

마이크로 멀티니들을 이용한 고주파 피부미용 의료기기를 위한 출력 장치 개발

김준태* 주규태* 차은종** 김명미*** 정진형****

Developed an output device for high-frequency cosmetic medical equipment using micro multi-needle

Jun-tae Kim*, Kyu-tai Joo*, Eun Jong Cha**, Myung-mi Kim***, Jin-hyoung Jeong****

요약 고령사회의 진입과 인간의 평균 수명이 연장되고, 여성의 사회적 진출 및 남성들의 외모에 대한 관심증가, 미디어 매체를 통한 K-문화가 전 세계적으로 관심을 받으면서 자연스럽게 관심은 K-Bueaty에 집중되고 있다. 최근, 의료관광 분야의 점유를 보면 성형 및 피부과와 같은 피부미용 의료관광의 경우 중국, 일본 등 아시아뿐만 아니라 북미, 유럽 등에서 인기를 누리고 있다. 사람의 노화를 가장 먼저 외면적으로 확인할 수 있는 부위는 바로 얼굴의 피부 주름이다. 깨끗하고 주름이 없으면서 탄력성 있는 건강한 피부는 대부분의 사람들이 원하는 바랍이다. 대표적으로 집중형초음파자극(HIFU:High Intensity Focused Ultrasound)와 저주파, 고주파(RF:Radio Frequency), 미세전류를 이용한 갈바니 테라피, 급속 냉각을 이용한 크라이오 테라피 등 피부의 컨디션과 상태에 따라 관리하는 방식이 달라지며, 같은 기전을 이용한 의료기기 및 피부미용 기기의 시술 역시 출력 및 자극 부위 등에 따라 시술의 효과가 차이가 난다. 본 연구는 수많은 피부미용 의료기기 및 미용기기 중 마이크로니들을 이용한 침습형 고주파 피부 의료기기를 개발하고자 국제규격인 IEC 60601-2(의료기기개발기준규격)및 MFDS(Ministry of Food and Drug Safety : 식품의약품안전처)에서 고시한 고주파 자극기 기준 규격을 준수한 고주파 출력 장치를 설계 및 개발하였다. 회로 설계는 Class-A Topology를 이용한 증폭장치(AMP:Amplifier)와 Half-Bridge Topology를 이용한 전원장치로 이루어져 있다. 개발된 고주파 출력 장치를 측정한 결과 평균 63.86%의 효율을 얻었으며, 최대출력은 116.7W, 50.67dBm으로 측정되었다.

Abstract The entry of an aging society and the extension of human life expectancy, the increasing interest in women's social advancement and men's appearance, and the natural interest in K-culture through media media, while receiving worldwide attention, Focus on K-Bueaty. Recently, looking at the occupation of the medical tourism field, in the case of aesthetic medicine tourism such as molding and dermatology, it has gained popularity not only in Asia such as China and Japan, but also in North America and Europe. The first external confirmation of human aging is the wrinkles on the skin of the face. Clean, wrinkle-free, elastic and healthy skin is a desire of most people. Skin condition and condition such as focused ultrasonic stimulation (HIFU: High Intensity Focused Ultrasound) and low frequency, high frequency (RF: Radio Frequency), galvanic therapy using microcurrent, cryotherapy using rapid cooling, etc. Depending on the method of management, the effect of the treatment differs depending on the output and the stimulation site, etc., even in the treatment of medical equipment and beauty equipment using the same mechanism. In this research, in order to develop invasive high-frequency dermatological devices using a large number of beauty medical devices and microneedles of beauty devices, the international standards IEC 60601-2 (standards for individual medical devices) and MFDS (Ministry of) We designed and developed a high-frequency output device in compliance with the high-frequency stimulation standard announced in the Food and Drug Safety (Ministry of Food and Drug Safety). The circuit design consists of an amplifier (AMP: Amplifier) using Class-A Topology and a power supply device using Half-Bridge Topology. As a result of measuring the developed high-frequency output device, an average efficiency of 63.86% was obtained, and the maximum output was measured at 116.7W and 50.67dBm.

