



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년09월21일
(11) 등록번호 10-1658384
(24) 등록일자 2016년09월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 6/10 (2006.01) H05B 6/06 (2006.01)
H05B 6/40 (2006.01) H05B 6/44 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7019042
(22) 출원일자(국제) 2010년01월16일
심사청구일자 2015년01월14일
(85) 번역문제출일자 2011년08월16일
(65) 공개번호 10-2011-0110317
(43) 공개일자 2011년10월06일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/021291
(87) 국제공개번호 WO 2010/083479
국제공개일자 2010년07월22일
(30) 우선권주장
61/145,541 2009년01월17일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20040183637 A1
US06274857 B1
KR1020110110317 A
EP00245194 A3

(73) 특허권자
인덕터히트 인코포레이티드.
미합중국, 미시건주 48071, 메디슨 헤이즈, 32251
노스 애비스 드라이브
(72) 발명자
도온 개리 에이.
미국 미시건 48236 그로스 포인트 팜스 투어레인
로드 80
러브리스 돈 엘.
미국 미시건 48307 로체스터 애스펜 드라이브 843
(74) 대리인
(뒷면에 계속)
송봉식, 정삼영

전체 청구항 수 : 총 20 항

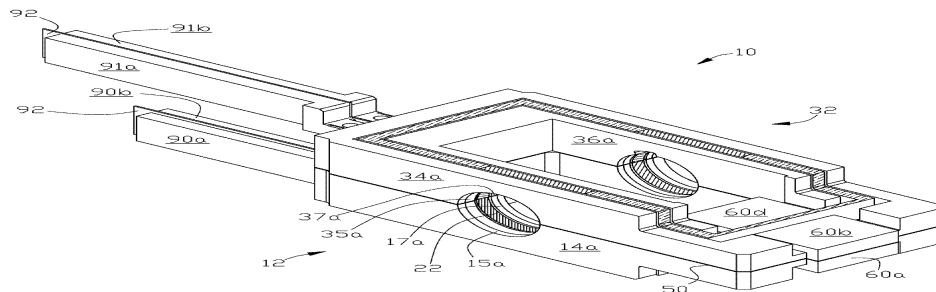
심사관 : 설관식

(54) 발명의 명칭 복잡한 형상의 워크피스의 유도 열처리

(57) 요약

복잡한 형상의 워크피스의 하나 이상의 컴포넌트를 유도 가열하기 위한 장치 및 방법이 제공된다. 컴포넌트는 대향하는 인덕터 세그먼트들에 형성된 아치형 코일 구조물의 대향하는 쌍들에 의해 형성된 개구 내에 배치된다. 하나의 인덕터 세그먼트는 하나 이상의 전력 공급기에 연결된 전기 절연된 내부 및 외부 액티브 인덕터 세그먼트로 형성되는 반면, 다른 인덕터 세그먼트는 각각 내부 및 외부 액티브 인덕터 세그먼트와 자기 커플링된 잔기 절연된 내부 및 외부 패시브 인덕터 세그먼트로 형성된다. 하나 이상의 전력 공급기의 출력 전기 파라미터를 변화시키면 아치형 코일 구조물의 대향하는 쌍들 사이에서의 선택적인 플럭스 집속기를 가진 워크피스의 횡단 폭을 따라서 유도 경화를 제어한다.

대표도



(72) 발명자

브라운 더글라스 알.

미국 미시간 48306 로체스터 힐스 프리젠티 뷰 드
라이브 2434

루드네브 발레리 아이.

미국 미시간 48306 로체스터 힐스 크레센트 레인
1398

보우시 티모시 지.

미국 미시간 48071 매디슨 하이츠 팩트 드라이브
339

드마이어 글렌빌 콜린

미국 미시간 48375 노비 하이코리 그로브 레인
23711

명세서

청구범위

청구항 1

금속 워크피스의 적어도 하나의 원통형인 컴포넌트를 가열처리하는 인덕터 어셈블리로서, 상기 인덕터 어셈블리는 액티브 인덕터 세그먼트 및 패시브 인덕터 세그먼트로 형성되고, 상기 액티브 인덕터 세그먼트 및 상기 패시브 인덕터 세그먼트는 상기 액티브 인덕터 세그먼트에 공급되는 고주파 교류 전류를 상기 패시브 인덕터 세그먼트에 자기 커플링시키는 수단과 자기장을 적어도 하나의 원통형인 컴포넌트에 인가함으로써 유도 가열하기 위한 상기 적어도 하나의 원통형인 컴포넌트의 배치를 위해 상기 액티브 인덕터 세그먼트에 부분적으로 형성되고 상기 패시브 인덕터 세그먼트에 부분적으로 형성되는 적어도 하나의 닫힌 개구를 구비하고, 상기 자기장은 상기 고주파 교류 전류에 의한 여기에 반응하여 상기 액티브 인덕터 세그먼트 및 상기 패시브 인덕터 세그먼트에 의해 생성되는 인덕터 어셈블리로서,

상기 액티브 인덕터 세그먼트는:

외부 액티브 인덕터 세그먼트 관통 개구 주위에 형성되는 외부 액티브 인덕터 세그먼트;

상기 외부 액티브 인덕터 세그먼트 관통 개구 내에 배치되고, 전기 절연 유전 공간만큼 상기 외부 액티브 인덕터 세그먼트로부터 분리되는 내부 액티브 인덕터 세그먼트;

상기 내부 액티브 인덕터 세그먼트 내에 형성되고, 인접한 제1 외부 및 제1 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트와 인접한 제2 외부 및 제2 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트를 형성하는 액티브 인덕터 관통 개구로서, 상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트와 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트는 상기 액티브 인덕터 관통 개구의 대향하는 측면들에 배치되는 상기 액티브 인덕터 관통 개구; 및

상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트의 각각에서의 제1 액티브 부분 개구의 조합, 또는 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트의 각각에서의 제2 액티브 부분 개구의 조합으로 형성되는 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 액티브 부분 인덕터 세그먼트 개구로서, 상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트에서의 상기 제1 액티브 부분 개구의 각각, 또는 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트에서의 상기 제2 액티브 부분 개구의 각각은 외부 및 내부 액티브 코일 세그먼트 페이스팅 표면과 각각 인터페이스하는 액티브 인덕터 세그먼트 아치형 코일 표면을 가진 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 액티브 부분 인덕터 세그먼트 개구;를 더 구비하고,

상기 패시브 인덕터 세그먼트는:

외부 패시브 인덕터 세그먼트 관통 개구 주위에 형성되는 외부 패시브 인덕터 세그먼트;

상기 외부 패시브 인덕터 세그먼트 관통 개구 내에 배치되고, 전기 절연 유전 공간만큼 상기 외부 패시브 인덕터 세그먼트로부터 분리되는 내부 패시브 인덕터 세그먼트;

상기 내부 패시브 인덕터 세그먼트 내에 형성되고, 인접한 제1 외부 및 제1 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트와 인접한 제2 외부 및 제2 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트를 형성하는 패시브 인덕터 관통 개구로서, 상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트와 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트는 상기 패시브 인덕터 관통 개구의 대향하는 측면들에 배치되는 상기 패시브 인덕터 관통 개구; 및

상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트의 각각에서의 제1 패시브 부분 개구의 조합, 또는 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트의 각각에서의 제2 패시브 개구의 조합으로 형성되는 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 패시브 부분 인덕터 세그먼트 개구로서, 상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트에서의 상기 제1 패시브 부분 개구의 각각, 또는 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트에서의 상기 제2 패시브 부분 개구의 각각은 외부 및 내부 패시브 코일 세그먼트 페이스팅 표면과 각각 인터페이스하는 패시브 인덕터 세그먼트 아치형 코일 표면을 가지고, 상기 외부 및 내부 액티브 코일 세그먼트 페이스팅 표면이 상기 외부 및 내부 패시브 코일 세그먼트 페이스

상 표면과 면하고, 상기 외부 및 내부 액티브 코일 세그먼트 페이스잉 표면이 상기 외부 및 내부 패시브 코일 세그먼트 페이스잉 표면과 전기 절연될 때, 상기 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 액티브 및 패시브 부분 인덕터 세그먼트 개구의 인접한 쌍은 적어도 하나의 닫힌 개구를 형성하는, 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 패시브 부분 인덕터 세그먼트 개구;를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 인덕터 어셈블리.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 액티브 또는 패시브 부분 인덕터 세그먼트 개구 중 적어도 하나에서의 상기 액티브 또는 패시브 인덕터 아치형 코일 표면은 코일 립의 윤곽을 나타낸 (contoured) 쌍인 것을 특징으로 하는 인덕터 어셈블리.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 코일 립의 윤곽을 나타낸 쌍은: 상기 적어도 하나의 닫힌 개구에 배치된 상기 적어도 하나의 원통형인 컴포넌트에 인접한 불규칙하게 형성된 컴포넌트의 불규칙한 질량; 상기 적어도 하나의 닫힌 개구에 배치된 상기 적어도 하나의 원통형인 컴포넌트의 표면 상의 개구; 또는 상기 불규칙하게 형성된 컴포넌트와 상기 적어도 하나의 닫힌 개구에 배치된 상기 적어도 하나의 원통형인 컴포넌트 사이의 필렛 영역의 가열;을 보상하도록 프로파일링되는 것을 특징으로 하는 인덕터 어셈블리.

청구항 4

제 2 항에 있어서, 상기 코일 립의 윤곽을 나타낸 쌍의 대향하는 측면들 사이에 배치된 적어도 하나의 인터-립 플렉스 집속기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 인덕터 어셈블리.

청구항 5

제 2 항에 있어서, 상기 코일 립의 윤곽을 나타낸 쌍의 팁으로부터의 일정 거리 이격된 위치에서 상기 코일 립의 윤곽을 나타낸 쌍의 각각에 부분적으로 임베디드된 적어도 하나의 크로스-립 플렉스 집속기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 인덕터 어셈블리.

청구항 6

제 2 항에 있어서, 상기 코일 립의 윤곽을 나타내는 쌍의 대향하는 측면들 사이에 배치된 적어도 하나의 인터-립 플렉스 집속기와, 적어도 하나의 크로스-립 플렉스 집속기를 더 포함하고, 상기 적어도 하나의 크로스-립 플렉스 집속기는 상기 코일 립의 윤곽을 나타내는 쌍의 팁으로부터 일정 거리 이격된 위치에서 상기 코일 립의 윤곽을 나타내는 쌍의 각각에 부분적으로 임베디드되는 것을 특징으로 하는 인덕터 어셈블리.

청구항 7

제1 항 내지 제6 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 원통형인 컴포넌트가 상기 적어도 하나의 닫힌 개구에 배치되는 동안 상기 인덕터 어셈블리 또는 상기 금속 워크피스를 회전시키는 드라이버를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 인덕터 어셈블리.

청구항 8

금속 워크피스의 적어도 하나의 원통형인 컴포넌트를 유도 가열하는 방법에 있어서,

적어도 하나의 닫힌 개구가 액티브 인덕터 세그먼트 및 패시브 인덕터 세그먼트에 부분적으로 형성되는, 상기 적어도 하나의 원통형인 컴포넌트의 축방향 길이 주위에 상기 닫힌 개구를 형성하는 단계로서,

상기 액티브 인덕터 세그먼트는,

외부 액티브 인덕터 세그먼트 관통 개구 주위에 형성되는 외부 액티브 인덕터 세그먼트;

상기 외부 액티브 인덕터 세그먼트 관통 개구 내에 배치되고, 전기 절연 유전 공간만큼 상기 외부 액티브 인덕터 세그먼트로부터 분리되는 내부 액티브 인덕터 세그먼트;

상기 내부 액티브 인덕터 세그먼트 내에 형성되고, 인접한 제1 외부 및 제1 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트와 인접한 제2 외부 및 제2 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트를 형성하는 액티브 인덕터 관통 개구로서, 상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트와 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내

부 액티브 인덕터 코일 세그먼트는 상기 액티브 인덕터 관통 개구의 대향하는 측면들에 배치되는 상기 액티브 인덕터 관통 개구; 및

상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트의 각각에서의 제1 액티브 부분 개구의 조합, 또는 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트의 각각에서의 제2 액티브 부분 개구의 조합으로 형성되는 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 액티브 부분 인덕터 세그먼트 개구로서, 상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트에서의 상기 제1 액티브 부분 개구의 각각, 또는 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트에서의 상기 제2 액티브 부분 개구의 각각은 외부 및 내부 액티브 코일 세그먼트 페이싱 표면과 각각 인터페이싱하는 액티브 코일 립으로서 윤곽이 나타나는 액티브 인덕터 세그먼트 아치형 코일 표면을 가진 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 액티브 부분 인덕터 세그먼트 개구;를 더 구비하고,

상기 패시브 인덕터 세그먼트는,

외부 패시브 인덕터 세그먼트 관통 개구 주위에 형성되는 외부 패시브 인덕터 세그먼트;

상기 외부 패시브 인덕터 세그먼트 관통 개구 내에 배치되고, 전기 절연 유전 공간만큼 상기 외부 패시브 인덕터 세그먼트로부터 분리되는 내부 패시브 인덕터 세그먼트;

