

밀가루 장기보관을 위한 살균처리 전력변환시스템

(The Power Conversion System of a Sterilizer Processing
for the Long Term Storage of Flours)

강욱중* · 정상화* · 고강훈** · 서기영*** · 이현우***

(Wook-Jung Kang · Sang-Hwa Jung · Kang-Hoon Koh · Ki-Young Suh · Hyun-Woo Lee)

요 약

전기를 이용한 살균장치에는 고주파를 이용한 살균장치, 오존을 이용한 살균장치, 고전계를 이용한 살균장치 등이 있다. 이러한 살균장치들은 화학적인 과정이 없으며, 2차적인 환경 오염도 발생시키지 않는다. 전력변환장치에는 영전류 스위칭과 영전압 스위칭 방법을 사용하여 스위칭 손실을 감소시키고, 크기를 소형화시키며, 중량을 줄여주는 결과를 가져오며, 제안한 장치가 기존의 장치들보다 발생하는 전류가 작다. 따라서 전원공급장치에 의해 장치의 품질을 평가할 경우 살균장치의 가격은 저감될 수 있다. 따라서 본 연구의 목적은 HV의 고전계(HF: High-Field)를 이용한 살균처리 장치를 이용함으로써 종래의 분말에 대한 살균 문제를 해결하며 경제적이고 효과적인 방법을 검토, 연구하고 한층 더 개선된 살균처리장치에 대하여 제시하고자 한다.

Abstract

There are several electricity applied sterilizers such as using high frequency, ozone, high voltage, and so on. Those sterilizers feature "because of no chemical process and no secondly environmental pollution". At the power conversion part, ZVS and ZCS methods have been used that it results in reduced switching loss, miniaturized size, and lightened weight. Besides, the current in the propose device is smaller than that of existing method. Thus, it is expected that the cost of sterilization process, when quality of the device is measured by power consumption, will be reduced. Therefore, the purpose of this research is to solve the sterilization problems of existing powder with high voltage and field, to find more economical and effective way, and to suggest more improved sterilizer.

key-words : High voltage, High frequency, Transformer(HVHF), Sterilizer

1. 서 론

* 정희원 : 경남전문대학교 전기과 전임강사
** 정희원 : 경남대학교 전기전자공학부 박사과정
E-mail : lhwoo@kyungnam.ac.kr
*** 정희원 : 경남대학교 전기전자공학부 교수
접수일자 : 2001년 8월 8일
1차심사일 : 2001년 8월 20일 2차심사일 : 9월 27일
심사완료일 : 2001년 10월 20일

전기를 응용한 살균 처리 장치는 고주파를 이용한 살균장치와 오존을 이용

한 살균장치, 고전압(High-voltage)을 이용한 살균 처리 장치 등이 있다.

이러한 살균처리장치의 큰 장점으로는 화학적인 처리 과정을 통하지 아니하므로 2차적인 환경오염

밀가루 장기보관을 위한 살균처리 전력변환시스템

문제를 일으키지 않는다는 점이다. 그 중에서 고전압을 이용한 살균 처리 장치는 방전 코로나 방전계만을 이용하여 세포막에 누적된 전하 또는 세포막에 잔류해 있는 전류 때문에 박테리아가 파괴되는 것으로 보고되었으며, 이런 방식의 박테리아 제거 형태는 주로 액체 상태에 대한 연구보고는 많이 있어 왔지만 고체 또는 분말 형태에 대한 살균처리 보고는 거의 없었다[1-2]. 전기적인 살균시스템에 대한 응용으로서 국내에 유통되는 대부분의 밀가루는 수입/장기 보관 되고 있는 실증에 반해 살균에 대해서는 별다른 대책이 세워져 있지 않은 상태이다. 따라서 본 연구의 목적은 고전계(HF: High-Field)를 이용한 살균처리 장치를 이용함으로써 종래의 분말에 대한 살균 문제를 해결하며 경제적이고 효과적인 방법을 검토, 연구하고 한층 더 개선된 살균처리장치에 대하여 제시하고자 한다[4-6].