Key Words : RF(Radio Frequency), Half-Bridge Topology, Class-A Topology, Skin treatment, AMP(Amplifier)

This paper results was supported by "Regional Innovation Strategy(RIS)" through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(MOE)_[2021RIS0088]

*Corporate R&D Center, ECLEO. Co., Ltd. Seoul, Korea

**College of Medicine, Chungbuk National University, Chungju, Korea

***Graduate School of Alternative Medicine, Kyonggi University, Seoul, Korea

****Corresponding Author : Department of Medical IT, Catholic Kwandong University, Gangneung, Korea (wlsud0201@cku.ac.kr)

Received October 10, 2021

Revised October 16, 2021

Accepted October 24, 2021

1. 서론

최근 전 세계적으로 웰빙(Well-being)과 행복(Happiness), 건강(Fitness)를 합하여 웰니스(Wellness)적 생활에 관한 관심이 매우 높아지고 있다. 여성들의 사회 참여도가 높아지고 여성들의 전문 관심사로 분류되었던 피부미용 및 외적 관리에 관한 남성들의 관심이 높아지면서 '외모 자본'이라는 새로운 용어가 만들어지고[1], 영상매체 등을 통한 다양한 정보로 인하여 피부미용 및 관리에 관한 정보와 관심이 증가하고 있다. 적절한 외모 관리는 일에 대한 능력, 대인관계 등을 통해 긍정적으로 비춰지고 상호 간의 영향을 주기 때문에 '좋은 이미지 또는 깔끔함 이미지'가 경쟁력이라는 믿음을 주고 있으며, 사회에서 자신을 알리는 표현 중 하나의 방법이다.

피부는 표피(Epidermis), 진피(Dermis), 피하조직(Subcutaneous tissue) 부분으로 구분되며, 안면 피부는 다른 신체 부위보다 표피가 얇다. 표피의 각질층은 피부의 가장 바깥층에 위치하며, 사멸한 각질 형성 세포가 15~20층으로 쌓여있으며, 케라틴 58%, 천연 보습인자 38% 지질(세라마이드, 콜레스테롤 등)이 11%로 구성되고, 각질 형성 세포 사이에는 세포 간 지질이 존재해 세포들을 단단하게 결합시키고, 수분손실을 억제하며 항미생물, 항산화, 자외선으로부터 피부를 보호하고 항상성을 유지시킨다[2, 3].

노화는 생리적 노화(내인성 노화)와 환경적 노화(외인성 노화)로 구분된다. 생리적 노화는 사람이 나이를 먹음에 따라 신진대사를 조절하는 호르몬 분비의 감소, 피부의 구조변화, 세포 활성의 저하로 볼 수 있으며[4], 환경적 노화는 외부활동으로 인한 자외선 노출에 기인하는 광노화, 스트레스와 불규칙한 수면 흡연, 잘못된 생활습관 등에 의해 발생한다[5, 6]. 이러한 노화 현상은 피부에서 제일 먼저 맨눈으로 확인할 수 있고 피부가 노화되기 시작하면 점차 두께가 얇아지고 탄력이 떨어지며, 피하 지방과 피부의 부착이 약해지게 되어 중력의 방향으로 늘어나고 처지게 된다. 피지분비가 감소하여 건조해지고 윤기를 잃기도 하며, 이러한 피부 노화의 현상은 30세 초반부터 진행된다[7]. 노화 초기에는 얇은 윗눈꺼풀 피부가 늘어지고, 표정을 자주 짓거나 웃는 곳에 표정 주름이 생기며, 노화가 진행되며

피부가 본격적으로 처지면 팔자 주름, 코 주위 주름, 눈꼬리 주름, 이마의 주름이 눈에 띄기 시작한다. 이후에는 입술과 목 주위 등으로도 주름이 진행된다[8].

이러한 피부 노화를 관리하기 위하여 의학적 배경을 바탕으로 한 의료기기들이 주목받고 있으며 레이저(Laser), 집속형초음파(High Intensity Focused Ultrasound), 고주파(Radio Frequency), 봉합사, 필러(Filler) 등 의료용 기계 및 기구 등으로 개선 효과를 높이기 위해 사용한다[9].