상기 내부 패시브 인덕터 세그먼트 내에 형성되고, 인접한 제1 외부 및 제1 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트와 인접한 제2 외부 및 제2 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트를 형성하는 패시브 인덕터 관통 개구로서, 상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트와 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트는 상기 패시브 인덕터 관통 개구의 대향하는 측면들에 배치되는 패시브 인덕터 관통 개구; 및

상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트의 각각에서의 제1 패시브 부분 개구의 조합, 또는 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트의 각각에서의 제2 패시브 개구의 조합으로 형성되는 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 패시브 부분 인덕터 세그먼트 개구로서, 상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트에서의 상기 제1 패시브 부분 개구의 각각, 또는 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트에서의 상기 제2 패시브 부분 개구의 각각은 외부 및 내부 패시브 코일 세그먼트 페이싱 표면과 각각 인터페이싱하는 패시브 코일 립으로서 윤곽을 나타내는 패시브 인덕터 세그먼트 아치형 코일 표면을 가지고, 상기 외부 및 내부 액티브 코일 세그먼트 페이싱 표면이 상기 외부 및 내부 패시브 코일 세그먼트 페이싱 표면과 면하고, 상기 외부 및 내부 액티브 코일 세그먼트 페이싱 표면이 상기 외부 및 내부 패시브 코일 세그먼트 페이싱 표면과 전기 절연될 때, 상기 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 액티브 및 패시브 부분 인덕터 세그먼트 개구의 쌍은 적어도 하나의 닫힌 개구를 각각 형성하는, 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 패시브 부분 인덕터 세그먼트 개구;를 더 구비하는,

상기 닫힌 개구를 형성하는 단계;

제1 교류 전류를 상기 외부 액티브 인덕터 세그먼트로 공급하는 단계;

제2 교류 전류를 상기 내부 액티브 인덕터 세그먼트로 공급하는 단계;

제1 자기 플럭스 필드가 적어도 상기 외부 액티브 및 외부 패시브 인덕터 세그먼트에 각각 형성되는 상기 액티브 및 패시브 코일 립 주위에 구축되도록 상기 외부 액티브 및 외부 패시브 인덕터 세그먼트를 자기 커플링하는 단계; 및

제2 자기 플럭스 필드가 적어도 상기 내부 액티브 및 내부 패시브 인덕터 세그먼트에 각각 형성되는 상기 액티브 및 패시브 코일 립 주위에 구축되도록 상기 내부 액티브 및 내부 패시브 인덕터 세그먼트를 자기 커플링하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 적어도 상기 제 1 및 제 2 교류 전류 사이의 위상 관계, 또는 상기 제 1 또는 제 2 교류 전류의 주파수, 또는 상기 제 1 및 제 2 교류 전류 사이의 시간 위상은 상기 닫힌 개구에서 상기 적어도 하나의

원통형인 컴포넌트를 유도가열하는 동안 변화되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 8 항 또는 제 9항에 있어서, 상기 닫힌 개구에서 상기 적어도 하나의 원통형인 컴포넌트를 유도가열하는 동안 상기 액티브 인덕터 세그먼트 및 상기 패시브 인덕터 세그먼트 또는 금속 워크피스를 회전시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서, 적어도 하나의 인터-립 플렉스 집속기가 적어도 하나의 쌍의 코일 립의 대향하는 측면들 사이에 배치되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서, 적어도 하나의 크로스-립 플렉스 집속기는 상기 적어도 하나의 쌍의 코일 립의 팁으로부터 일정 거리 이격된 위치에서 상기 적어도 하나의 쌍의 코일 립의 대향하는 측면들에 임베디드되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서, 적어도 하나의 인터-립 플렉스 집속기는 적어도 하나의 쌍의 코일 립의 대향하는 측면들 사이에 배치되고, 적어도 하나의 크로스-립 플렉스 집속기는 상기 적어도 하나의 쌍의 코일 립의 팁으로부터 일정 거리 이격된 위치에서 적어도 하나의 쌍의 코일 립의 대향하는 측면들에 임베디드되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

금속 워크피스의 적어도 하나의 원통형인 컴포넌트를 유도 가열하는 인덕터 어셈블리로서,

액티브 인덕터 세그먼트로서,

외부 액티브 인덕터 세그먼트 관통 개구 주위에 형성되는 외부 액티브 인덕터 세그먼트;

상기 외부 액티브 인덕터 세그먼트 관통 개구 내에 배치되고, 전기 절연 유전 공간만큼 상기 외부 액티브 인덕터 세그먼트로부터 분리되는 내부 액티브 인덕터 세그먼트;

상기 내부 액티브 인덕터 세그먼트 내에 형성되고, 인접한 제1 외부 및 제1 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트와 인접한 제2 외부 및 제2 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트를 형성하는 액티브 인덕터 관통 개구로서, 상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트와 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트는 상기 액티브 인덕터 관통 개구의 대향하는 측면들에 배치되는 상기 액티브 인덕터 관통 개구;

상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트의 각각에서의 제1 액티브 부분 개구의 조합, 또는 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트의 각각에서의 제2 액티브 부분 개구의 조합으로 형성되는 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 액티브 부분 인덕터 세그먼트 개구로서, 상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트에서의 상기 제1 액티브 부분 개구의 각각, 또는 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트에서의 상기 제2 액티브 부분 개구의 각각은 외부 및 내부 액티브 코일 세그먼트 페이스팅 표면과 각각 인터페이스하는 액티브 인덕터 세그먼트 아치형 코일 표면을 가진 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 액티브 부분 인덕터 세그먼트 개구; 및

상기 외부 액티브 인덕터 세그먼트와 상기 내부 액티브 인덕터 세그먼트를 하나 이상의 교류 전원에 연결하는 수단;

을 구비하는 액티브 인덕터 세그먼트;

패시브 인덕터 세그먼트로서,

외부 패시브 인덕터 세그먼트 관통 개구 주위에 형성되는 외부 패시브 인덕터 세그먼트;

상기 외부 패시브 인덕터 세그먼트 관통 개구 내에 배치되고, 전기 절연 유전 공간만큼 상기 외부 패시

브 인덕터 세그먼트로부터 분리되는 내부 패시브 인덕터 세그먼트;

상기 내부 패시브 인덕터 세그먼트 내에 형성되고, 인접한 제1 외부 및 제1 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트와 인접한 제2 외부 및 제2 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트를 형성하는 패시브 인덕터 관통 개구로서, 상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트와 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트는 상기 패시브 인덕터 관통 개구의 대향하는 측면들에 배치되는 패시브 인덕터 관통 개구; 및

상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트의 각각에서의 제1 패시브 부분 개구의 조합, 또는 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트의 각각에서의 제2 패시브 개구의 조합으로 형성되는 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 패시브 부분 인덕터 세그먼트 개구로서, 상기 인접한 제1 외부 및 제1 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트에서의 상기 제1 패시브 부분 개구의 각각, 또는 상기 인접한 제2 외부 및 제2 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트에서의 상기 제2 패시브 부분 개구의 각각은 외부 및 내부 패시브 코일 세그먼트 페이스팅 표면과 각각 인터페이스하는 패시브 인덕터 세그먼트 아치형 코일 표면을 가진 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 패시브 부분 인덕터 세그먼트 개구;

를 구비하는 패시브 인덕터 세그먼트;

상기 외부 액티브 코일 세그먼트 페이스팅 표면이 상기 외부 패시브 코일 세그먼트 페이스팅 표면과 면하고, 상기 외부 액티브 코일 세그먼트 페이스팅 표면이 상기 외부 패시브 코일 세그먼트 페이스팅 표면과 전기 절연될 때, 상기 외부 액티브 인덕터 세그먼트를 상기 외부 패시브 인덕터 세그먼트와 자기 커플링하는 수단; 및

상기 내부 액티브 코일 세그먼트 페이스팅 표면이 상기 내부 패시브 코일 세그먼트 페이스팅 표면과 면하고, 상기 내부 액티브 코일 세그먼트 페이스팅 표면이 상기 내부 패시브 코일 세그먼트 페이스팅 표면과 전기 절연될 때, 상기 내부 액티브 인덕터 세그먼트를 상기 내부 패시브 인덕터 세그먼트와 자기 커플링하는 수단;

을 포함하고,

상기 외부 및 내부 액티브 코일 세그먼트 페이스팅 표면이 상기 외부 및 내부 패시브 코일 세그먼트 페이스팅 표면과 각각 면하고, 상기 외부 및 내부 액티브 코일 세그먼트 페이스팅 표면이 상기 외부 및 내부 패시브 코일 세그먼트 페이스팅 표면과 전기 절연될 때, 상기 적어도 하나의 원통형인 컴포넌트는 유도가열되고, 상기 외부 및 내부 액티브 인덕터 세그먼트는 하나 이상의 교류 전류 전원에 연결되는 닫힌 개구를 상기 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 액티브 및 패시브 부분 인덕터 개구가 형성하는 것을 특징으로 하는 인덕터 어셈블리.

청구항 15

제 14 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 인접한 쌍의 전체적으로 정렬된 액티브 또는 패시브 부분 인덕터 세그먼트 개구에서의 액티브 또는 패시브 인덕터 아치형 코일 표면은 코일 립의 윤곽을 나타낸 쌍인 것을 특징으로 하는 인덕터 어셈블리.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 코일 립의 윤곽을 나타낸 쌍은 상기 적어도 하나의 닫힌 개구에 배치된 상기 적어도 하나의 원통형인 컴포넌트에 인접한 불규칙하게 형성된 컴포넌트의 불규칙한 질량; 상기 적어도 하나의 닫힌 개구에 배치된 상기 적어도 하나의 원통형인 컴포넌트의 표면 상의 개구; 또는 상기 불규칙하게 형성된 컴포넌트와 상기 적어도 하나의 닫힌 개구에 배치된 상기 적어도 하나의 원통형인 컴포넌트 사이의 필릿 영역의 가열;을 보상하도록 프로파일링되는 것을 특징으로 하는 인덕터 어셈블리.

청구항 17

제 15 항에 있어서, 상기 코일 립의 윤곽을 나타낸 쌍의 대향하는 측면들 사이에 배치된 적어도 하나의 인터-립 플럭스 집속기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 인덕터 어셈블리.

청구항 18

제 15 항에 있어서, 상기 코일 립의 윤곽을 나타낸 쌍의 립으로부터 일정 거리 이격된 위치에서 상기 코일 립의 윤곽을 나타낸 쌍의 각각에 부분적으로 임베디드된 적어도 하나의 크로스-립 플럭스 집속기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 인덕터 어셈블리.

청구항 19

제 15 항에 있어서, 상기 코일 립의 윤곽을 나타내는 쌍의 대향하는 측면들 사이에 배치된 적어도 하나의 인터-립 플럭스 집속기와, 적어도 하나의 크로스-립 플럭스 집속기를 더 포함하고, 상기 적어도 하나의 크로스-립 플럭스 집속기는 상기 코일 립의 윤곽을 나타내는 쌍의 립으로부터 일정 거리 이격된 위치에서 상기 코일 립의 윤곽을 나타내는 쌍의 각각에 부분적으로 임베디드되는 것을 특징으로 하는 인덕터 어셈블리.