일반적으로 전력변환장치에 있어서 DC-link단을 콘덴서 입력형 정류회로가 많이 사용된다. 이 회로의 입력전류는 입력전압의 피크부분에서 흐르는 펄스형으로 되어 입력역률이 낮으며, 많은 고조파성분이 포함된 전류로서 전원계통에 나쁜 영향을 준다는 문제점을 가지고 있다[7-10]. 여기에 입력역률이 거의 단위역률(PFC: power factor correction)로 제어되는 부분공진 스위칭을 적용하여 영전류 스위칭(ZCS: Zero Current-Switching), 영전압 스위칭(ZVS: Zero Voltage Switching) 동작을 통한 스위칭 손실저감, 고조파 저감, 역률개선 등을 도모한다.[11-12] 다음 안정된 교류전력을 고주파 고압변압기를 통하여 고압의 전계를 살균장치에 공급하게 된다.

2. 고전계 살균 처리장치의 원리

세균의 치사효과는 전계강도, 처리시간, 펄스 수, 감쇄시간 상수에 의해 결정되어 지며, 인가된 전압, 코로나 전기, 처리시간 등이 살균효과에 영향을 미친다는 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 대부분의 미생물은 20[kV]의 전계 피크치에 노출시키면 처리시간이 1분일 경우 60[%], 5분 이상이면 비활성비율은 99.99[%]라는 기존의 연구 데이터를 바탕으로 하여 고전계를 인가하기 위한 장치를 구성하고, 본 실험장치를 이용하여 미생물의 살균율을 조사한다. 실험을 위해 제작된 전력변환장치는 ZCS, ZVS스위칭

손실 저감 기법을 적용한 인버터 회로로서 3상 60[Hz], 380[VAC]를 정류, 고주파 고압변압기를 통하여 AC 20[kV]를 실험장치에 인가한다. 표 1에 고전계 발생장치의 사양을 나타내었다. 그림 1의 살균처리 실험장치는 46×31[cm] 알루미늄판 전극을 접지하고 그 위에 45×30×30[cm] 아크릴상자로서 덮는다. 방전 전극은 별형 와이어(기타줄)를 사용한 경우 코로나 전류는 크게 발생하나, 바늘이 있는 플레

표 1. 설계된 고전계 발생장치
Table 1. The specification of High Electric Field Generation unit

항 목	실험장치사양
입 력	380[V] 60[Hz]
출 력	5[kV _{DC}] ~ 20[kV _{DC}]
효 율	90[%]이상
고주파 변압기	N1 : N2 = 14 : 510
스위칭 기법	ZVS, ZCS 스위칭



그림 1. 고전계를 이용한 분말 살균 실험장치

- (1) 침전극
- (2) 접지전극
- (3) 고주파 고압전력변환장치

Fig. 1. The sterilizer for powders with High Electric Field

- (1) needle electrode
- (2) Earth electrode
- (3) The high voltage conversion with the high frequency

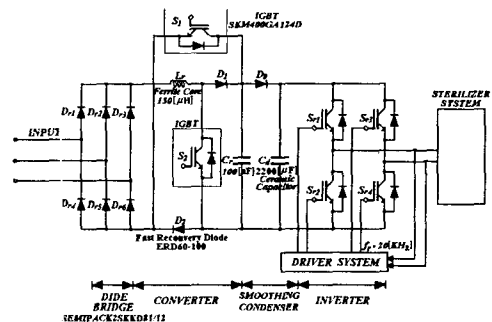


그림 2. 전력변환시스템의 회로도

Fig. 2. Circuit of power conversion system

이트 전극을 사용했을 경우가 골고루 분산된다는 점이다. 그러므로 실험은 바늘이 있는 전극을 사용하였을 경우와 살균력이 가장 높은 교류 상용 고전압을 인가하여 살균의 효능을 검토하였다.

3. 고전압 발생장치

3.1 주 회로도

제안한 전력변환시스템의 구성은 그림 2에 나타내었다. 입력 3상 380[VAC]를 Diode Bridge를 통하여 정류, 부분공진 스위칭 제어의 승압형 초퍼를 이용한 DC-link단을 통하여 정전압을 단상 인버터 단에 공급한다. 다시 인버터단을 통하여 출력된 AC전압을 고주파 고압변압기를 통하여 살균장치에 고압 고전계를 발생시키게 된다.

3.2 고주파 트랜스 설계

가. 1차측 권선수 선정

1차측의 전압 강하율을 5%로 감안

$$n_1 = \frac{(V_1 - 0.05 V_1)}{4.44 f B_s S_c} \times 10^8$$

B_s : 포화자속밀도(Gauss)

S_c : 코어단면적 (cm^2)

$$S_c \cong c_0 \sqrt{\frac{P \alpha^6}{f B_s d}} \quad (cm^2)$$

c_0 : 계수

P : 전력 (W)

α : 코어의 질량/권선의 질량

d : 전류밀도 (A/mm^2)

나. 2차측 권선수 선정

$$n_2 = \frac{(V_2 + 0.05 V_2)}{V_1/n_1}$$

다. 고주파 (20kHz)고전압 변압기 설계

고주파 고전압 변압기의 설계는 다음과 같다.