고주파를 이용한 의료기기는 인체 조직에 고주파 전류를 통전시킬 때 진동 폭이 매우 짧고 이온 운동이 거의 일어나지 않으며, 전기화학적 반응이 없고 진동 전류에너지는 그 경로 안에서 열에너지로 변환되는 특징을 이용한다[10]. 고주파 전류를 사용하는 열 치료를 심부열 열치료라 한다. 물리적 및 생리학적으로 효과가 있는 심부열을 이용한 고주파 기기는 피부 깊숙이 진피 하방과 피하 지방층에 열을 가해 섬유아세포(Fibroblast)를 자극하여 콜라겐과 엘라스틴을 수축, 재생시켜 결과적으로 잔주름과 피부 탄력, 모공 수축에 효과를 나타내 피부의 재생과 리프팅 등의 피부를 개선시키기 위해 사용된다[11]. 고주파에 의해서 조직 온도가 40도 이상으로 올라가면 피부 내의 혈류량이 증가하여 혈액순환 촉진, 신진대사를 증대시키고 이러한 효과로 인하여 치지고 노화된 피부를 탄력 있게 만들어 주며, 뭉쳐진 얼굴 근육을 풀어주는 역할을 한다[12]. 또한, 생체 열 효과로 노폐물 제거와 색소 파괴, 혈류 개선 등으로 모공 축소, 미백은 물론 잔주름 및 기미 주근깨, 잡티 등의 개선 효과가 있다[13].

기존의 고주파를 이용한 피부미용 의료기기의 경우 단일 주파수 및 일정 주파수를 한정적으로 사용하여 피부 주름 개선, 미백 등에 관한 치료를 진행하였다. 이러한 단일 주파수별 치료방법은 하나의 기술을 집중적으로 할 수 있는 반면, 추가적인 기술을 할 수 없어 환자의 경제적 시간적 부담을 증가시킬 뿐만 아니라, 기기가 가지고 있는 물리적 부피 면적으로 인하여 불편함을 호소하였다.

본 연구에서는 2~10MHz 주파수 가변형 고주파와 침습형 멀티 니들을 이용한 피부 의료기기의 개발을 위해 기존의 단일 주파수 고정 고주파 출력 장치의 적용이 아닌 기술 방법 및 프로토콜에 따른 주파수 변화

에 따라 출력 및 적용을 할 수 있고 인체에 무해하며, 국제적 규격에 준수하는 고주파 출력 장치를 제작하고 테스트를 진행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 고주파 출력 장치 설계 고려 사항

의료기기의 설계를 하기 전에 고려해야 하는 부분은 국내·외 인증 규격이 중요하다. MFDS(대한민국 식품의약품안전처)에서는 완성된 제품의 기준 규격을 이용한 제품을 허가하고 있으며, 이를 준수하도록 규정되어 있다. 미국의 FDA, 유럽연합의 CE(MDR_Medical Device Regulation) 등 의료기기의 안전성 및 임상적 데이터가 중요시되고 있으며, 이에 따른 규격은 더욱 엄격해지고 있다. 특히, 유럽연합의 MDR의 경우 기존의 의료기기 지침(MDD_Medical Device Directive)에서 규정(MDR)으로 변환하면서 의료기기의 정의를 확장하여, 기존 MDD에서는 선택적 의료기기로 분류되어 있던 피부미용 기기 및 피부관리 기기가 필수 품목으로 규정되면서 이에 따른 규격 및 가이드를 제시하고 있다.

본 연구에서 개발하고자 하는 고주파를 이용한 피부미용 기기의 경우 변경된 규칙으로 인하여 필수적으로 의료기기 품목 범위로 확정됨에 따라 국내·외 규격에 준수하는 설계를 진행하였다.

표 1. 국내·외 규격 고시
Table 1. Notification of domestic and international standards

안전성 평가 항목	관련 표준 또는 적용 규격
전기·기계적 안전에 관한 시험	식약처 고시 「의료기기의 전기·기계적 안전에 관한 공통기준 규격」 IEC 60601-1 Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for basic safety and essential performance
전자파 안전에 관한 시험	식약처 고시 「의료기기의 전자파 안전에 관한 공통기준 규격」 IEC 60601-1-2 Medical electrical equipment - Part 1-2: General requirements for basic safety and essential performance-Collateral Standard : Electromagnetic disturbances-Requirements and tests
성능시험	제조사에서 제시한 시험기준 및 또는 식약처 고시 성능시험 가이드라인

2.2 고주파 전원장치를 위한 증폭 장치(AMP) 설계

고주파 피부미용 의료기기를 개발하기 위하여 Class-A Topology를 이용한 증폭 장치(Amp)를 설계하였다[9].