청구항 20

제 14 항 내지 제 19 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 원통형인 컴포넌트가 상기 적어도 하나의 단힌 개구에 배치되는 동안 상기 인덕터 어셈블리 또는 상기 금속 워크피스를 회전시키는 드라이버를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 인덕터 어셈블리.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 하나 이상의 전체적으로 원통형 형상의 컴포넌트를 가진 복잡한 형상의 금속 워크피스의 유도 열처리에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 그 전체가 참조에 의해 본문에 통합된, 미국특허 제 6,274,857(857특허)은 크랭크샤프트의 선택된 컴포넌트와 같은 불규칙하게 형성된 워크피스의 유도 열처리를 위한 방법, 및 장치를 개시한다. 857특허의 참조번호를 이용하고 그의 도면을 참조하여, 바닥 인덕터 세그먼트(107) 및 탑 인덕터 세그먼트(109)의 전형적인 메이팅 쌍이 각각 도 2a, 2b 및 2c에 도시된다. 바닥 인덕터 세그먼트는 관통 개구(117a)의 주변에 배치된 코일 세그먼트 쌍으로부터 단일한 직렬 루프 액티브 회로를 형성하기 위해 전력 성단(power termination) 영역(122)에서 교류 전류(ac) 전력 공급기에 연결된다. 따라서, 바닥 인덕터 세그먼트는 또한 액티브 인덕터 세그먼트라고도 한다. 대응하는 탑 인덕터 세그먼트(특허의 도 2b)는 단일 턴 페루프 코일이고, 또한 패시브 인덕터 세그먼트라고도 할 수 있다. 예를 들면, 코일 립(123a, 123b)과 같은 적어도 하나의 쌍의 코일 립이 적어도 하나의 코일 세그먼트에서 예를 들면 부분적 개구(121a)와 같은 부분적 개구의 주변에서 형성된다. 제 2 쌍의 코일 립이 예를 들면 부분적 개구(121b) 주변에서 탑 인덕터 세그먼트에서 형성되어, 바닥 및 탑 인덕터 세그먼트의 메이팅 쌍이 페 위치에 있을때 도 2c에 도시된 것과 같이, 실질적으로 단힌 인덕터가 예를 들면 특허의 도 6a에 도시된 바와 같이 워크피스 컴포넌트(207)의 주위에 형성되도록 한다. 워크피스 컴포넌트(207)는 예를 들면 피스톤 연결 로드가 금속 경화후에 부착되는 크랭크샤프트 상의 크랭크 핀이 될 수 있다. 핀은 평형추(특허 도면(6b 또는 6c)에서 불규칙하게 형성된 인접한 워크피스 컴포넌트(206, 208))에 대해 어느 하나의 단부에서 부착될 수 있다. 바닥 및 탑 인덕터 세그먼트가 단힌 위치에 있고 교류가 바닥 세그먼트 인덕터(107)에 공급될 때, 예를 들면, 특허 도면(2c)에서의 집속기(103a, 103b)와 같은 자기 플럭스 집속기가, 바닥 세그먼트 인덕터에서의 순간적인 방향에 대향하는 순간적인 방향을 가지는 전류 흐름이 탑(패시브) 인덕터 세그먼트에서 유도되도록, 바닥(액티브) 인덕터 세그먼트에서의 전류 흐름에 의해 발생된 바닥 인덕터 세그먼트 주변에서 생성된 플럭스에 자기적으로 커플링하도록 사용된다. 단힌 위치에서, 유전 물질(410)이 특허 도면(2c)에 도시된 바와 같이 바닥 및 탑 인덕터 세그먼트의 대향하여 면하는 표면을 분리한다. 특허 도면(5a)에 도시된 바와 같이, 하나 이상의 측면 쉴드(137)가, 열처리되는 워크피스 컴포넌트용 자기 플럭스 집속기로서, 그리고 열처리된 컴포넌트를 접합하는 워크피스 컴포넌트용 자기장 쉴드로서 기능하도록 코일 립의 주변에서 형성된 아치형 코일 영역 주변의 코일 세그먼트의 내부 및 외부 측면 중 하나 또는 두개 모두 상에 제공될 수 있다. 상기는 바닥 및 탑 세그먼트 인덕터용 단일 턴, 단일 코일을 기술했지만, 857 특허는 또한 바닥 및 탑 인덕터 세그먼트 중 어느 하나 또는 그 둘 모두를 위한 2개 이상의 턴을 가진 단일 코일이 상대적으로 큰 개별 워크피스 컴포넌트를 경화시키기 위해 제공될 수 있다.

[0003] 그 전체가 참조에 의해 본문에 통합된, 미국 특허 제 6,859,125(125 특허)는 불규칙하게 형성된 워크피스의 유도 열 처리의 857 특허의 장치 및 방법의 개선안을 개시한다. 125 특허의 참조번호를 이용하고 그의 도면을 참조하면, 바닥 인덕터 세그먼트(17)는 특허 도면 5에 도시된 바와 같이 코일 코일 턴(16, 18)으로부터 이중 병렬 루프 액티브 회로를 형성하기 위해 전력 성단 영역(122a, 122b)에서 교류 전류 전력 공급기에 연결된다. 전류 제한 슬릿(14)이 이중 병렬 루프 액티브 회로를 형성하고 코일 세그먼트의 병렬 연결 인접 쌍 전체에서 보다 균

일한 전류 분포를 제공하기 위해 사용된다. 적어도 하나의 병렬 연결 인접 코일 세그먼트 쌍은 아치형 코일 표면이 형성된 코일 세그먼트(17a)에서 부분적 개구(21a)와 같은 부분적 개구를 구비한다. 아치형 코일 표면은 대표적으로 인접한 코일 세그먼트의 각각에서 내부 코일 립(23b), 외부 코일 립(23a), 및 오리피스(31)로서 특히 도면 5에 도시된, 오리피스에 의해 각각 분리된 한쌍의 코일 립으로 형성될 수 있다. 코일 립은, 불규칙하게 형성된 컴포넌트의 불규칙한 질량, 실질적으로 원통형인 컴포넌트의 표면 상의 개구, 또는 필릿의 선택적 가열을 선택적으로 보상하도록 프로파일링된다. 액티브 인덕터 세그먼트(17)는 125 특허에서 개시된 바와 같이 단일 턴 패시브 인덕터 세그먼트와 짝을 이룰 수 있다. 대안으로, 액티브 인덕터 세그먼트(17)는 특히 도면 6에 도시된 바와 같은 2개 턴의 패시브 인덕터 세그먼트(19), 또는 특히 도면 7에서의 패시브 인덕터 세그먼트(29)와 짝을 이루고, 이는 단면 전류 제한 슬릿(30)에 의해 2개의 전기 절연 코일(32, 33)로 분리된다. 액티브 인덕터 세그먼트(17)가 패시브 인덕터 세그먼트 중 하나와 짝을 이룰때, 워크피스는 125 특허에 개시된 바와 같이 코일 립 쌍으로 유도 가열될 수 있다.

[0004] 125 및 857 특허는 일반적으로 워크피스 컴포넌트의 "대역" 열처리로 알려진 것을 처리한다. 예를 들면, 열처리될 선택된 워크피스 컴포넌트(207')가 상술한 크랭크 핀인 경우, 워크피스 컴포넌트(207')와 인접한 불규칙하게 형성된 컴포넌트(206', 208') 사이에 인터페이스 영역을 구비한, 필릿 영역(207a', 207b')이 아닌, 본문에 첨부된 도 1a에 도시된 바와 같은 핀의 전체 횡단 표면 영역(A') 전체에서 균일한 열처리가 전체적으로 요구된다. 결과적으로, 본문에 첨부된 도 1a 및 1b에 도시된 바와 같이, 각각 워크피스 컴포넌트(207')를 둘러싸는 바닥 및 탑 인덕터 코일 세그먼트(107', 109')에서의 코일 립(도 1a에 부분적으로 도시된 바닥 코일 립 쌍(123a' 123b'))은, 조합하여, 핀의 전체 횡단 표면 영역(A') 주변의 균일한 유도 열의 "대역"을 형성한다. 도 1a는 또한 대표적인 측면 슬릿(137')를 도시하고, 도 1b는 또한 바닥 및 탑 인덕터 코일 세그먼트의 면하는 표면을 분리하는 대표적인 유전체(410')를 도시한다.

[0005] 857 특허는 예를 들면 본문에 첨부된 도 2a에 도시된 바와 같이, 코일 립(124a', 124b) 상의 외부로 뻗은 틈 영역을 형성함으로써, 워크피스 컴포넌트의 전체 횡단 표면 영역(A')과 조합하여, 필릿 영역(B')을 열처리하는 실시예를 개시한다.

[0006] 125 특허는 단면 전류 제한 슬릿에 의해 분리된 한 쌍의 병렬로된 코일 턴에서 대향하는 코일 립의 쌍을 배치하여 그것들이 코일 세그먼트의 쌍과 자신의 접합 워크피스 컴포넌트 사이에 배치된 선택된 워크피스 컴포넌트 사이의 필릿 영역(B') 만을 유도 열처리하도록 한다. 본문에 첨부된 도 2b에 도시된 바와 같이, 이는 125 특허에 의해 교시된 바와 같이 사이의 코일 세그먼트의 단면 전류 제한 슬릿(S)을 상대적으로 넓은- 6mm에서 25mm의 영역으로 만듦으로써 달성된다. 코일 립(23a', 23b')의 제 1 쌍은 슬릿의 하나의 측면에 있는 반면, 코일 립(23c', 23d')의 제 2 쌍은 슬릿의 대향하는 측면에 있다. 125 특허에 개시된 바와 같이, 넓은 슬릿은 필릿 영역(B')에 대한 유도 가열을 더 지시하기 위해 플렉스 집속기로 채워진다.

[0007] 컴포넌트 워크피스의 필릿 영역 만의 열처리, 또는 컴포넌트 워크피스의 횡단 폭을 따라서 있는 필릿 영역 및/또는 선택적인 영역의 선택적인 열처리, 및 필릿 및 표면 영역 모두의 금속 경화를 위한 125 및 857 특허의 교안은 다소 제한적이다. 예를 들면, 컴포넌트 워크피스가 좁은(예를 들면 30mm 폭 미만) 횡단 베어링 면적(폭)을 가진 크랭크샤프트 핀 또는 메인 저널인 경우, "섬네일" 가열 패턴(C')은 857 및 125 특허의 교안을 각각 활용할 때 본문에 첨부된 도 3a 및 3b에 도시된 바와 같은 결과를 가져올 수 있다. 섬네일 가열 패턴은 일반적으로 다수의 요인 때문에 바람직하지 않다. 우선, 이러한 가열 패턴은 중간 경화 깊이가 필릿 영역으로의 만족할만한 경화 깊이를 달성하는 데에 필요한 것보다 상당히 더 깊어야 하기 때문에 에너지를 소모한다. 두번째로, 이러한 가열 패턴은 증가된 열 흡수가 컴포넌트의 더 큰 체적 증가를 가져오기 때문에 가열된 컴포넌트의 변형 증가를 가져온다. 크랭크샤프트와 같은 복잡한 워크피스의 형상을 고려하면, 보다 큰 금속 팽창은 그에 대응하는 더 큰 형상의 변형을 가져온다. 추가로, 상변환 온도 이상으로 가열된 더 큰 금속의 양은 마르텐사이트, 저 베이나이트, 등과 같은 더 낮은 온도 변환 구조물에서의 상응하는 증가를 가져오고, 이는 차례로 워크피스 컴포넌트의 사전가열된 금속에 비해 상이한 체적 밀도를 가진다. 이는 또한 "섬네일" 패턴을 가진 열처리된 워크피스의 형상/크기 변형을 증가시킨다. 이러한 섬네일 패턴은 도 3a의 쌍을 이룬 내부 및 외부 액티브 회로 코일 립(123a', 123b') 사이의 영역(120'), 도 3b의 슬릿(S)과, 쌍을 이룬 코일 립(23a'/23b', 23c'/23d') 사이의 영역(120")에 전기 도전성 코일 립이 없을지라도 발생할 수 있다. 섬네일 가열 패턴은 도 3a에 도시된 워크피스 컴포넌트의 중심 횡단 영역(A₁')과 도 3b에 도시된 워크피스 컴포넌트의 중심 횡단 영역(A₂')에서 충분히 강한 자기 플럭스 필드를 생성하기 위한 내부 및 외부 코일 립 쌍 사이에서의 충분한 전자기 커플링으로부터 발생한다. 또한 인덕터의 전자기 엔드 효과에 기인하여 베어링 표면의 대향하는 횡단 엔드 영역(A₃')에서 자기장 강도가 감소된다. 추가적으로, 워크피스 컴포넌트(207')의 양측 단부에 인접하여 배치된 상대적으로 차갑고(유