- ① 단상 내철형 변압기
- ② 1,2차간 절연거리 확보

③ 누설 인덕턴스 큼

④ 1차 권선은 단층구조

⑤ 2차 권선은 다층구조로 구성되어 층간 표유 정전용량에 의한 무효전류가 흘러 전력변환효율이 저하됨.

이 무효전류는 전압에 의존하기 때문에 특히 전류가 작은 부하조건일 경우는 효율을 더욱 저하시키게 되는 것을 막기 위해 다음과 같이 한다.

① 철심을 재질은 철손이 작고 가벼운 Ferrite Core사용

② 1,2차 권선 양분배치(1차 병렬, 2차 직렬)

로 한다. 1차 권선을 병렬로 한 이유는 대출력의 전류가 흐를 때 1차측의 누설 인덕턴스를 격감시킬 수가 있다. 그리고 2차측 권선을 직렬로 한 이유는 2차측의 표유 정전용량을 격감할 수 있기 때문이다. 고주파 고전압 변압기의 등가회로는 그림 3과 같다.

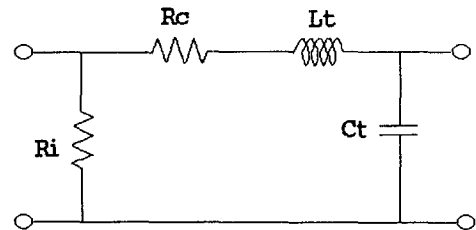


그림 3. 고주파 고전압 변압기 등가회로

Fig. 3. Equivalent circuit of high frequency transformer

L_t : 누설인덕턴스

C_t : 2차권선 표유정전용량

R_i : 철손(Hysteresis 손실)

R_c : 동손(1,2차 간 직렬저항 손실)

R_i 는 1차 권선 전압의 실효치 제공에 비례하여 손실이 발생하며, R_c 는 1차 권선 전류의 실효치 제공에 비례하여 손실이 발생한다. 고주파 고전압 변압기의 누설인덕턴스 L_t 는 다음과 같다.

$$L_t = \frac{K_L \cdot n_1^2 \cdot \mu \cdot \delta}{h}$$

여기서, K_L : 정수

n_1 : 1차 권선 Turn수

μ : 권선 1회를 감았을 때 권선의 평균길이(m)

밀가루 장기보관을 위한 살균처리 전력변환시스템

δ : 1차, 2차 권선의 두께 (m)

h : 권선의 길이

관련식으로 부터 L_t 는 n_1 과 δdp 큰 영향을 받는다는 것을 알 수 가 있다. L_t 의 증가는 인버터 회로 측에서 본 부하임피던스를 증가하게 하기 때문에 정격출력 50[kW]이상의 대용량 대전류의 용도에 적합하지 않고, 1,2차 권선의 소형화에 한계를 갖게 한다. 따라서 1차 권선의 권수를 줄이면 누설 인덕턴스를 줄일 수 있다. 이것보다는 자속밀도가 높고 철손이 작은 철심을 사용할 경우 손실의 증대를 막을 수 있다. 고주파 고전압 변압기의 2차 권선에 축적된 정전 에너지로부터 표유정전용량 C_t 를 구하면 다음과 같다.

$$C_t = \frac{K_c \cdot h \cdot a^2}{d \cdot (m_1 - 1) \cdot m_2^2 \cdot m_3}$$

여기서 K_c : 물리량 정수

h : 권선의 길이 (m)

a : 권수비

d : 2차 권선 층간거리

m_1 : 2차 권선 층수

m_2 : 1층 2차 권선 분할 수

m_3 : 축수

이러한 관계에서 표유정전용량 C_t 는 권수비 a 와 2차 권선의 분할수 m_2 에 큰 영향을 받는다. X선 고전압 발생장치에서는 높은 출력전압에 대응해야 하기 때문에 고전압 변압기의 권수비 a 를 크게 해야 하고 C_t 는 증가하게 된다. 그 결과 1차 권선과 고주파 인버터부에 발생하는 도통손실을 증가하게끔 한다.