A급 전력 증폭기는 출력트랜지스터가 상시 ON 상태로 되어 있고 입력 파형의 전체주기 동안 출력전류가 흐르는 일종의 전력 증폭기다. Class-A 전력 증폭기는 모든 전력 증폭기 구성 중 가장 단순하며, 충실도가 높고 크로스오버 왜곡에 완전히 영향을 받지 않는다.

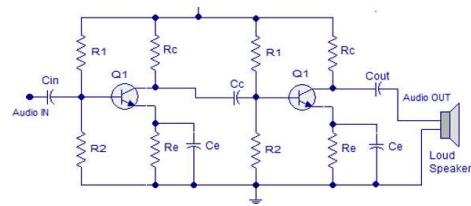


그림 1. Class-A 전력 증폭기 참고 회로
Fig. 1. Class-A Power Amplifier circuit

그림 1의 R1과 R2는 바이어싱 저항을 나타낸다. 입력 신호의 "음의 최대 진폭 스윙"보다 0.7V 높은 전압을 트랜지스터 베이스에 공급하는 전압 분배기 네트워크를 형성한다. 커패시터 Cin은 입력 신호에 존재하는 DC 성분을 제거하는 입력 디커플링 커패시터이며, Cin이 없고 입력 신호에 DC 구성 요소가 있는 경우 이러한 DC 구성 요소는 트랜지스터의 베이스에 직접 연결되어 바이어싱 조건을 확실히 변경한다.

Rc는 컬렉터 저항이고 Re는 에미터 저항이며, 그 값은 컬렉터 전류가 원하는 레벨에 있고 동작점이 제로 신호 조건에서 부하 라인의 중앙에 위치하도록 선택된다. 증폭기의 왜곡 없는 작동을 위해서는 작동 지점을 부하 라인의 중심에 최대한 가깝게 배치하는 것이 매우 중요하다. Cc는 두 단계를 함께 연결하는 결합 커패시터이며, 그 기능은 첫 번째 단계에서 두 번째 단계로의 DC 구성 요소의 통과를 차단하는 것이다.

Ce는 증폭기가 작동하는 동안 에미터 전류의 AC 구성 요소를 우회하는 기능을 가진 에미터 바이패스 커패시터이며, Ce가 없으면 AC 구성 요소가 에미터 저항에서 떨어져 이득이 감소한다. 가장 간단한 설명은

Re 양단의 추가 전압 강하는 베이스 이미터 전압에 추가되며 이는 트랜지스터를 순방향 바이어스하기 위해 추가 순방향 전압이 필요하다는 것을 의미한다.

Cout는 출력을 부하(라우드 스피커)에 연결하는 출력 커플링 커패시터이며, Cout는 두 번째 단계의 DC 구성 요소가 부하(라우드 스피커)에 들어가는 것을 차단한다. 커플링 커패시터 Cout, Cin 및 Cc는 모두 증폭기의 저주파 응답을 저하시키고, 이는 이러한 커패시터가 다음 단계의 입력 임피던스와 함께 고역 통과 필터를 형성하여 저주파 성분의 감쇠를 초래한다. 2단 RC 커플 증폭기 입력 및 출력 파형은 아래 그림 같다.

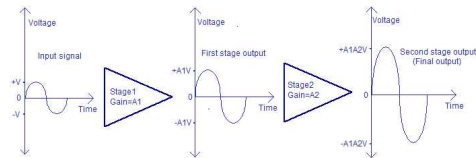


그림 2. RC 커플 증폭기 입력 및 출력 파형
Fig. 2. Input and output waveforms of a two stage RC couple amplifier

Class-A amp의 이론적 배경 및 과학적 근거를 토대로 그림 3과 같은 RF amp 회로 설계하고 그림 4와 같이 제작하였다.

