

유도가열용 SDF 인버터 설계

신우석 고재석 박희창* 함상용* 박철훈*
 두원공과대학 한국기계연구원*

SDF Inverter Design for Induction Heating

W. S. Shin, J. S. Gho, H. C. Park*, S. Y. Ham*, C. H. Park*
 Doowon Tech. College University, Korea Institute of Machinery & Materials*

ABSTRACT

본 논문에서는 산과 골이 있는 복잡한 형상의 기어를 일정한 깊이로 열처리하기 위한 효율적인 유도가열에 관한 연구이다. 이를 위해 동시에 이중주파수를 발생하면서 출력을 각각 제어할 수 있는 인버터를 설계하였으며 두개의 인버터로 구동되는 방식을 기준으로 해석, 설계 및 부하와 매칭을 위한 필터 설계를 수행하여, MF(Medium frequency)와 HF(High frequency)에서 공진주파수 운전을 위한 최적의 인버터를 설계 및 제작하고자 한다.

1. 서론

기어와 같은 부품에 열처리 공정의 간소화를 위해 동시 이중주파수 구동 인버터에 대한 기술이 연구되고 있다. 기존의 방식은 시간적 간격을 가지고 MF와 HF를 각각 출력하는 시분할 방식 공진형 컨버터에 의해 열처리를 수행하여 기어의 산과 골을 일정한 깊이로 경화시켜 왔다. 이 경우 컨버터 출력단에 결합되어 있는 매칭회로를 MF와 HF에 따라서 절체해야 하므로 Tact Time이 동시 이중 방식에 비해 약 2배 정도가 필요하고 Austenitize 사이클에 맞추기 위해서는 MF공정과 HF공정의 이동이 매우 빨라야하나(1초이내) 현재의 공정에서는 맞추기 어려운 단점이 있다.

이러한 문제점을 개선하기 위해 본 논문에서는 MF와 HF 출력을 각각 담당하면서 출력단 매칭 회로를 통해 동시 이중 주파수(Simultaneous dual frequency: SDF) 구동을 수행하는 인버터에 대한 설계와 시험을 수행하였고 그 타당성을 입증하고자 한다.^[1]

2. SDF 인버터 설계

SDF 인버터는 정류기, 인버터, 듀얼 필터 및 유도가열부로 크게 4개의 요소로 구성되어 있다. 정류부에서는 제어정류를 통해 유도가열에 의한 열처리를 위해 출력을 조절하는 역할을 하며 인버터부에서는 열처리를 위한 필요 주파수를 만들어 공급한다. 이를 통해 생성된 MF와 HF는 듀얼 필터를 통해 합성된 출력 형태로 유도가열부에 전달하는 역할을 한다. 이러한 구성 요소를 실현하기 위해 그림 1과 같은 절차에 의해 각각의 파라미터들을 계산한다.^[2]

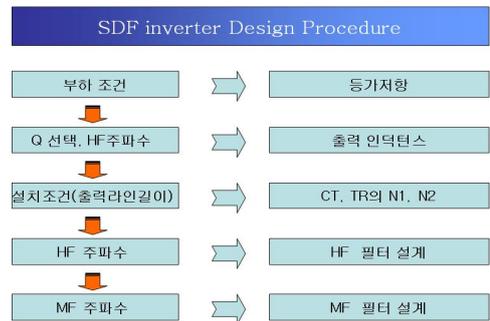


그림 1 SDF 인버터 설계 절차
 Fig. 1 SDF inverter design procedure

그림 2는 위의 인버터의 설계 절차에 의해 설계된 두개의 인버터를 이용하여 동시 이중주파수 방식을 구현한 기본 회로이다. 그림 3은 유도가열코일의 공진점을 찾기 위한 위상 동기 루프(PLL)의 구성도이다.