3.3 초퍼회로와 인버터

스위칭모드에 있어서 인덕터 전류에 따라 연속 모드(CCM : Continuous Conduction Mode)와 불연속 모드(DCM : Discontinuous Conduction Mode)로 구분되며 PRSS는 불연속 모드로 동작하므로서 영전류 상태에서 턴-온되고, 오프전류는 반드시 영이 되므로

스위칭 상태를 감시할 필요가 없게 된다. 그러므로 스위칭 전류 검출을 필요로 하지 않고 부하에 대한 과전류보호에서도 독립되므로 제어가 간단하다는 장점을 가지고 있다. DCM의 컨버터는 최대 전류값을 스위칭 하므로 스위칭 디바이스의 스트레스가 가중된다. 고속스위칭일 경우에는 턴-오프시에 ZVS를 실현해야만 한다. 이러한 ZVS를 실현하기 위하여서는 공진회로를 구성하여 스위치 양단의 전압이 영이 될 때에 턴-오프하는 기법을 취하게 된다. 그러나 이 공진형 ZVS는 부하의 영향으로 그 특성이 변화하면 회로정수의 결정이 어렵고 제어가 까다롭다. 공진 기법이 아닌 부분공진형 소프트 스위칭 기법을 사용하면 대개는 공진주기의 $\pi/2$ 구간내에서 동작하므로 부하와 독립하게 되어 간단히 ZVS를 달성시킬 수 있다. 이러한 부분공진 기법의 PRSS는 DCM일 경우 컨버터 형태에 관계하지 않고 ZVS스위칭이 가능하다. 기존에 제안되어진 부분공진 소프트 스위칭 (PRSS; Partial Resonant Soft Switching) 회로를 적용한 회로는 그림 4의 형태로 적용할 수 있다. 이 그림에서 소프트 스위치를 S_5 로 단일 스위치로 나타내어 표시하고, S_5 의 구성은 스위치 소자 S_1, S_2 와 절연 다이오드 D_1, D_2 그리고, 무손실 스너버 콘덴서 C_r 가 대칭 브리지형으로 구성된다. 스위치 온 기간 동안 에너지를 저장시키는 인덕터와 인덕터에 저장된 에너지가 환류 되는 다이오드 D_f 그리고 소프트 스위치 S_5 가 서로 위치를 바꾸어 가면서 구성되고 있다. 그림 5는 이들의 전압·전류 파형이 ZVS, ZCS로 동작되는 것을 나타내었다. 컨버터에 사용되는 스위치 S_5 양단에 인가되는 역방향 전압을 V_{SS} 라고 하면 V_{SS} 는 표 2와 같이 V_{off+} 와 V_{on-} 의 두가지 오프상태 역전압을 가지게 된다. 여기서 V_{off+} 는 스위칭 소자 S_1, S_2 가 턴-오프가 완료된 직후의 전압이다. V_{on-} 는 스위칭 소자 S_1, S_2 가 턴-온 되기 직전의 전압이다. I_{off-} 는 스위치 S_5 가 턴-오프되기 직전의 스위치 전류이다. I_{off-} 는 불연속 전류의 최대값이 된다. T는 예상 공진주기를 나타낸다. PRSS기법은 공진 현상의 전압 최대점과 전류 최대점에서 이루어진다.

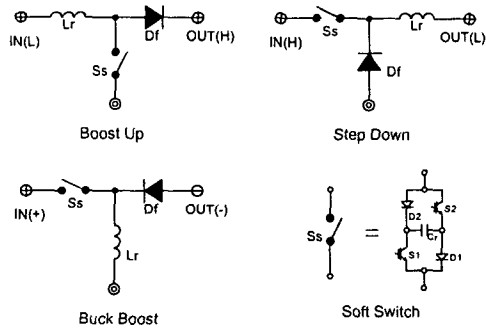


그림 4. 부분공진 소프트 스위칭의 기법
Fig. 4. Method of PRSS

표 2. PRSS의 스위치 역전압
Table 2. Reverse-voltage of switch of PRSS

Converter	V_{on-}	V_{off+}
승압	V_{IN}	V_{OUT}
강압	$V_{IN} - V_{OUT}$	V_{IN}
승·강압	V_{IN}	$V_{OUT} + V_{IN}$