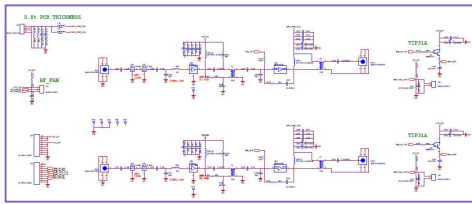


그림 3. Class-A Topology를 이용한 회로 설계
Fig. 3. Input and output waveforms of a two stage RC couple amplifier

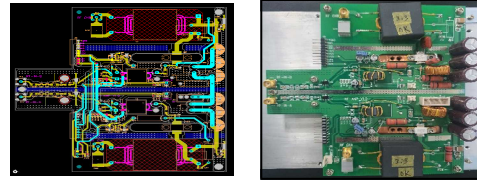


그림 4. 회로 설계를 통한 PCB Artwork 및 PCB 제작
Fig. 4. Input and output waveforms of a two stage RC couple amplifier

2.3 고주파 전원장치 설계

최종적으로 피부관리 목적의 고주파 출력 마이크로 멀티 니들 의료기기의 출력을 위한 전원장치를 설계하였다. 설계의 경우 부스트 컨버터와 Half Bridge Topology를 사용하였다.

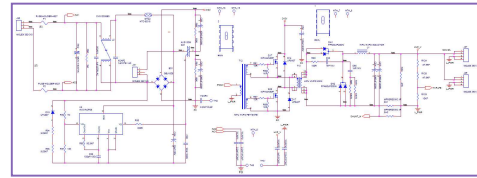


그림 5. 부스트 컨버터와 Half-Bridge를 이용한 고주파 전원장치 회로 설계
Fig. 5. High-frequency power supply circuit design using boost converter and half-bridge

부스트 컨버터의 경우[14] 정현파 입력전압을 $V_e(wt) = V_m \sin(wt)$ 라고 가정한다면, 부스트 인덕터(L_b)에 흐르는 피크($i_{L_b peak}$)는 다음과 같다.

$$i_{L_b peak} = \frac{V_m \cdot \sin(wt)}{f_s \cdot L_b} D \quad (1)$$

f_s 는 스위칭 주파수를 나타내며, 방전시간은 입력 전압에 의존하고 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$t_d = \frac{V_m}{V_0 - V_m} t_{on} \quad (2)$$

여기서, V_m : 입력전압 피크값, V_0 : DC 링크 전압
 t_d : 방전시간, t_{on} : FET의 On time이다.
 입력전류의 평균값은 다음과 같이 주어진다.

$$i_{L_{av}} = \frac{D^2 \cdot V_o}{2 \cdot L_b \cdot f_s} \left(\frac{\alpha \cdot \sin(\omega t)}{1 - \alpha \cdot \sin(\omega t)} \right) \quad (3)$$

여기서, $a = V_b / V_0$ (Duty)
 한 주기 동안에 입력전력의 평균치는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_{\in} = \frac{1}{T} \int_0^{\pi} V_{\in}(wt) \cdot I_{L_{peak}}(wt) d(wt) \quad (4)$$

식 (4) 에 (3) 을 대입하면,

$$P_{\in} = \frac{D^2 \cdot V^2}{2 \cdot \pi \cdot L_b \cdot f_s} \cdot y \quad (5)$$

여기서, $y = -\frac{2}{a} - \frac{\pi}{a^2} + \frac{2}{a^2 \sqrt{1-a^2}} \left[\frac{\pi}{2} - \tan^{-1} \left(\frac{-a}{\sqrt{1-a^2}} \right) \right]$

불연속 모드(DCM)로 동작시킴으로써 높은 역률을 얻을 수 있고 듀티비는 다음과 같은 조건을 만족해야 한다.

$$D_{\max} \leq (1 - a) \quad (6)$$

부스트 컨버터가 가변 스위칭 주파수와 일정 듀티비 (D=0.347)로 동작한다고 하면 식 (6)은 다음과 같이 표현된다.

$$V_0 \geq 1.89 V_m \quad (7)$$

역률은 a의 함수로써 다음과 같이 표현된다.

$$PF = \sqrt{\frac{2}{\pi} \cdot \frac{y}{\sqrt{z}}} \quad (8)$$

여기서,

$$z = \frac{2}{a \cdot (1-a^2)} + \frac{\pi}{a^2} + \left(\frac{2a^2-1}{a^2(1-a^2)} \right) \cdot \frac{2}{\sqrt{1-a^2}} \left(\frac{\pi}{2} - \tan^{-1} \left(\frac{-a}{\sqrt{1-a^2}} \right) \right)$$

또한, 고주파 함유율(THD)는 식 (9)와 같이 표현된다.