도가열되지 않은) 불규칙하게 형성된 평형추(206', 208')가 있음으로 인해 상당한 열 가열 싱크 효과가 있다; 즉, 엔드 영역(A')에서의 유도 가열이 워크피스 컴포넌트의 각각의 횡단 단부 영역으로부터 이격하여 인접한 불규칙한 형상의 워크피스 컴포넌트로 전도된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 하나의 목적은 크랭크샤프트와 같은 복잡한 워크피스의 원통형 컴포넌트의 금속 열처리 장치 및 그의 방법을 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 또다른 목적은 원통형 컴포넌트의 횡단 폭 및 필릿 면적 전체에서의 복잡한 워크피스의 원통형 컴포넌트의 유도 경화를 폭넓게 제어하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 하나의 측면에서, 본 발명은 불규칙하게 형성된 컴포넌트와 실질적으로 원통형 형상인 컴포넌트 사이에서 필릿을 형성하기 위해 실질적으로 원통형인 컴포넌트가 불규칙하게 형성된 컴포넌트로 적어도 하나의 측면 상에서 부착되는 금속 워크피스의 적어도 하나의 실질적으로 원통형인 컴포넌트를 유도 가열처리하는 인덕터 어셈블리 및 그 방법이다. 인덕터 어셈블리는 액티브 및 패시브 인덕터 어셈블리로 형성된다. 액티브 인덕터 세그먼트는 하나 이상의 교류 전력 공급기에 연결되고, 패시브 인덕터 세그먼트는 액티브 인덕터 세그먼트에 자기 커플링된다. 액티브 인덕터 세그먼트는 서로 전기적으로 절연된 내부 및 외부 액티브 인덕터 세그먼트를 포함한다. 내부 및 외부 액티브 인덕터 세그먼트 모두는 아치형 코일 립 구조가 형성되는 인접한 부분적 관통 개구의 적어도 하나의 쌍을 구비한다. 즉, 외부 액티브 코일 립은 외부 액티브 인덕터 세그먼트에서의 부분적 관통 개구에 형성되고, 내부 액티브 코일 립은 내부 액티브 인덕터 세그먼트의 부분적 관통 개구에 인접하여 형성된다. 패시브 인덕터 세그먼트는 서로 전기적으로 절연된 내부 및 외부 패시브 인덕터 세그먼트를 구비하고, 대응하는 외부 패시브 코일 립과 내부 패시브 코일 립을 포함한다. 외부 및 내부 액티브 코일 립이 각각 외부 및 내부 패시브 코일 립과 짝을 이룰때, 워크피스 컴포넌트가 그 안에서 유도 열처리될 수 있는 전체적으로 원통형인 내부 체적이 형성된다.
- [0011] 인터-립 자기 플럭스 집속기는 워크피스 컴포넌트의 횡단 폭 전체에서 유도된 금속 경화 패턴을 제어하기 위해 내부 및 외부 액티브 및/또는 내부 및 외부 패시브 코일 립의 쌍 사이에 배치될 수 있다.
- [0012] 크로스-립 자기 플럭스 집속기는 워크피스 컴포넌트의 횡단 폭 전체에서 유도된 금속 경화 패턴을 제어하기 위해 액티브 및/또는 패시브 코일 립의 쌍 주위에 배치될 수 있다.
- [0013] 내부 및 외부 액티브 및 패시브 인덕터 코일 세그먼트에 공급되는 교류 전류의 전기 파라미터는 워크피스 컴포넌트의 횡단 폭 전체에서 유도된 금속 경화 패턴을 제어하기 위해 서로에 독립적으로 변할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 다른 예시에서, 인덕터 어셈블리는 2개의 액티브 인덕터 세그먼트 사이의 자기 커플링 없이 2개의 액티브 인덕터 세그먼트로부터 형성될 수 있다.
- [0015] 본 발명의 상기 및 기타 측면은 본 명세서와 첨부된 청구범위에서 설명된다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명에 따르면, 크랭크샤프트와 같은 복잡한 워크피스의 원통형 컴포넌트의 금속 열처리 장치 및 그의 방법을 제공하고, 원통형 컴포넌트의 횡단 폭 및 필릿 면적 전체에서의 복잡한 워크피스의 원통형 컴포넌트의 유도 경화를 폭넓게 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 하기에 간략하게 설명되는 첨부도면은 본 발명의 예시적인 이해를 위해 제공되며, 본 명세서와 첨부된 청구범위에서 더 설명되는 발명을 한정하지 않는다.

도 1a 및 1b는 원통형 워크피스 컴포넌트의 대역 금속 열처리의 개념을 예시하고, 도 1a는 도 1b의 A-A 라인을 통과하는 부분적인 단면도이다.

도 2a는 자신의 전체 횡단 표면 영역 전체에서 원통형 워크피스 컴포넌트의 열처리를 위한 종래 기술의 장치의

부분 단면 입면도이다.

도 2b는 원통형 워크피스의 필릿 영역을 우선적으로 열처리하기 위한 종래 기술의 장치의 부분 단면 입면도이다.

도 3a 및 3b는 원통형 워크피스 컴포넌트의 횡단 폭 전체의 일반적으로 바람직하지 않은 섬네일 금속 열 처리된 패턴의 부분 단면도이다.

도 4a는 본 발명의 인덕터 어셈블리에 사용되는 액티브 인덕터 세그먼트의 한 예를 등각투영도로 도시한다.

도 4b는 본 발명의 인덕터 어셈블리에 사용되는 패시브 인덕터 세그먼트의 한 예를 등각투영도로 도시한다.

도 4c는 도 4a 및 도 4b에 도시된 액티브 및 패시브 인덕터 세그먼트로 형성된 본 발명의 인덕터 어셈블리의 한 예를 등각투영도로 도시한다.

도 4d는 액티브 및 패시브 코일 립의 대향하는 쌍들 사이에 배치된 워크피스 컴포넌트의 한 예를 단면도로 도시한다.

도 5a, 5b, 및 5c는 본 발명의 인터-립 자기 플럭스 집속기를 사용하는 전형적인 예를 부분 단면도로 도시한다.

도 5d 및 5e는 유도 열처리 프로세스동안 사용되는 교류의 순간 전류 흐름 패턴으로 도 5a에 도시된 배치를 부분 단면도로 도시한다.

도 6a 및 6b는 내부 및 외부 인덕터 세그먼트 모두로 동위상 전류를 공급하는 2개의 교류 전력 공급기 회로를 다이어그램으로 도시한다.

도 7a 및 7b는 내부 및 외부 인덕터 세그먼트로 180° 위상이 다른 전류를 공급하는 2개의 교류 전력 공급기 회로를 다이어그램으로 도시한다.

도 8a 및 8b는 외부 및 내부 쌍을 이룬 액티브 및 패시브 인덕터 세그먼트용 순간 전류 방향을 다이어그램으로 도시한다.

도 9a는 내부 및 외부 액티브 인덕터 세그먼트에서의 전류 사이의 전류 위상 제어를 그래픽으로 도시한다.

도 9b는 내부 및 외부 액티브 인덕터 세그먼트에서의 전류 사이의 주파수 제어를 그래픽으로 도시한다.

도 10a 10b, 및 10c는 내부 및 외부 액티브 인덕터 세그먼트에서의 전류 사이의 시간 시프트 제어를 그래픽으로 도시한다.

도 11a 내지 11d는 도 13a에서의 라인 B-B에서 단면으로 도시된 집속기를 가진 크로스-립 자기 플럭스 집속기의 다양한 애플리케이션을 단면도로 도시한다.

도 12는 본 발명에서 사용된 인터-립 자기 플럭스 집속기의 하나의 비제한적 예를 사시도로 도시한다.

도 13a는 본 발명에서 사용되는 크로스-립 자기 플럭스 집속기의 하나의 비제한적 예를 사시도로 도시한다.

도 13c 및 13d는 각각 크로스-립 자기 플럭스 집속기를 가지거나, 가지지 않은 자기 플럭스 경로의 비교제어를 도시한다.

도 13b는 본 발명에서 사용되는 크로스-립 자기 플럭스 집속기의 또다른 예를 사시도로 도시한다.

도 14는 패시브 인덕터 세그먼트에서의 코일 립 주변에 임베디드된 도 13a에 도시된 크로스-립 자기 플럭스 집속기를 가진 도 4c에 도시된 인덕터 어셈블리를 도시한다.

도 15는 패시브 인덕터 세그먼트에서의 코일 립 주변에 임베디드된 도 13b에 도시된 크로스-립 자기 플럭스 집속기를 가진 도 4c에 도시된 인덕터 어셈블리를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018]

도면을 참조하면, 유사한 번호는 유사한 엘리먼트를 가리킨다. 금속 워크피스를 구성하는 적어도 하나의 원통형 컴포넌트의 금속 열처리에 사용되는 본 발명의 인덕터 어셈블리(10)의 하나의 비제한적 예시가 도 4a, 4b, 및 4c에 도시된다. 인덕터 어셈블리(10)는 액티브 인덕터 세그먼트(12) 및 패시브 인덕터 세그먼트(32)를 포함한다. 액티브 인덕터 세그먼트는 적어도 하나의 전력 공급기에 연결되는 반면, 패시브 인덕터 세그먼트는 액티

브 인덕터 세그먼트와 자기 커플링되고 전력원에 직접 연결되지 않는다.

- [0019] 도 4a를 참조하면, 액티브 인덕터 세그먼트(12)는 외부 액티브 인덕터 세그먼트(14)와 내부 액티브 인덕터 세그먼트(16)를 포함하고, 이들은 서로 전기 절연된다. 내부 액티브 인덕터 세그먼트는 외부 액티브 인덕터 세그먼트에 의해 형성된 관통 개구 내에 배치되고, 관통 개구는 상기 외부 액티브 인덕터 세그먼트(14) 내부에 형성된다.
- [0020] 외부 액티브 인덕터 세그먼트(14)는 한 쌍의 대향하는 제 1 및 제 2 외부 액티브 인덕터 코일 세그먼트(14a, 14b), 자기 플럭스 커플링 영역(14c), 및 전력 성단(termination) 영역(14d', 14d'')을 포함하고, 이들 모두는 내부 관통 개구(18) 주위에서 상호연결된다. 적어도 하나의 외부 액티브 인덕터 코일 세그먼트는 도 4a에 도시된 개구(14a', 14b')와 같은 적어도 하나의 부분 관통 개구를 구비한다. 각각의 부분 관통 개구의 아치형 표면 영역은 도 4a에서 코일 립(15a, 15b)과 같은 액티브 외부 코일 립을 형성하도록 윤곽을 나타낼 수 있다. 외부 액티브 인덕터 세그먼트(14)는 하기에 더 기술되는 바와 같이 전력 성단 영역(14d', 14d'')에서 적어도 하나의 전력 공급기 회로에 연결될 수 있다.
- [0021] 내부 액티브 인덕터 세그먼트(16)는 한 쌍의 대향하는 제 1 및 제 2 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트(16a, 16b), 자기 플럭스 커플링 영역(16c), 및 전력 성단 영역(16d', 16d'')을 포함하고, 이들 모두는 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트가 외부 액티브 인덕터 세그먼트 내부의 관통 개구 내에 배치될 때 형성되는 내부 관통 개구(18) 주위에서 상호연결된다. 적어도 하나의 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트는 도 4a에 도시된 개구(16a', 16b')와 같은 적어도 하나의 부분 관통 개구를 구비한다. 각각의 부분 관통 개구의 아치형 표면 영역은 도 4a에서 코일 립(17a, 17b)과 같은 액티브 내부 코일 립을 형성하도록 윤곽을 나타낼 수 있다. 내부 액티브 인덕터 코일 세그먼트(16)는 하기에 더 기술되는 바와 같이 전력 성단 영역(16d', 16d'')에서 적어도 하나의 전력 공급기 회로에 연결될 수 있다.
- [0022] 도 4a에 도시된 배치로, 외부 및 내부 액티브 코일 립의 제 1 쌍은 각각 코일 립(15a 및 17a)에 의해 형성되고, 외부 및 내부 액티브 코일 립의 제 2 쌍은 각각 코일 립(15b 및 17b)에 의해 형성된다.
- [0023] 외부 및 내부 액티브 인덕터 세그먼트 사이의 전기 절연은 세그먼트들 사이에 유전 공간(20)(도 4a에서 파선의 망상선의 음영으로 도시된)을 제공함으로써 달성된다. 적어도 외부 및 내부 액티브 코일 립의 쌍에서의 적어도 하나의 대향하는 액티브 코일 립 사이의 영역에서, 적어도 하나의 인터-립 플럭스 집속기(22)(도 4a에서 실선 망상선의 음영으로 도시된)가 하기에 더 기술되는 바와 같이 제공된다. 유전 공간(20)은 공기 간격 또는 임의의 적절한 솔리드 또는 가스 유전 물질이 될 수 있다.
- [0024] 먼저 도 4b를 참조하면, 패시브 인덕터 세그먼트(32)는 외부 패시브 인덕터 코일 세그먼트(34)와 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트(36)를 구비하고, 이들은 서로 전기 절연된다. 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트는 상기 외부 패시브 인덕터 세그먼트(34) 내부에 형성된 관통 개구(38) 내에 배치된다.
- [0025] 외부 패시브 인덕터 세그먼트(34)는 한 쌍의 대향하는 제 1 및 제 2 외부 패시브 인덕터 코일 세그먼트(34a, 34b), 및 자기 플럭스 커플링 영역(34c)(도 4b에서 커플링 플럭스 집속기(60b) 아래에 가려진)을 포함하고, 이들 모두는 페 루프 전기 회로를 형성하기 위해 내부 관통 개구(38) 주위에서 상호연결된다. 적어도 하나의 외부 패시브 인덕터 코일 세그먼트는 개구(34a', 34b')와 같은 적어도 하나의 부분 관통 개구를 구비하고, 개구(34a')는 도 4b에서 볼 수 있다. 각각의 부분 관통 개구의 아치형 표면 영역은 코일 립(35a, 35b)과 같은 패시브 외부 코일 립을 형성하도록 윤곽을 나타낼 수 있고, 립(35a)은 부분적으로 도 4b에서 볼 수 있다.
- [0026] 내부 패시브 인덕터 세그먼트(36)는 한 쌍의 대향하는 제 1 및 제 2 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트(36a, 36b), 및 자기 플럭스 커플링 영역(36c)(도 4b에서 커플링 플럭스 집속기(60d) 아래에 가려진)을 포함하고, 이들 모두는 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트가 외부 패시브 인덕터 세그먼트 내부에 형성된 관통 개구 내에 배치될 때 형성되는 감소된 체적의 내부 관통 개구(38) 주위에서 상호연결된다. 적어도 하나의 내부 패시브 인덕터 코일 세그먼트는 개구(36a', 36b')와 같은 적어도 하나의 부분 관통 개구를 구비하고, 개구(36b')는 도 4b에서 볼 수 있다. 각각의 부분 관통 개구의 아치형 표면 영역은 코일 립(37a, 37b)과 같은 패시브 내부 코일 립을 형성하도록 윤곽을 나타낼 수 있고, 립(37b)은 도 4b에서 부분적으로 볼 수 있다.
- [0027] 도 4b에 도시된 배치로, 외부 및 내부 패시브 코일 립의 제 1 쌍은 각각 코일 립(35a 및 37a)에 의해 형성되고, 외부 및 내부 패시브 코일 립의 제 2 쌍은 각각 코일 립(35b 및 37b)에 의해 형성된다.
- [0028] 외부 및 내부 패시브 인덕터 세그먼트 사이의 전기 절연은 세그먼트들 사이에 유전 공간(20)(도 4b에서 파선의 망상선의 음영으로 도시된)을 제공함으로써 달성된다. 적어도 코일 립의 쌍에서의 적어도 하나의 대향하는 코

일 립 사이의 영역에서, 적어도 하나의 인터-립 플럭스 집속기(22)(도 4b에서 실선 망상선의 음영으로 도시된)가 하기에 더 기술되는 바와 같이 제공된다. 유전 공간(20)은 공기 간격 또는 임의의 적절한 솔리드 또는 가스 유전 물질이 될 수 있다.