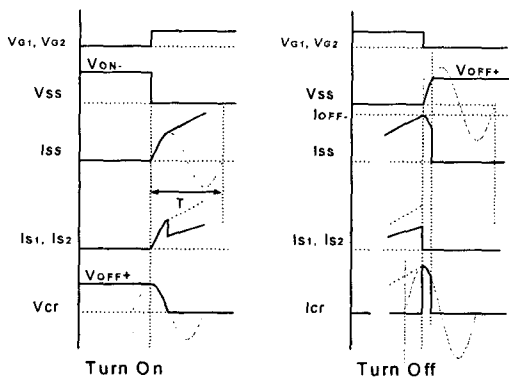


그림 5. 부분공진소프트 스위칭의 영전류와 영전압
Fig. 5. ZCS and ZVS of PRSS

그림 5에서 V_{ss} , I_{ss} : 스위치 S_s 의 전압과 전류, V_{g1} , V_{g2} : 스위치 S_s 의 구동 신호이다. 턴-온 동작에서 보면 먼저 오프상태에서 C_r 은 V_{off+} 로 충전되어 있어 인덕터 L_r 을 통하여 정현적으로 전류가 상승하게 되지만 공진주기의 1/4인 점에서 전류는 최대값을 가지게 되고 인덕터의 전류는 입력전압에 비례하여 계속 상승한다. 동작모드는 그림 6에 나타내었다.

공진 콘덴서의 전류는 식 1과 같이 되며, 공진 콘덴서가 완전히 방전되어 $V_{Cr}=0$, 인덕터 L_r 의 전류는 계속 상승하게 되는 모드가 그림 7이다.

$$i_{Cr} = (V_{on-} + V_{off+}) \sqrt{\frac{C_r}{L_r}} \sin \omega t \quad (1)$$

공진 콘덴서의 전압은 식 2와 같이 되고, 여기서 ω 는 식 3으로 표현할 수 있다.

$$V_{Cr} = (V_{on-} + V_{off+}) \cos \omega t - V_{on} \quad (2)$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L_r C_r}} \quad (3)$$

턴-오프에서는 공진 콘덴서 C_r 이 스위칭 소자 S_1, S_2 그리고 절연 다이오드 D_1, D_2 에 의하여 단락되어 있다. 이 때의 모드는 그림 8에 나타내었다.

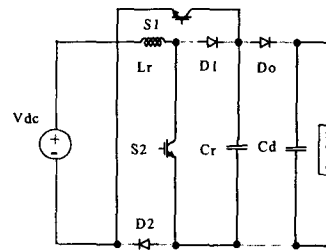


그림 6. 모드 I
Fig. 6. MODE I

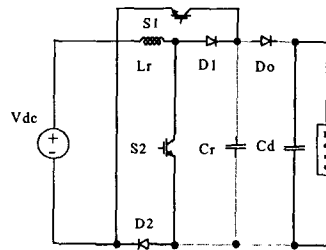


그림 7. 모드 II
Fig. 7. MODE II

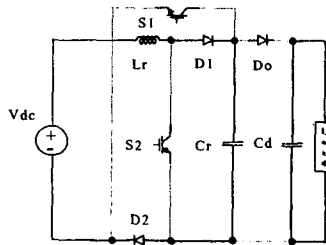


그림 8. 모드 III
Fig. 8. MODE III

밀기루 장기보관을 위한 살균처리 전력변환시스템

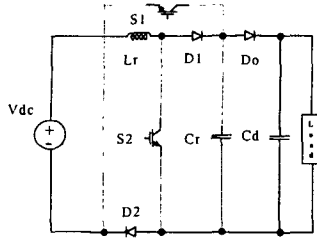


그림 9. 모드 N
Fig. 9. MODE N

S_1, S_2 를 턴-오프하면 인덕터 전류는 C_r 을 충전하게 되므로 ZVS를 실현하게 된다. 이때 공진 콘덴서의 전압·전류 방정식은 식 4와 식 5, 그리고 식 6으로 표현할 수 있다.

$$i_{Cr} = I_{off-} \cdot \cos(\omega t + \theta) \quad (4)$$

$$V_{Cr} = V_{on-} + \sqrt{\frac{L_r}{C_r}} I_{off-} \cdot \sin(\omega t + \theta) \quad (5)$$

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{-V_{on-}}{I_{off-}} \cdot \sqrt{\frac{C_r}{L_r}}\right) \quad (6)$$

그림 9은 인덕터에 축전된 에너지가 D_f 를 통하여 방전을 완료하고 영전류 상태가 되면 공진 콘덴서는 $V_{Cr} = V_{off+}$ 로 충전이 되어 있는 상태에서 턴-온을 기다린다.