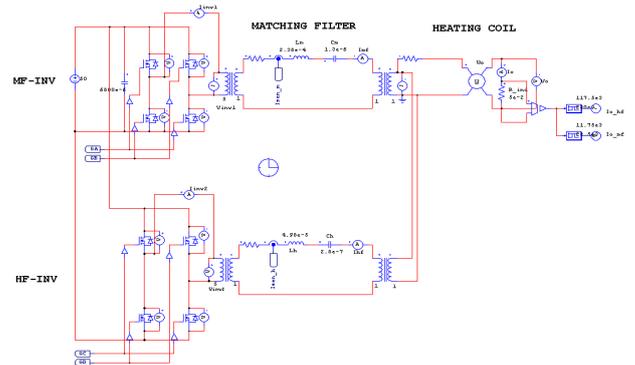


그림 2 SDF 인버터 회로도
 Fig. 2 SDF Inverter circuit

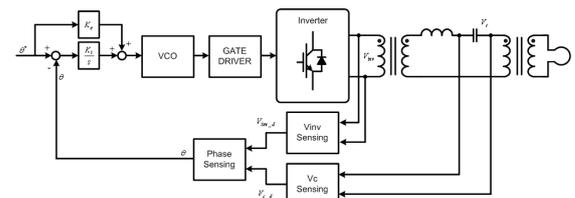


그림 3 위상 동기 루프 구성
 Fig. 3 PLL Structure

3. 실험 결과

그림 4는 인버터의 출력을 제어하기 위해 SCR 제어방식을 적용하였으며 위상각 90도 일때 출력 전압 파형, R상의 상하 게이트 파형 및 RS 선간전압을 나타내었다. 그림 5는 MF와 HF 인버터 출력특성을 보여주고 있고 각각 12.45[kHz], 69.04[kHz]에서 출력전압과 전류 특성이다. 그림 6은 유도가열을 위한 100[kW]급 SDF 방식 인버터이며, 그림 7은 인버터 출력단에 연결된 유도가열을 위한 부하이다. 그림 8은 기어를 열처리 하기 위한 최종 부하단에 흐르는 전류이며 500[A]/Div 이며 로고스키 코일을 삽입하여 측정한 결과이다.

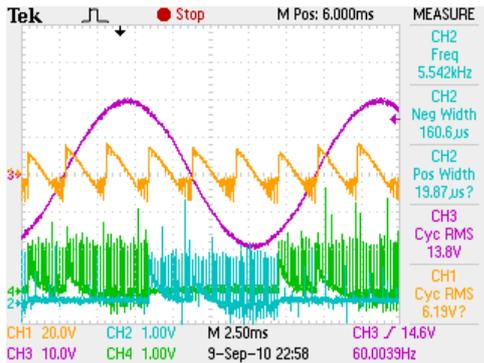


그림 4 SCR 전력 제어부
Fig. 4 SCR Power Control Part

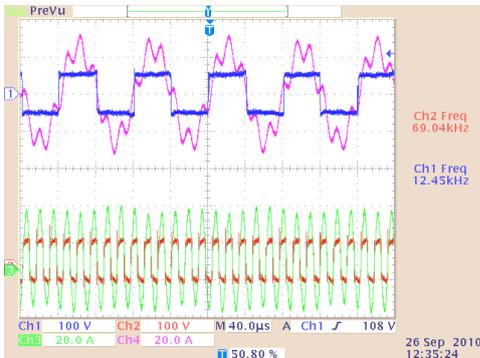


그림 5 MF 와 HF 출력전압, 전류
Fig. 5 MF and HF Output Voltage, Current



그림 6 SDF 인버터 유도가열 장치
Fig. 6 SDF Inverter for Induction Heating

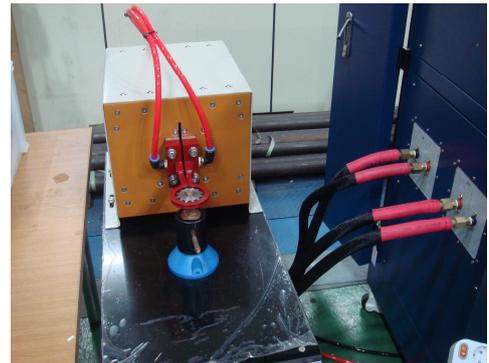


그림 7 인버터 부하장치
Fig. 7 Inverter Load

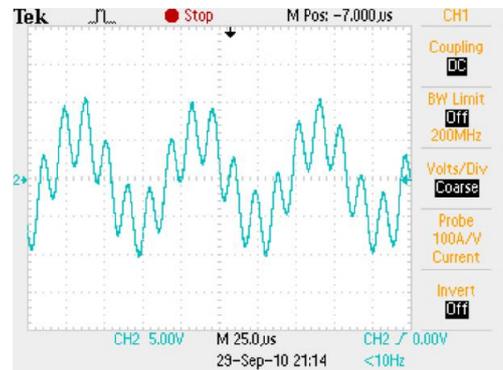


그림 8 SDF 인버터 부하 전류
Fig. 8 Current of SDF Inverter Load

4. 결론

본 논문에서는 공진주파수가 다른 2개의 인버터의 출력을 합성시키는 방식(SDF)을 설계에 적용하고 실험을 통해 그 타당성을 입증하였으며, 제작된 유도가열 장치는 열처리 공정의 효율성을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 2009년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.
(No. 2008EEL02P010000)

참고 문헌

- [1] V. Esteve, "Induction heating inverter with simultaneous dual frequency output", Proceedings of the IEEE, pp. 1505-1509, 2006.
- [2] 신우석 외, "듀얼 인버터에 의한 동시 이중 주파수 구동 설계", 전력전자학회 하계학술대회 논문집 pp. 498-499, 2010.