[0029] 도 4c는 도 4a 및 도 4b에 도시된 액티브 및 패시브 인덕터 세그먼트가 자신들의 페이싱 표면들 사이에 배치된 유전체(50)를 가진 상기 페이싱 표면들 사이에 전기 접촉 절연을 유지하면서 자신들의 페이싱 표면들이 서로 근접하여 접촉하도록 할 때의 인덕터 어셈블리(10)를 도시한다. 외부 및 내부 액티브 인덕터 세그먼트용 페이싱 표면(14f, 16f)은 각각 전류 흐름의 방향을 지시하는 화살표를 가진 표면으로서 도 4a에서 식별되고; 외부 및 내부 패시브 세그먼트용 페이싱 표면(34f, 36f)은 각각 전류 흐름의 방향을 지시하는 화살표를 가진 표면으로서 도 4b에서 식별된다. 하나 이상의 커플링 자기 플럭스 집속기가 외부 액티브 및 패시브 인덕터 세그먼트(14, 16)를 위해 자기 플럭스 집속기(60a, 60b)를 커플링하고, 내부 액티브 인덕터 세그먼트 및 내부 패시브 인덕터 세그먼트(16, 36)를 위해 자기 플럭스 집속기(60c, 60d)를 커플링함으로써 도시되는 것과 같이 액티브 인덕터 세그먼트와 패시브 인덕터 세그먼트 사이에서 자기 회로를 형성하기 위해 사용된다. 각각의 집속기 세그먼트는 결합제(binder material)를 이용하여 함께 결합되는 철 및/또는 페라이트 계 입자를 포함하는 파우더형 자기 재료 또는 복수의 적층된 스틸 시트와 같은 고 투자율 자기 재료를 포함한다. 외부 및 내부 액티브 인덕터 세그먼트(14, 16)는 각각 도 4c에 도시된 분리 유전체(92)를 가진, 예를 들면 버스 바(90a/90b, 91a/91b)에 의해 전력 공급기 회로에 직접 또는 간접적으로 연결된 자신의 전력 성단 영역(14d'/14d", 16d'/16d")을 각각 가질 수 있다.

[0030] 적절하게 배치될 때, 액티브 인덕터 세그먼트에서의 각각의 부분 개구는 일반적으로 패시브 인덕터 세그먼트에서의 자신의 대응하는 부분 개구에 대한 미리 이미지로 배치된다. 예를 들면, 도 4a에 도시된 액티브 인덕터 세그먼트(12)에 대해, 액티브 외부 및 내부 인덕터 코일 세그먼트에서의 워크피스 부분 개구(14a', 16a')는 각각 도 4c에 도시된 바와 같은 전체적으로 원형 개구를 형성하기 위해 도 4b에 도시된 바와 같은 패시브 인덕터 세그먼트(32)를 구성하는 패시브 외부 및 내부 인덕터 코일 세그먼트에서의 워크피스 부분 개구(34a', 36b')에 대한 전체적으로 배치된 미리 이미지이다. 실제 이미지의 액티브 및 패시브 인덕터 세그먼트로부터의 편차는 평형추와 같은 열처리된 컴포넌트 또는 그에 인접한 컴포넌트의 특정한 피처를 수용하기 위해 본 발명의 일부 애플리케이션에 사용된다. 예를 들면, 코일 립(37b)(도 4b)에서의 노치(37b')가 패시브 코일 립(37b)에서만 사용되고, 과열되어서는 안되는 워크피스에서의 방사방향으로 천공된 홀을 차지하기 위한 미리 이미지 액티브 코일 립(17b)에서 사용되지 않는다. 도 4d를 참조하면, 이러한 배치에서, 가열처리될 원통형 워크피스 컴포넌트(307)는 주변의 액티브 쌍 코일 립(15a, 17a)과 패시브 쌍 코일 립(35a, 37a) 사이에서 전체적으로 원형인 개구에 배치될 수 있다. 컴포넌트(307)의 대향하는 끝단에 연결된 워크피스 컴포넌트(306, 308)는 컴포넌트(307)의 어느 하나의 끝단 또는 두개의 끝단 모두에 부착될 수 있는 불규칙하게 형성된 컴포넌트를 나타낸다. 그럴 경우, 컴포넌트(308)가 관통 개구(18, 38)에 배치되는 반면, 컴포넌트(306)는 외부 인덕터 코일 세그먼트(14a)에 대해 외부에 배치될 수 있다. 하나 이상의(홈이있는, 또는 분말형 철계 또는 페라이트계) 측면 쉘드(52)는 선택적으로 도 4d에 도시된 바와 같이 인덕터 세그먼트의 아치형 코일 영역의 주변에 액티브 및/또는 패시브 인덕터 코일 세그먼트의 외부 측면 중 하나 또는 둘 모두에 제공될 수 있다. 인터-립 플럭스 집속기(22)는 하기에 더 기술되는 바와 같이 활용될 수 있다. 전력 공급기 회로로부터 외부 및 내부 액티브 인덕터 세그먼트까지 적절한 교류 전류가 공급되고, 액티브 인덕터 세그먼트(12)에서 순간 교류 흐름(I_{a1} 및 I_{a2})이 전체적으로 도 4a에서의 화살표에 의해 지시된 방향일 때, 패시브 인덕터 세그먼트(32)에서의 유도된 순간 교류 흐름(I_{b1} , I_{b2})은 전체적으로 도 4b에서의 화살표에 의해 지시된 것과 반대방향이고, 전체적으로 원통형인 워크피스(307)가 예를 들면 도 4c에 도시된 전체적으로 원형인 개구 내에 배치될 때 유도 가열 처리된다. 하기에 더 기술되는 바와 같이, 이러한 전류는 열처리되는 워크피스 컴포넌트에서의 원하는 금속 경화 패턴을 산출하기 위해 열처리 프로세스 동안 주기적으로 리버스, 위상 시프트 및/또는 시간 시프트될 수 있다.

[0031] 상술한 바와 같이, 본 발명의 인덕터 어셈블리의 일부 예시에서, 인터-립 자기 플럭스 집속기가 유도 열처리된 전체적으로 원통형인 워크피스 컴포넌트용 금속 경화 패턴 제어에 사용된다. 도 5a, 5b, 5c는 본 발명의 인터-립 플럭스 집속기의 대표적인 애플리케이션이다. 간략화를 위해, 이러한 그리고 기타 도면에서의 다이어그램은 부분적인 단면으로 워크피스 컴포넌트(307)와 외부 코일 립(15a) 및 내부 코일 립(17a)에 의해 형성된 액티브 코일 립 쌍 사이의 인터페이스 영역을 도시한다; 워크피스 컴포넌트(307)와 외부 코일 립(35a) 및 내부 코일 립(37a)에 의해 형성된 패시브 코일 립 쌍 사이의 인터페이스 영역은 바람직하게는 유사하며, 그렇지 않다면, 비대칭 경화 패턴이 컴포넌트(307)의 주변부 주위에서 적합하다. 일반적인, 비제한적 인터-립 플럭스 집속기(22a)는 다른 도면에 도시된 것처럼 라인 C-C에서 절단된 단면으로 도 12에 도시된다.

- [0032] 코일 립의 폭(w_{lip1} 및 w_{lip2})에 따라, 인터-립 분리 간격(d_{sep})과 금속 경화 패터닝, 인터-립 자기 플럭스 집속기(22a, 22b, 또는 22c)가 각각 도 5a, 5b, 5c에 도시된 바와 같이 활용된다. 인터-립 플럭스 집속기는 쌍을 이룬 코일 립 사이의 총 거리(d_{sep}) 또는 거리의 일부를 채운다. 인터-립 집속기는 도 4d에 도시된 바와 같이, 쌍을 이룬 코일 립 사이에서 전체 길이(x_1)를 뺀어있을 필요가 없다. 일반적으로 인터-립 집속기는 각각의 코일 립에 의해 생성된 자기 플럭스가 열처리되는 워크피스 컴포넌트의 횡단 표면에 인접하여 서로로부터 분리되도록 하기 위해 쌍을 이룬 코일 립의 횡단 팁으로부터 거리(x_2)까지 뺀어있을 필요가 있다. 인터-립 자기 플럭스 집속기가 있으므로, 쌍을 이룬 코일 립 사이의 전자기 커플링이 감소되고, 이는 열처리되는 베어링과 같은 워크피스 컴포넌트(307)의 중심 영역(A')(도 5a)에서의 유도 가열을 감소시킨다. 이는 도 3a에서 도시되고 상술한 종래기술의 배치에 비해 대비되는 것이다. 인터-립 자기 플럭스 집속기와 쌍을 이룬 코일 립의 조합은 크랭크샤프트 상의 저널과 같은 좁은 폭(w_{wp})의 워크피스 컴포넌트를 열처리할 때 특히 이점이 있다. 인터-립 지오메트릭 파라미터의 선택은 열처리될 주어진 워크피스 컴포넌트에 대한 쌍을 이룬 코일 립으로부터의 바람직한 금속 경화 패턴에 기초한다. 도 5a를 참조하면, 이러한 지오메트릭 파라미터는 두께(t), 인터-립 집속기와 열처리된 워크피스 컴포넌트의 (베어링) 표면 사이의 공기 갭 거리(g), 및/또는 집속기의 전자기 속성, 즉 전자기 투자율 및 전기 저항성을 포함한다. 예를 들면, 두께(t)는 특정한 애플리케이션에서의 자기 포화를 방지하기에 충분해야 한다.
- [0033] 도 5a에서, 워크피스 컴포넌트의 폭(w_{wp}) 전체의 실질적으로 균일한 깊이의 경화 패턴을 가진 경화 패턴(A)은 섬네일 패턴의 외향을 실질적으로 감소시키기 위해 상술한 지오메트릭 파라미터를 제어하여 경화 패턴의 중간 폭에서의 감소된 전력 밀도(열원)를 감소시킴으로써 달성된다.
- [0034] 도 5b에서, 워크피스 컴포넌트의 폭 전체의 대칭형 이중 로브의 가변 깊이 경화 패턴을 가진 경화 패턴(B)은 도 5a의 집속기(22a)의 것에 비해 인터-립 집속기(22b)의 두께를 증가시켜, 도 5b에 도시된 더 얇은 경화 패턴을 위해 경화 패턴의 중간-폭에서의 유도된 전력 밀도(열원)를 더 감소시킴으로써 달성된다.
- [0035] 도 5c에서, 워크피스 컴포넌트의 폭 전체의 대칭형 이중 섬네일 경화 패턴을 가진 경화 패턴(C)은 도면에 도시된 바와 같은 중간-폭 영역에서의 경화를 제거하기 위해 도 5b의 집속기(22b)의 것에 비해 인터-립 집속기(22c)의 두께를 더 증가시킴으로써 달성된다.
- [0036] 일반적으로, 도 5a-5c에 도시된 경화 패턴으로부터 변화될 때, 쌍을 이룬 액티브 코일 립 사이의 거리(d_{sep})는 증가하고, 활용된 인터-립 플럭스 집속기의 두께(t) 또한 증가한다.
- [0037] 종래 기술에 비해 본 발명의 인덕터 어셈블리의 특정한 이점은 전류 위상 시프트, 주파수 및 전류 시간 위상 시프트와 같은 전류 파라미터가 유도 가열되는 워크피스 컴포넌트의 횡단 폭 전체에서 금속 경화 패턴을 정확하게 제어하기 위해, 유도 열처리 프로세스에서의 스텝 중 일부 또는 전체 동안 외부 및 내부 액티브 인덕터 세그먼트에 대해 단독으로 또는 서로 조합하여 독립적으로 변화될 수 있다는 것이다.
- [0038] 도면에서, 종래 표기는 전류 흐름의 순간 방향을 지시하기 위해 사용된다; 즉, 원에서의 십자가는 보는 사람으로부터 멀어지고 종이의 평면으로 들어가는 교류 전류 흐름을 지시하고, 원에서의 점은 종이의 평면으로부터 나오고(종이 평면으로 들어가는 전류 흐름으로부터의 180° 의 위상 변화) 보는 사람을 향해 나오는 교류 전류 흐름을 지시한다. 도 5a, 5b, 및 5c에서의 예시는 모두 쌍을 이룬 코일 립의 양측의 동일 방향에서의 순간 전류 흐름으로부터 발생한 다양한 경화 패턴을 도시한다. 이는 예를 들면, 도 6a 및 6b에 도시된 전력 공급기 회로를 활용함으로써 달성될 수 있다. 도 6a에서, 외부 액티브 인덕터 세그먼트에 연결된 POWER SUPPLY No. 1과 내부 액티브 인덕터 세그먼트에 연결된 POWER SUPPLY No.2의 2개의 전력 공급기가 활용된다. 대안으로, 도 6b에서, 스위칭 회로(94a, 94b)가 단일 전력 공급기로부터 개별적으로 제어된 외부 및 내부 액티브 인덕터 세그먼트로 그리고 동시에 전력공급된 립의 쌍(15a/15b) 및/또는 쌍(17a/17b)으로의 출력 전류를 제어하기 위해 사용되는 외부 및 내부 액티브 인덕터 세그먼트에 대한 동일한 그리고 반대의 순간 방향 사이에서의 순간 전류 흐름을 제어하기 위해 사용되는 동안, 단일한 전력 공급기가 사용된다.
- [0039] 도 5d는 순간 전류 흐름이 쌍을 이룬 코일 립에서의 대향하는 방향들로 있는 도 5a의 배치를 도시한다. 유도 경화 프로세스동안의 대향하는 전류 흐름을 가진 인터-립 플럭스 집속기(22a)를 이용하면, 쌍을 이룬 코일 립으로 이루어진 코일의 전기 효율을 증가시키고, 경화 패턴(D)을 산출하기 위해 필릿 영역(307a, 307b)을 향해 전류 코일 밀도를 이동시킨다. 이는 예를 들면, 도 7a, 및 7b에 도시된 전력 공급기 회로를 활용함으로써 달성될 수 있다. 도 7a에서, 외부 액티브 인덕터 세그먼트에 연결된 POWER SUPPLY No. 1과 내부 액티브 인덕터 세그먼트