$$THD = \frac{1}{PF} \cdot \sqrt{1 - PF^2} \quad (9)$$

half-bridge 인버터의 경우 등가 인덕턴스(L_{eq})와 등가 저항(R_{eq})의 직렬연결로 나타낼 수 있고 등가화된 R_{eq} 와 L_{eq} 는 식 (10), (11)과 같이 표현된다.

$$R_{eq} = r + \frac{k^2 \tau}{A + \tau^2} L_1 \quad (10)$$

$$L_{eq} = L_1 \left(1 - \frac{k^2 \tau^2}{A + \tau^2} \right) \quad (11)$$

Half-bridge 인버터의 간략화된 모델을 회로 해석을 위하여 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$\text{공진주파수} : \omega_r = \frac{1}{\sqrt{L_{eq} C}} \quad (12)$$

$$\text{특성 임피던스} : Z_0 = \sqrt{\frac{L_{eq}}{C}} = \omega_r L_{eq} = \frac{1}{\omega_r C} \quad (13)$$

$$\text{부하 침례도} : Q_L = \frac{\omega_r L_{eq}}{R_{eq}} = \frac{1}{\omega_r C R_{eq}} \approx \frac{Z_0}{R_{eq}} \quad (14)$$

$$\text{무부하 침례도} : Q_0 = \frac{\omega_r L_{eq}}{r} = \frac{1}{\omega_r C r} \approx \frac{Z_0}{r} \quad (15)$$

2.3 고주파 전원장치 측정

고주파 AMP와 부스트 컨버터, Half Bridge를 이용한 고주파 전원장치를 제작하여 Oscilloscope를 이용하여 전원장치의 출력을 측정하였다.

고주파 에너지 계산은 다음의 식을 통하여 계산하였다.

$$dBm = 10 \log(m W) = 10 \log(W) + 30 \quad (16)$$

$$m W = 10^{(dBm/10)} \quad (17)$$

3. 실험결과

3.1 2MHz 출력 측정

그림 6은 설계 개발된 회로를 Oscilloscope를 사용하여 개발된 고주파 전원장치를 통한 2MHz의 RF 출력을 측정한 그림이다.



그림 6. Oscilloscope를 이용한 2MHz 고주파 출력 측정
Fig. 6. Measuring 2 MHz High Frequency Power Using Oscilloscope

2MHz의 RF(Radio Frequency) 출력을 측정할 결과 최대출력의 경우 50.67dBm, 116.7W의 출력이 측정되었으며, 효율의 경우 64.8%의 결과값을 도출하였다.

그림 7은 설계 개발된 회로를 Oscilloscope를 사용하여 개발된 고주파 전원장치를 통한 4MHz의 RF 출력을 측정한 그림이다.



그림 7. Oscilloscope를 이용한 4MHz 고주파 출력 측정
Fig. 7. Measuring 4 MHz High Frequency Power Using Oscilloscope

4MHz 출력을 측정할 결과 최대출력의 경우 50.17dBm, 116.6W의 출력이 측정되었으며 효율을 계산한 결과 63.7%의 결과값을 도출하였다.

그림 8은 설계 개발된 회로를 Oscilloscope를 사용하여 개발된 고주파 전원장치를 통한 8MHz의 RF 출력을 측정한 그림이다.



그림 8. Oscilloscope를 이용한 8MHz 고주파 출력 측정
Fig. 8. Measuring 8 MHz High Frequency Power Using Oscilloscope

8MHz 출력을 측정할 결과 최대출력의 경우 50.67dBm, 116.7W의 출력이 측정되었으며 효율을 계산한 결과 63.1%의 결과값을 도출하였다.

표 2는 Oscilloscope를 이용한 2, 4, 8MHz의 RF 출력값 및 제어용 대기전력, AMP 입력전력, AMP 출력, 효율 등 측정 결과값을 정리하였다.