모드 II의 구간에서 콘덴서 전압 V_{Cr} 이 영이므로 정 전류원으로 간주한 인버터부의 양단전압도 영으로 되는 구간이 주어진다. 그래서 PWM제어신호에 의해 동작되는 인버터부의 스위치는 이 구간에 동기시켜 스위칭 동작을 이루면 인버터부의 스위치들은 ZVS, 즉 소프트 스위칭으로 동작 될 수 있다.

4. 시뮬레이션 및 실험 결과

4.1 시뮬레이션 파형

그림 10는 부분공진 승강압 스위칭시의 스위치에 흐르는 전류와 전압을 나타낸 것이다. 턴-온시 ZCS로 턴-오프시 ZVS로 동작하고 있음을 알 수 있다. 그리고 공진용 L_r 에 흐르는 전류는 불연속적으로 흐른다. 그림 11은 스위치 게이트신호와 출력전압과 전류파형을 나타낸 것이다. 그림 12은 입력전압 전류의 위상관계이다. 그림에서 알 수 있듯이 거의 단위 역

률로 동작하고 있다. 그림 13는 살균처리 실험에 사용했던 장치의 사진을 나타내고 있다. 그림 14은 제어용 컴퓨터와 전력변환장치 모듈을 나타낸 것이다.

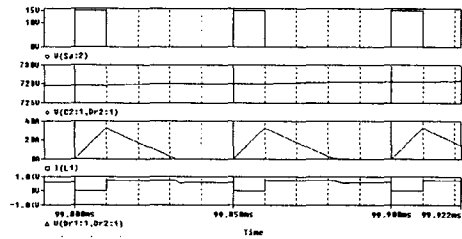


그림 10. 직류 링크단의 부분공진 스위칭 파형
Fig. 10. The partial resonant switching waveform of DC-link

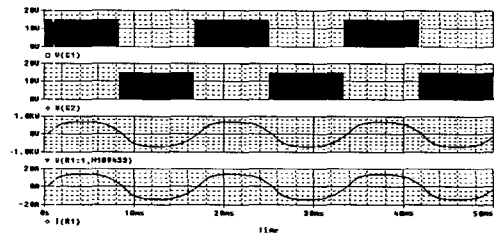


그림 11. 스위치 게이트신호와 출력전압과 전류 파형
Fig. 11. Waveforms of switch gate signals, output voltage and current

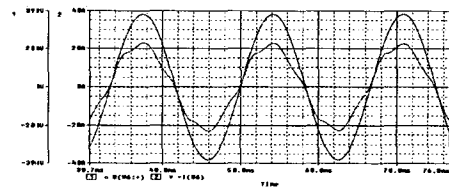


그림 12. 입력전압 전류의 위상관계
Fig. 12. The Relationship of phase to input voltage and current

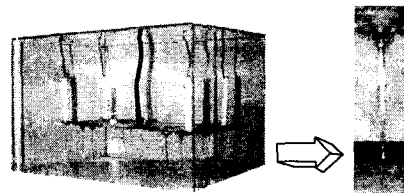


그림 13 살균처리 실험장치
(좌) 전체모형
(우) 침극과 플레이트극
Fig. 13 The sterilizer experiment unit
(Left) The overall model
(Right) The pole of needle and the pole of plate