트에 연결된 POWER SUPPLY No.2의 2개의 전력 공급기가 활용된다. 대안으로, 도 7b에서, 스위칭 회로(94a, 94b)가 단일 전력 공급기로부터 외부 및 내부 액티브 인덕터 세그먼트로의 출력 전류를 제어하기 위해 사용되는 동안 단일 전력 공급기가 사용된다.

[0040] 도 5e는 순간 전류 흐름이 유도 경화 프로세스동안 동일한 그리고 반대의 순간 방향으로 교대로 발생할때 도 5a의 배치로 달성되는 또다른 변형된 결과를 도시한다. 이러한 방법은 컴포넌트(307)의 필릿 영역과 전체 횡단 폭이 경화되는 경화 패턴(E)을 가져온다. 이는 예를 들면 도 6a 및 7a, 또는 6b 및 7b에서 도시된 전력 공급기 회로 사이에서 교대로 발생함으로써 달성될 수 있다.

[0041] 일반적으로 본 발명에서, 내부와 외부 액티브 인덕터 세그먼트 회로 사이의 순간 교류 전류 흐름 위상 시프트(α)는 도 9a에서 그래픽으로 도시된 바와 같이 0° (상기 동일한 순간 전류 방향의 예시를 나타냄)에서 180° (상기 반대의 순간 전류 방향의 예시를 나타냄)의 범위 내의 영역에서 변경될 수 있다. 위상 시프트(α)는 워크피스 컴포넌트의 횡단 폭 전체에서의 원하는 경화 패턴에 따라 금속 경화 프로세스에서의 하나 이상의 유도 가열 사이클 중 일부 동안 0° 에서 180° 까지 임의의 범위가 될 수 있다.

[0042] 내부 및 외부 액티브 인덕터 세그먼트 회로에서의 전류의 주파수(f)에서의 독립적인 편차는 도 9b에서 그래픽으로 도시된 워크피스 컴포넌트의 횡단 폭 전체의 경화 패턴을 제어하기 위해 사용될 수 있는 또다른 파라미터이다.

[0043] 내부 및 외부 액티브 인덕터 세그먼트 회로에서의 독립적인 시간 위상 시프트는 워크피스 컴포넌트의 횡단 폭 전체의 경화 패턴을 제어하기 위해 사용될 수 있는 또다른 파라미터이다. 도 10b에 그래픽으로 도시된 바와 같이, 0 시간 위상 시프트(β)는 내부 또는 외부 액티브 인덕터 세그먼트 회로 중 어느 하나로 배타적으로 교류 전류를 공급하도록 사용될 수 있다. 대안으로, 시간 위상 시프트는 어느 하나의 인덕터 세그먼트로 전류가 공급되지 않는 동안 데드 타임 대역을 가진 도 10a에 도시된 바와 같이 포지티브이거나, 또는 전류가 인덕터 세그먼트 모두에 공급되는 오버랩 시간을 가진 도 10c에 도시된 바와 같이 네거티브가 될 수 있다.

[0044] 상술한 바와 같이, 전류 위상 시프트, 주파수 및 전류 시간 위상 시프트와 같은 전기 전류 파라미터는 워크피스 컴포넌트의 필릿을 포함하는 유도 가열되는 워크피스 컴포넌트의 횡단 폭 전체에서 금속 경화 패턴을 제어하기 위해, 유도 열처리 프로세스에서의 스텝 중 일부 또는 전체 동안 외부 및 내부 액티브 인덕터 세그먼트에 대해 단독으로 또는 서로 조합하여 독립적으로 변화될 수 있다. 추가적으로, 본 발명의 일부 예시에서, 내부 및 외부 코일 립의 쌍에 대한 변화된 파라미터가, 워크피스 컴포넌트의 횡단 폭 전체의 비대칭적 경화 패턴을 달성하거나, 또는 인접한 불규칙한 형상의 균형추, 필릿의 지오메트리, 또는 컴포넌트의 열처리 영역에서의 개구와 같은(그러나 한정은 아님) 컴포넌트의 횡단 폭 전체의 유도 열처리 프로세스에 영향을 주는 비대칭적 피처를 보상하기 위해 변경될 수 있다.

[0045] 본 발명의 또다른 예시에서, 크로스-립 자기 플럭스 집속기는 단독으로, 또는 상술한 인터-립 플럭스 집속기와 조합하여 활용될 수 있다. 도 11a는 섬네일 경화 패턴(F)이 달성되는 크로스-립 자기 플럭스 집속기(23a)의 이용을 대표적으로 도시한다. 크로스-립 자기 플럭스 집속기는 쌍을 이룬 액티브 코일의 횡단 틸로부터 거리(x_3)에서 쌍을 이룬 액티브 코일 립(15a, 17a) 내에 적어도 부분적으로 임베디드된다. 거리(x_3)는 코일 전기 효율을 증가시키기 위해 각 립에 의해 산출된 자기 플럭스의 리턴 경로의 길이를 감소시키도록 선택된다. 크로스-립 플럭스 집속기(23a)는 전체적으로 도 13a에 도시된 바와 같은 아치형 형상을 취하고, 바람직한 저 임피던스 자기 플럭스 경로를 생성시킴으로써 외부 자기장을 로컬라이징 하는 동안 외부 자기 경로를 "단는다". 이러한 효과는 크로스-립 플럭스 보상기를 구비하고, 구비하지 않는 도 13c 및 13d에 각각 예시적인 플럭스 라인(80a, 80b)(점선에 의해 도시된)에 의해 도시된다. 상기와 같이 함으로써, 본 발명의 인덕터 어셈블리와 연관된 공구 세공 또는 설치물과 같은 잡다한 전기 도전성 피처 내에서 생성된 외부 전력 손실이 감소된다. 도 14는 패시브 코일 세그먼트(32)에서의 코일 립 쌍 주변에 삽입된 슬롯형 크로스-립 플럭스 보상기(23a)를 도시하고; 유사한 크로스-립 플럭스 보상기는 액티브 코일 세그먼트(12)에서의 코일 립 주변에 삽입될 수 있다. 도 13b는 플럭스 집속기가 단일한 플럭스 집속기가 아니고, 예를 들면, 패시브 코일 세그먼트(32)에서의 코일 립 쌍 주변에서 도 15에 도시된 바와 같은 불연속한 원통형 플럭스 집속기 엘리먼트의 아치형 어레이인 아치형 형상의 크로스-립 플럭스 집속기(23b)의 또다른 예를 도시하고; 유사한 크로스-립 보상기가 워크피스 컴포넌트가 열처리될 각각의 개구 주변에서 "다람쥐 장" 형상의 플럭스 집속기 배치를 형성하도록 액티브 코일 세그먼트(12)에서의 코일 립 주변에 삽입될 수 있다. 도 11b 내지 11d는 크로스-립 플럭스 집속기(23a)와 인터-립 플럭스 집속기(22)의 조합이 사용되는 본 발명의 예를 도시한다. 도 11a 내지 11d에 도시된 크로스-립 플럭스 보상기(23a)가 코일 립 쌍의 사이에서 수평방향으로 지향되어있지만, 보다 일반적으로 크로스-립 플럭스 보상기는 그것이 코일 립의 쌍

사이에서 뺀어 나가는 한은 다른 방향과 형상을 가질 수 있다. 인터-립 플렉스 집속기에 대한 상기 설명과 유사하게, 도 11a 내지 11d에서 지시된 전류 흐름의 순간 방향은 달성될 수 있는 경화 패턴(F, G, H 또는 I)의 변형을 각각 도시한다.

[0046] 본 발명의 인덕터 어셈블리를 활용하는 하나의 비제한적 방법은 미국 특허 제 6,274,857B1에 개시된 장치에 관한 것이다. 그것은 또한 워크피스 또는 인덕터 어셈블리가 회전될 수 있는 장치를 가진 본 발명의 인덕터 어셈블리를 사용하는 본 발명의 범위 내에 있다. 예를 들면, 회전 마운팅 구조물에 직접 또는 간접적으로 연결된 자신의 출력 샤프트를 가진 모터를 구비한 적절한 드라이버가 인덕터 어셈블리 또는 워크피스의 마운팅을 위해 제공될 수 있다. 대안으로, 인덕터 어셈블리와 워크피스 모두가 드라이버를 분리하도록 장착되어, 그것들 모두가 열처리 프로세스 동안 독립하여 회전될 수 있도록 한다.

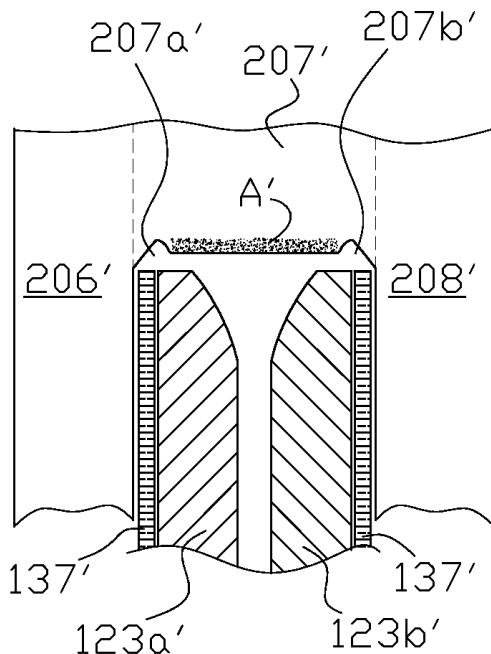
[0047] 적절한 코일 립 프로파일링, 자기 플렉스 집속기 및 유전체 재료 선택의 추가적인 설명은 미국 특허 6,274,857B1 및 6,859,125B2에서 볼 수 있다.

[0048] 2개의 실질적으로 닫힌 개구가 워크피스의 2개의 컴포넌트를 열처리하기 위해 도 4c에 도시된 인덕터 어셈블리에서 형성되는 반면, 본 발명의 다른 예시에서, 워크피스의 하나 또는 2개 이상의 컴포넌트를 열처리 하기 위해 인덕터 어셈블리에서하나 만, 또는 2개 이상의 실질적으로 닫힌 개구가 있을 수 있다.

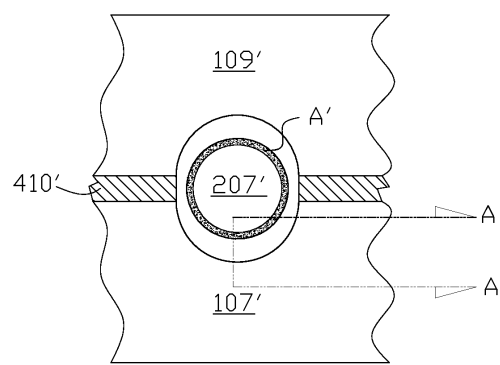
[0049] 본 발명의 상기 예시는 단순히 예시의 목적으로 제공되는 것이고, 어떠한 방식으로건 본 발명을 제한하는 것을 의도하지 않는다. 본 발명이 다양한 실시예를 참조하여 기술되었지만, 본문에 사용된 용어는 제한을 위한 용어가 아니라 설명과 예시를 위한 용어이다. 본 발명이 특정한 수단, 재료, 및 실시예를 참조하여 본문에서 기술되었지만, 본 발명은 본문에 개시된 특정한 것들에 한정될 의도를 가지지 않으며; 오히려, 본 발명은 모두 기능적으로 등가인 구조, 방법, 및 이용으로 확장된다. 본 명세서의 교안을 이용하는 당업자는 본발명의 측면에서 본 발명의 범위를 벗어나지 않고서 다양한 변형과, 다수의 변형들이 이루어질 수 있다는 것을 이해할 것이다.