표 2. Oscilloscope를 이용한 2, 4, 8MHz RF 출력 값
Table 2. 2, 4, 8 MHz RF output values using an oscilloscope

	2MHz	4MHz	8MHz
제어용 대기전력(W)	15.9	15.9	15.9
제어용 대기전력 + AMP 전원입력(W)	195.9	194.7	200.8
AMP 입력 전력	180	178.8	184.9
AMP 출력(dBm)	50.67	50.17	50.67
AMP 출력(W)	116.7	116.6	116.7
효율(%)	64.8	63.7	63.1

4. 결론

피부미용은 원시시대부터 현대에 이르기까지 사회상의 변화와 함께 지속적인 관심으로 성장하고 있는 산업 분야이다. 사회 문명과 물질이 발전할수록 화장품, 피부용 미용기기, 의료기기, 흡케어 미용기 등 기기를 이용한 관리술이 진화하고 있다. 특히, 고주파를 이용한 피부미용 기술은 고주파를 이용한 표피 자극을 시작으로 진피층을 투여하는 마이크로니들을 이용한 관리 방식까지 진화하였으며, 고주파의 출력 및 세기, 시술 프로토콜 등을 통한 효과가 다양하여 상업적, 학술적 기대가 크다.

연구 개발을 통한 AMP 및 전원장치는 2~10MHz의 주파수 가변형 고주파 피부미용 의료기기 개발을 위하여 연구되었다. 기존의 사용되는 고주파 피부미용 기기의 경우 단일 주파수를 통한 시술이 주된 프로토콜이며, Class-A AMP만으로 국제규격 및 국내 의료기기 규격 범위에 적용이 가능하여 사용되었으나, 변환 주파수로 사용하기에는 발열 및 전력의 소모가 크다는 단점이 있다. 최종적으로 개발하고자 하는 주파수 가변형 고주파 시스템에서는 이러한 발열 및 전력 소모에 대한 문제를 최소화하기 위하여, 쿨링 및 시스템 전력 제어 회로 등을 연구한 후 적용할 예정이다.

본 연구에서는 Unmet Needs(미충족 수요)¹⁾ 조사를 반영한 단일 주파수가 아닌 주파수 가변형 피부미용 고주파 의료기기를 개발하기 위하여 시스템에 맞는 AMP 설계 및 부스트 컨버터, Half-bridge를 이용한 전원 출력 장치를 제작한 후 RF 출력에 관한 측정을 실험하였다. 회로의 기본 동작 원리 및 특성에 관하여 검토 설계한 내용을 검증하기 위하여 Oscilloscope를 통

1) Unmet Needs(미충족 수요) : 아직까지 충족되지 못한 욕구 또는 필요성

한 해당 주파수별 RF 출력을 측정하였다.

2, 4, 8MHz의 출력에서 최고 효율은 2MHz의 64.8%, 최저 효율은 8MHz의 63.1% 나타냈으며, 출력값은 2, 4, 8MHz 116.7(w)로 측정되었다.

고주파 AMP의 출력은 평균 50.50dBm으로 IEC 60601 및 MFDS에서 제시하는 기준 규격에 부합하고, AMP 출력은 116.67W로 예상범위 내의 출력을 측정할 수 있었다.

본 연구는 최종적으로 마이크로 멀티니들을 이용한 주파수 가변형 고주파 피부미용 의료기기 개발의 첫 단계로 시작되는 연구로 전원 출력 장치의 보완 및 마이크로 멀티니들을 통한 고주파 출력 장치에 관한 연구를 수행하여 Unmet Needs에 맞는 피부미용 의료기기 개발을 목표로 연구를 진행할 예정이다.

REFERENCES

- [1] Hakim, Catherine. "Honey Money". minumsa: Seoul, p. 15. 2013.
- [2] Huang SM, Lee H, Chung MK, Park U, Yu YY, Bradshaw HB, Coulombe PA, Walker JM and Caterina MJ. "Over expressed transient receptor potential vanilloid 3 ion channels in skin keratinocytes modulate pain sensitivity via prostaglandin E2". J. Neurosci., 28(51), 13727-13737. 2008.
- [3] Guillou S, Ghabri S, Jannot C, Gaillard E, Lamour I and Boisnic S. "The moisturizing effect of a wheat extract food supplement on women's skin: a randomized, double-blind placebo-controlled trial". Int. J. Cosmet. Sci., 33(2), 138-143. 2011.
- [4] Jin-Ho Jeong. "Characteristics and mechanism of skin aging in Koreans". Journal of the society of cosmetic scientists of Korea, 27(2), 31-35. 2001
- [5] Rawlings AV. "Ethnic skin types: are there differences in skin structure and function?". Int. J. Cosmet. Sci., 28(2), 79-93. 2006
- [6] Farage MA, Miller KW, Elsner P and Maibach HI. "Intrinsic and extrinsic factors in skin ageing: A review". Int. J. Cosmet. Sci., 30, 87-95. 2008
- [7] Kang S, Fisher GJ and Voorhees JJ.

