낮은 전도손실 특성의 반도체 스위치를 이용할 수 있고, 결과적으로는 전력 변환 효율을 개선시켜 시스템의 신뢰성을 향상시켜준다.



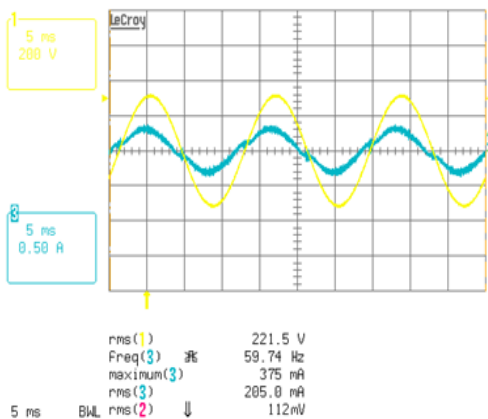
〈그림 3〉 SMPS 회로도(Half bridge와 Cockcroft Walton)

### 3. 실험 결과

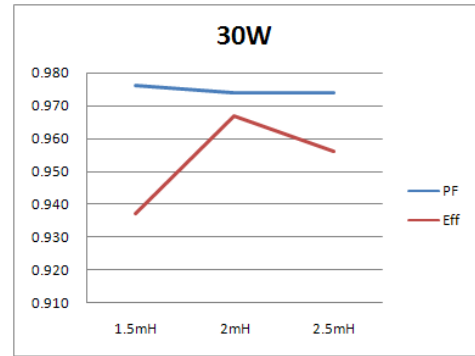
그림 4는 PFC 회로가 비동작시의 입력 단에서 측정된 파형을 보여주고 있으며, 이 파형결과 역률 매우 낮다는 것을 알 수 있다. 그림 4에서는 PFC 회로 동작 시에 보여주는 전압 및 전류 파형으로 역률이 거의 0.985에 가까운 것을 알 수 있다. 그림 6, 7은 부하별로 30W, 50W 변화를 시키면서 얻은 그래프 이다. 또한 각 그래프는 Boost based PFC 회로 내의 인덕턴스 값을 변화 시키면서 역률 및 효율을 측정한 그래프이며, 그림 8은 집진기의 최종 출력전압 파형으로 약 11kV 임을 확인 할 수 있다.



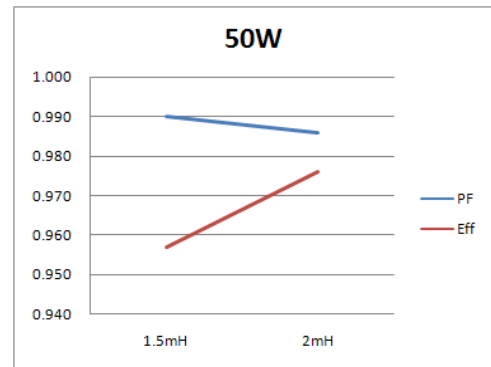
〈그림 4〉 PFC 비동작시 입력 단 전압 및 전류 파형



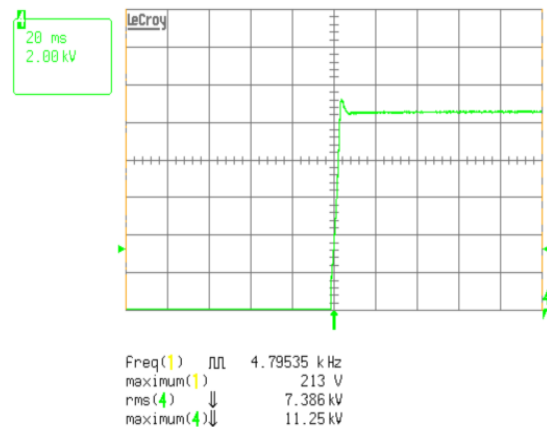
〈그림 5〉 PFC 동작시 입력 단 전압 및 전류 파형



〈그림 6〉 출력 30W일 때 역률 및 효율



〈그림 7〉 출력 50W일 때 역률 및 효율



〈그림 8〉 집진기 최종 출력 단 전압

### 4. 결 론

본 논문에서는 역률 보상 회로 및 Half bridge, Cockcroft Walton 회로를 합친 회로를 제안 하였다. 제안한 회로는 Boost based PFC 회로 내의 인덕턴스 값에 따라 역률 및 효율이 변하였는데, 여기서 부하 50W에서 인덕턴스 값 약 2mH, 역률 98.5% 및 효율 98%로써 가장 좋았다. 따라서 제안한 회로는 실험을 통하여 유용성을 입증하였다.

[1] 김봉석, 임익현, 이주현, "단일 단일tm위치 동기정류기형 플라이백 컨버터", 전력전자학회 논문지, pp361-370, 2006  
 [2] 강신호, 장진호, 홍성수, 이준영, "고전력밀도 AC/DC Adapter를 위한 Off-Time 제어법", 전력전자학회 논문지, pp286-288, 2007  
 [3] 이경인, 장준호, 강신호, 임승범, 이준영, "고효율 Single-Stage 300W 급 PFC Flyback Converter", 전력전자학회 논문지, pp. 130- 132, 2007.  
 [4] 양오(Oh Yang), "DSP를 이용한 단상 PFC의 설계", 전자공학회 논문지-SC 電子工學會論文誌 第44卷 SC編 第6號, pp. 57 ~ 65 2007.