도면

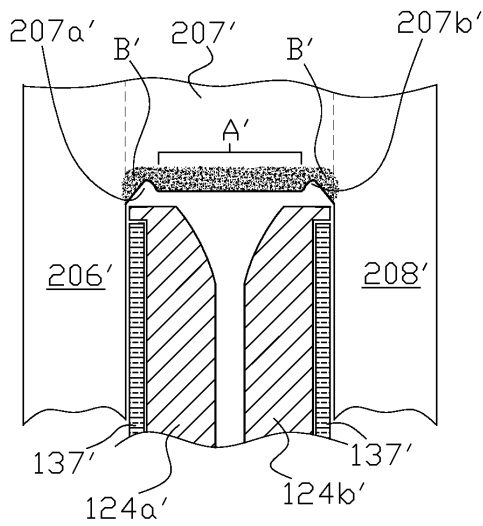
도면1a



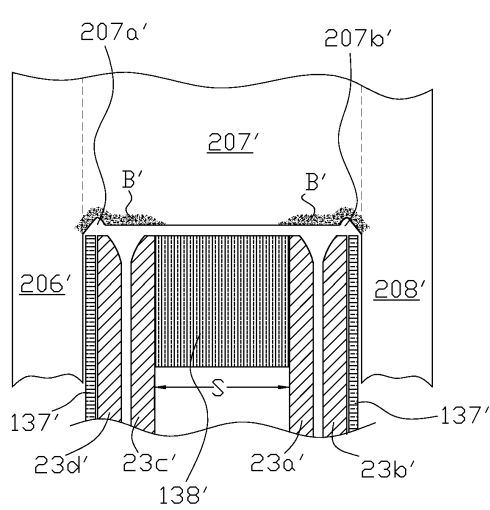
도면1b



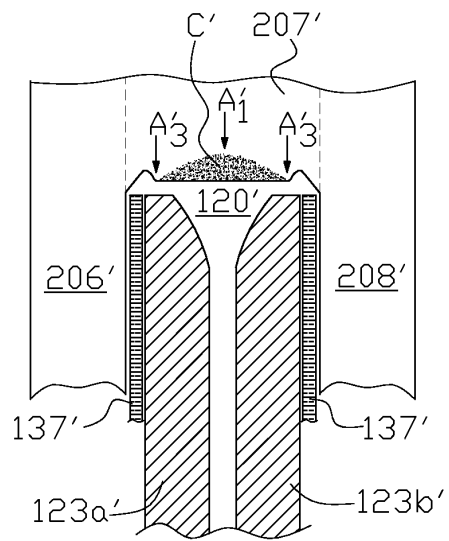
도면2a



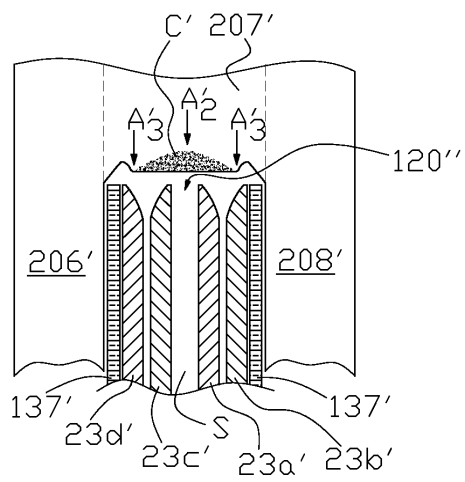
도면2b



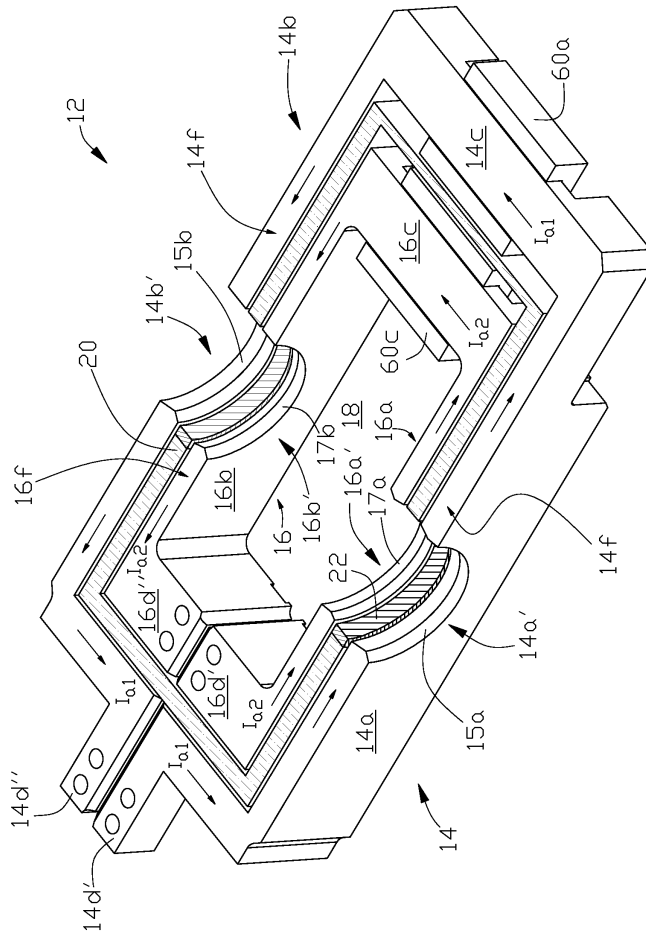
도면3a



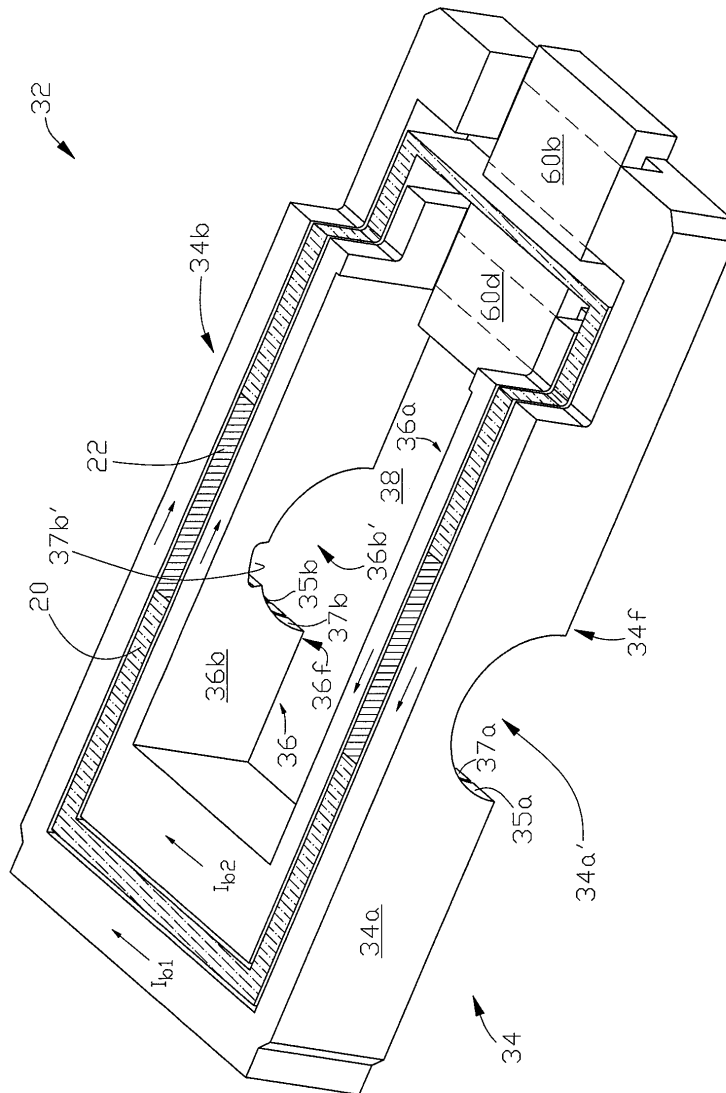
도면3b



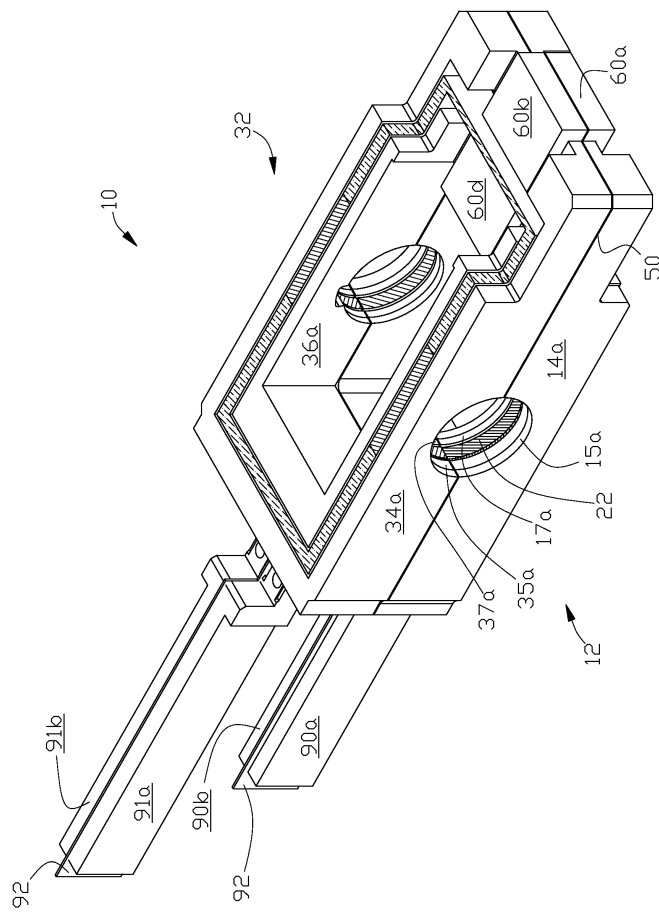
도면4a



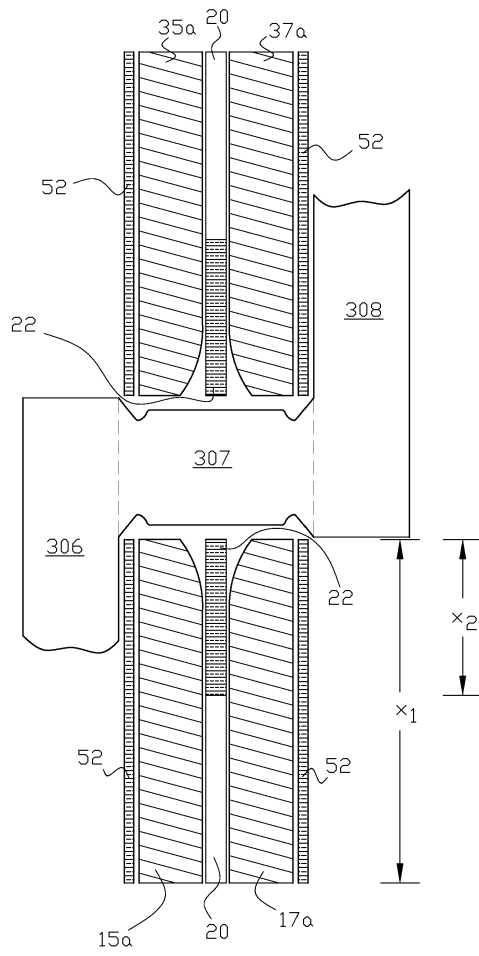
도면4b



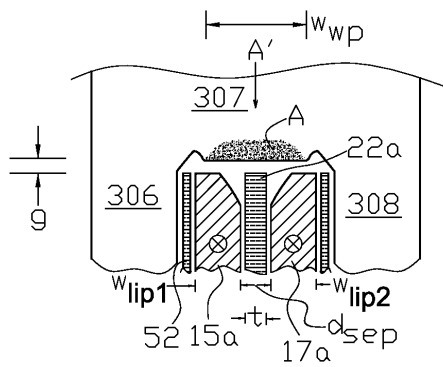
도면4c



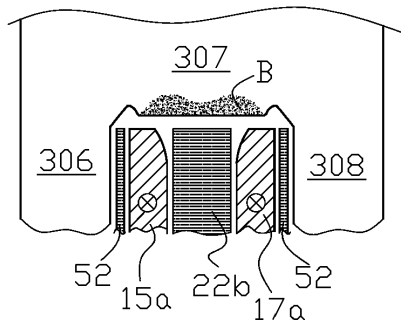
도면4d



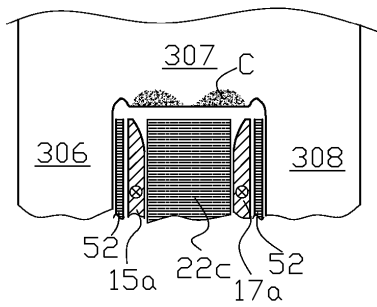
도면5a