"Photoaging: pathogenesis, prevention and treatment". Clin. Geriatr. Med., 17(4), 643-659, 2001

[8] Hee-Ryung Chi, Bark-Lynn Lew, Bong-Keun Choi, Nack-In Kim. "Treatment of Skin Laxity and Facial Wrinkles with Combination of Radiofrequency and Infrared Light". Korean Dermatological Association, Korean Journal of Dermatology, 46(4), 480-486, 2008

[9] Sang-Sik Lee, Jun-Tae Kim, Jin-Hyoung Jeong, Nam-Sun Kim, "Study on low-level laser therapy device according to the obesity development", Korea Institute of Information & Electronic Communication Technology Vol 9 No.1, 82-89, 2016

[10] Eun-Ju Jeong. "The effects of high frequency therapy on abdomen circumference changes of women obesity". College of Pharmacy Graduate School of Food and Drug Administration graduation thesis, 13-22, 2006

[11] Jin-Hyoung Jeong, Un-Seop Shin, Mi-Hui Song, Sang-Sik Lee. "Verification of wrinkle improvement effect by animal experiment of suture for skin wrinkle improvement by applying CO₂ gas and RF radio frequency". Korea Institute of Information & Electronic Communication Technology VOL 13, No.3 , 226-234, 2020.

[12] So-Hyun Park, Sun-Ok Noh. "Effect of High frequency therapy on Middle-aged women's skin conditions", Korea Academia-Industrial cooperation Society, 796-799, 2014

[13] Jae Ho Shin, Chan Jeon, Kyung In Woo, Yoon Duck Kim, "Effect of Radiofrequency Device for the Treatment of Facial Rhytides", Journal of Korea Ophthalmol Society, Vol 49 No.11, 1711-1716, 2008.

[14] Jae-Sun Won, Dong-Hee Kim, Cheol-Sik Seo, Hyu-Pan Cho, Seung-Hoon Oh, Do-Young Jung, Young-Ho Bae, "High power-factor single-stage half-bridge high frequency resonant inverter", The Korean Institute of Electrical Engineers, 10-12, 2002.

저자약력

김 준 태 (Jun-tae Kim)

[일반회원]



- 2014년 2월 관동대학교 학사
- 2016년 2월 가톨릭관동대학교 일반대학원 공학석사
- 2020년 2월 가톨릭관동대학교 공학박사
- 2020년 1월 ~ 현재 : (주)이플레오 선임연구원

의용메카트로닉스, 의용기계, 생체역학, Medical Device 임상, 피부생체의료기기

<관심분야>

주 규 태 (Kyu-tai Joo)

[일반회원]



- 1997년 2월 서울과학기술대학교 전자공학 졸업(학사)
- 2016년 2월 한국산업기술대학교 전자제어공학 졸업(공학석사)
- 2020년 6월 ~ 현재 : (주)이플레오 연구소장

Brain Stimulator, 의용기계, 생체역학, 의용메카트로닉스, 의료용 자극

<관심분야>

차 은 중 (Eun jong Cha)

[일반회원]



- 1981년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 1987년 5월 미국 남가주대학 의공학과 졸업(박사)
- 1988년 ~ 현재 충북대학교 의과대학 의학과 교수

생체계측, 심폐의료기기, 유헬스기기 및 시스템

<관심분야>

김 명 미 (Myung-mi Kim)

[일반회원]



- 1994년 2월 계명대학교 체육대학 졸업(학사)
- 1996년 2월 계명대학교 교육대학원 체육학 졸업(교육학석사)
- 2005년 대구대학교 일반대학원 체육학 졸업(이학박사)
- 2019년 ~ 현재 경기대학교 대체의학대학원 교수

〈관심분야〉

대체의학, 스포츠재활, 동작치료

정 진 형 (Jin-hyoung Jeong)

[정회원]



- 2012년 2월 가톨릭관동대학교 의료공학과 졸업(학사)
- 2014년 2월 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업(공학석사)
- 2017년 8월 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업(공학박사)
- 2017년 9월 가톨릭관동대학교 초빙교수
- 2021년 3월 가톨릭관동대학교 교수

〈관심분야〉

의용메카트로닉스, 디지털 신호처리, 영상처리, Medical Software