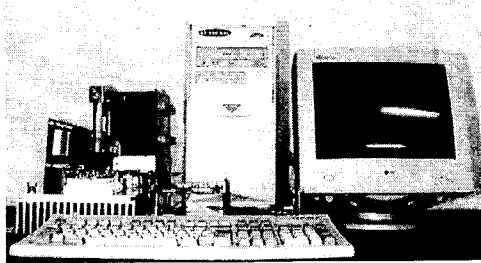


그림 14. 시스템의 구성
Fig. 14. Schematic of system

4.2 실험에 사용된 곰팡이 및 살균 처리 결과

사람이 섭취하는 다양한 형태의 건조물에는 건조 방법에 따라 자연으로부터 다양한 미생물이 혼입 될 수 있다. 이들 미생물은 상황에 따라 다양한 질병의 원인이 된다. 살균을 위해서는 고전적으로 끓이거나 열을 가하는 것이 일반적이거나 오염된 균에 따라서는 일반적인 방법으로는 완벽한 살균이 어렵다. 특히 생균(무포자 세균 등)의 경우에는 비교적 단시간의 열 처리에 의해서 사멸시킬 수 있으나 포자형성균(일반적으로 곰팡이류)은 단순한 건열살균 등으로는 강한 내성을 나타낸다. 만일 이들을 살균하기 위해서 섭씨 170도 이상에서 장시간 살균처리하거나 습열멸균을 하게 되면 건조품을 포함한 이들 제품의 품질열화를 초래한다. 또한 본실험에 사용한 균주는 흑국균이라 불리는 *Aspergillus niger*로 생활환경에 가장 잘 나타나는 균주로 전분분해효소, 단백질 분해효소 등 효소활성이 뛰어나 발효공업에 폭넓게 이용된다. 본 실험에서는 흑국균의 검은 포자를 시료에 인위적으로 첨가하여 시료의 구성성분을 보존하며 흑국균을 살균하게 된다면 인체유해한 세균들은 모두 살균이 되었다고도 할 수 있다. 표 4는 인가된 전압과 살균율의 결과를 나타낸 것이다. 그림 15는 인가된 전압을

표 3. 살균처리의 조건
Table 3. clause of sterilizer

사용배지	YM agar
배양시간	상온 20 ~ 24시간
희석방법	각 시료 1g에 10 ⁴ 배 희석
시료와 극간 간격	2.5[cm]
전계를 가한시간	5분
곰팡이 수	1,800 × 10 ³ 마리

표 4. 인가된 전압과 살균율
Table 4. The input voltage and sterilizing ratio

인가전압	12[kV]	15[kV]	18[kV]	20[kV]
검출된곰팡이수 (표본추출)	1,010 × 10 ³	695 × 10 ³	595 × 10 ³	500 × 10 ³
살균율 백분율(%)	43.9	61.4	66.9	72.2

이용하여 살균후 배양된 곰팡이의 사진을 나타낸 것이다. 전압이 증가 될수록 살균이 잘 되고 있다는 것을 시각적으로도 알 수가 있다.

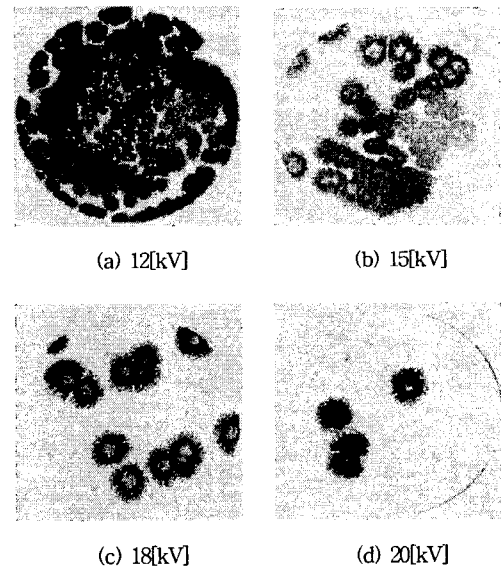


그림 15. 인가된 전압에 따라 살균된 뒤에 배양된 곰팡이의 사진
Fig. 15. The picture of mould cultivated after sterilization for input voltage

그림 15. The picture of mould cultivated after sterilization for input voltage

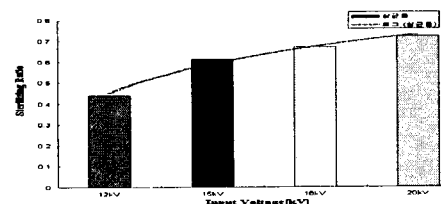


그림 16. 살균율과 인가된 전압의 그래프
Fig. 16. The graph of sterilizing ratio and input voltage

그림 16는 살균율과 인가된 전압의 관계를 그래프로 나타낸 것이다. 실험에 미흡했던 점은 평등전계를

밀가루 장기보관을 위한 살균처리 전력변환시스템

형성하기 위한 침극 배열 설계의 미비로 균등한 살균이 되지 못하였다. 따라서 살균율은 침극에 가깝게 위치한 시료들의 살균에 비하여 다소 떨어졌다.

5. 결론

저전력의 살균장치용 고전압 전력변환장치를 만들어 곱팡이가 희석된 분말가루를 실험장치에 투입 교류전압을 가변시켜 살균율을 측정하여 다음과 같은 결과를 요약할 수 있다.

- ① 분말시료에 희석된 곱팡이를 60[Hz] AC 코로나 방전계를 사용해서 효과적으로 제거할 수 있다.
- ② 곱팡이를 죽이거나 파괴하는 작용은 주로 코로나 전류의 작용 때문이다.
- ③ 부분공진 승압형 DC-Link단을 이용함으로써 스위칭 손실 저감과 거의 단위역률을 얻을 수 있었다.
- ④ 고주파 고압변압기를 소형화 할 수가 있으며, 코로나 전류는 극히 적은 값이므로 저전력을 소비함으로써 저비용의 살균장치를 구상할 수 있다.
- ⑤ 실험결과 살균율은 72.2[%], 치사율 99.9[%]를 얻을 수 있다.

장치설계상의 문제점으로는 살균처리장치의 표면에서 발생하는 연면방전과 각이진 곳에서 일어나는 국부적인 방전을 막기 위한 절연처리가 미흡하여 손실이 발생하였다.

향후과제로는 이러한 손실을 막기 위한 완전한 절연처리와 본 실험장치를 이용하여 지금과 다른 형태의 전극과 시료 등을 이용하여 최적화된 값을 이끌어 내는 것이다.

본 논문은 한국전력공사의 지원에 의하여 기초전력공학공동연구소의 주관으로 수행된 과제임.

참고 문헌

- [1] 川村光男, "マイクロ波基礎工学", 『昭晃堂』, 1981.
- [2] Von Hippel, R., "Dielectric Materials and Applications 1961", The MT Press., 1961.
- [3] Metaxas, A.C., Meredith, R.J., "IEEE Power Engineering Series 4. Industrial Microwave Heating", Peter Peregrinus

- Ltd, U.K., 1983.
- [4] Microwave Power Applications, JMPI Newsletters, Vol.X, No. 4, IMPI, 1997.
 - [5] 露木英男, 首藤厚, "食品のマイクロ波加熱", 『建帛社』, 1974.
 - [6] 한국전기연구소 전력전자연구부, "정전계응용(농업분야)", 『한국전기연구소』, 1996.
 - [7] Y.C.Kim, H.W.Lee, K.Y.Suh, J.H.Chun, "A Study on power factor and efficiency correction of AC-DC boost converter by partial resonant type using a L2SC", PCC-Nagaoka, pp.391~399, 1997.
 - [8] 金永喆, 李鉉雨, 高義石, 裴晉鎬, 金東熙, 谷口勝則, "新しい部分共振形制御整流器のリアルタイム電流不連続モード制御", 『平成8年電氣學會産業應用部門全國大會』, pp.151~154, 1996.
 - [9] Yoshihiro Konishi, Naoya Baoya, Student, Mutsuo Nakaoka, "Three-Phase Current-Fed Zero Current Soft-Switching PWM converter With Auxiliary Resonant DC Link", T.IEE Japan, Vol. 118-D, No.4, pp.548~549, 1998.
 - [10] Takao Goto, Student, Muneaki Ishida, Takamasa Hori, "Control Characteristics of Active Filter Using Series-Resonant HF AC-Linked DC-AC Converter", T.IEE Japan, Vol. 118-D, No.3, pp.363~370, 1998.
 - [11] 강옥중, 김은수, 이현우의 3인, "살균장치용 전력변환 시스템", 『대한전기학회 전력전자연구회 춘계학술대회』, pp. 23-26, 2000.
 - [12] 강옥중, 서기영, 이현우의 2인, "밀가루 장기보관을 위한 살균처리 시스템", 『한국조명·전기설비학회 부산·경남지회 학술발표회 논문집』, pp. 25-30, 2001.

◇ 저자 소개 ◇

강 옥 중 (姜旭中)

1994년 부경대 전기공학과 졸업. 1997년 경남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2000년 동 대학원 전기공학과 박사수료. 현 경남전문학교 전기과 전임강사.

정 상 화 (鄭相和)

1990년 부경대 전기공학과 졸업. 1995년 경남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2001년 동 대학원 전기공학과 박사과정. 현 경남전문학교 전기과 전임강사.

고 강 훈 (高康勳)

1997년 경남대학교 전기공학과 졸업. 2000년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 경남대학교 대학원 박사과정.

서 기 영 (徐基永)

1965년 한양대 전기공학과 졸업. 1980년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 현 경남대 전기전자공학부 교수.

이 현 우 (李鉉雨)

1979년 동아대 전기공학과 졸업. 1984년 영남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1992년 동아대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현 경남대 전기전자공학부 교수.