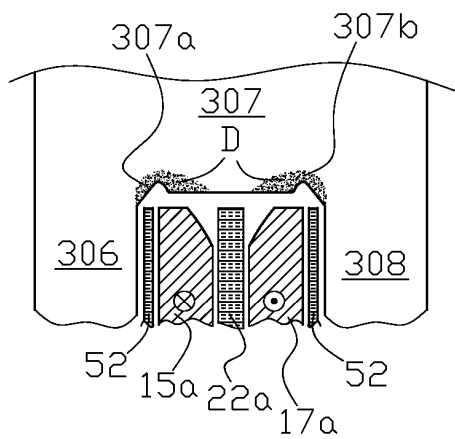
도면5b



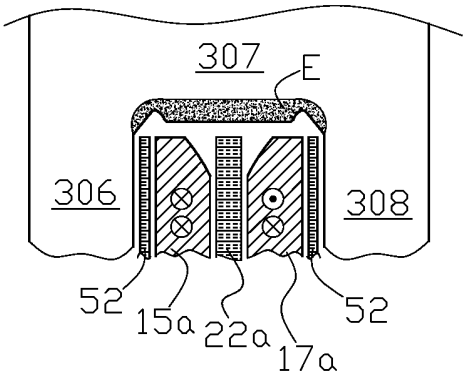
도면5c



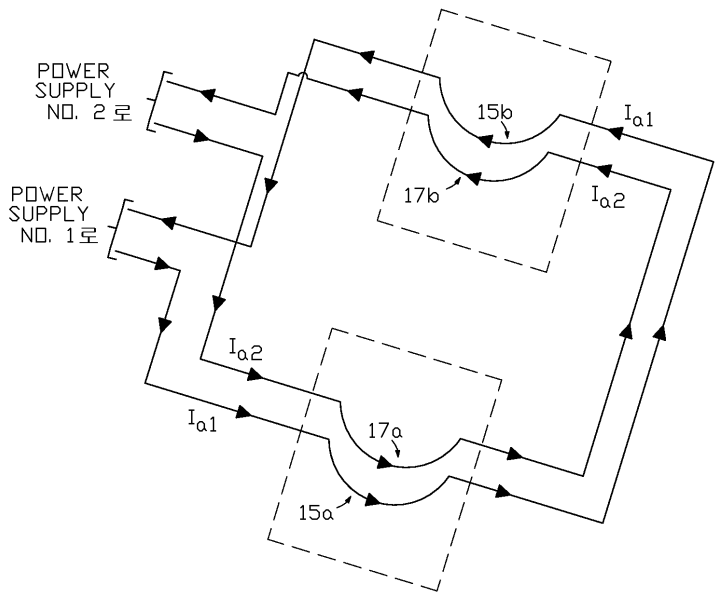
도면5d



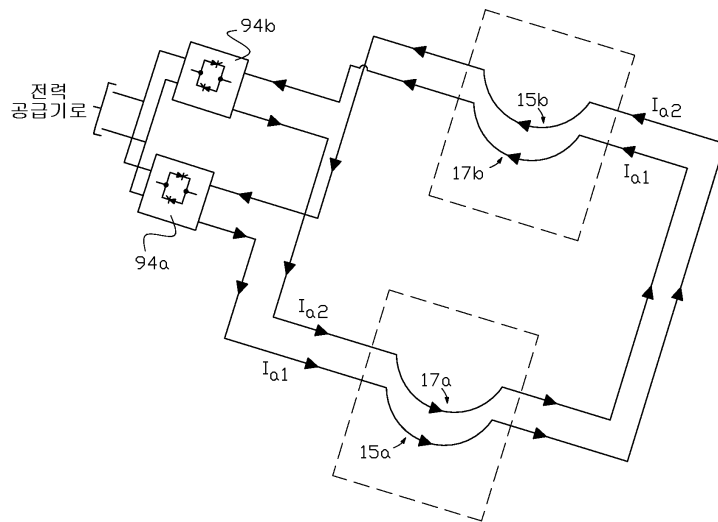
도면5e



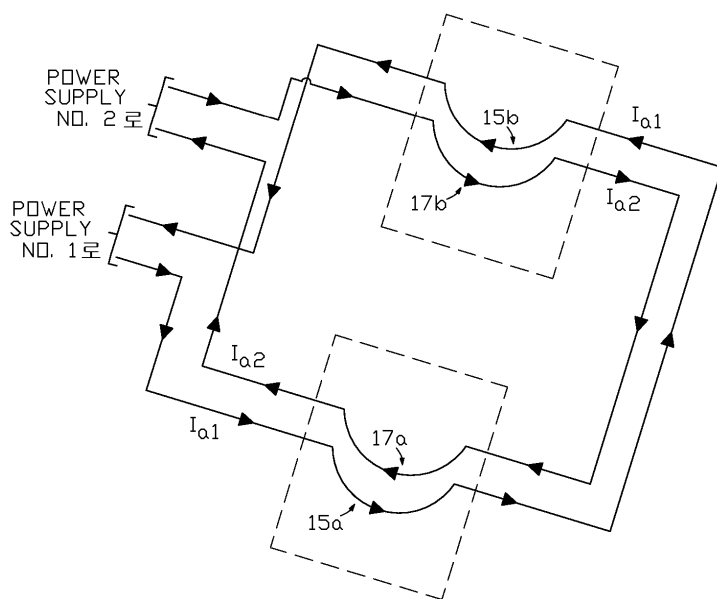
도면6a



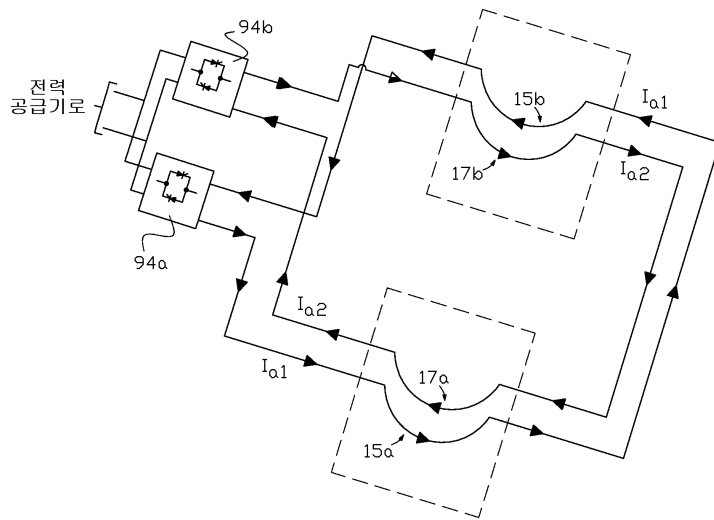
도면6b



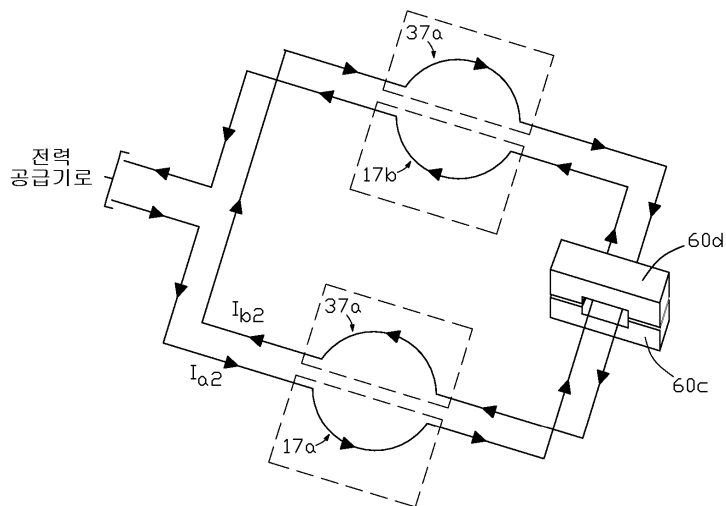
도면7a



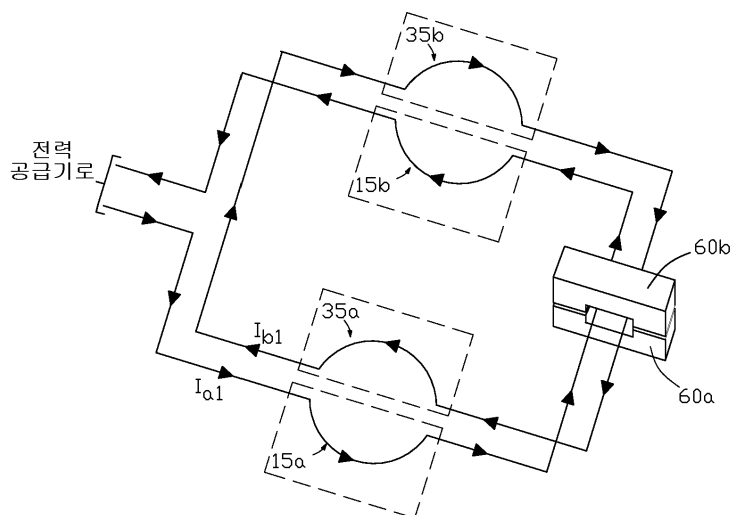
도면7b



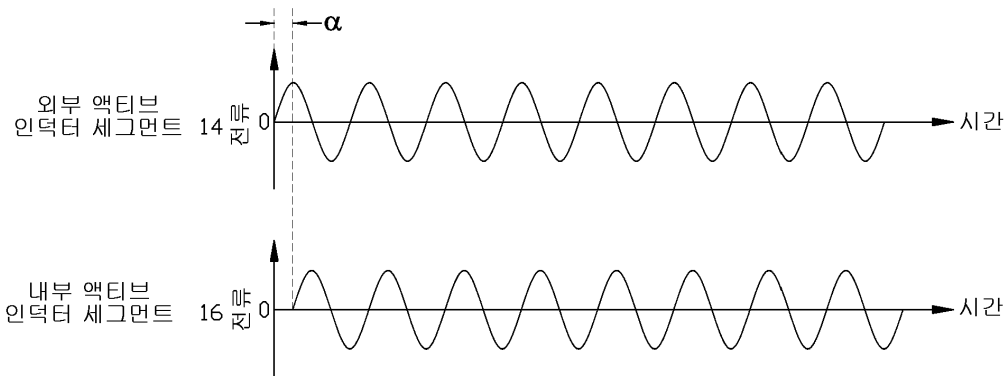
도면8a



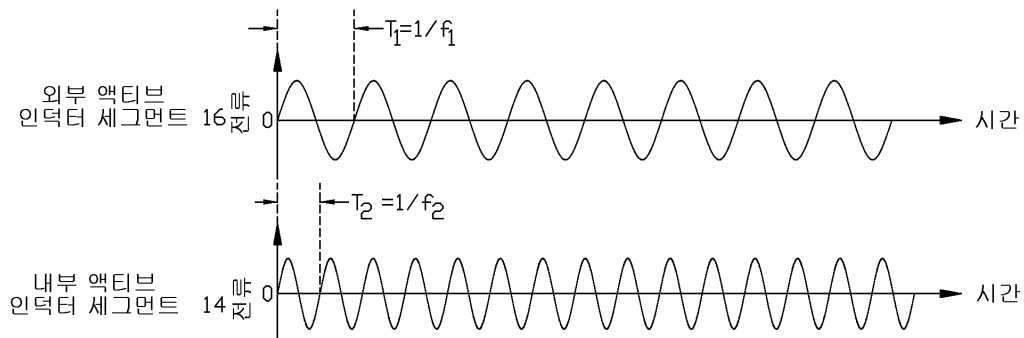
도면8b



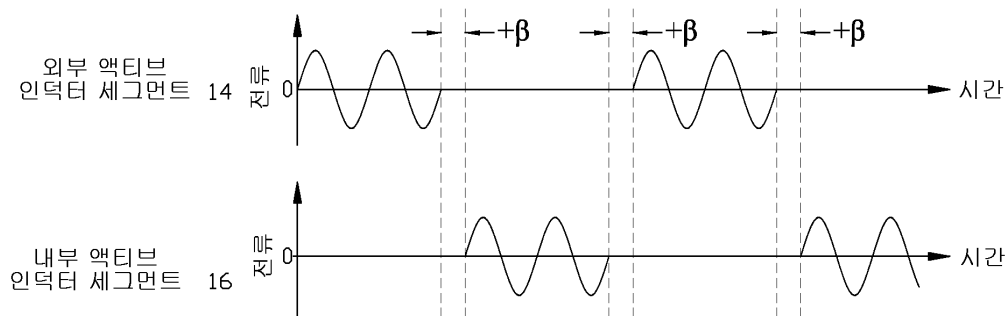
도면9a



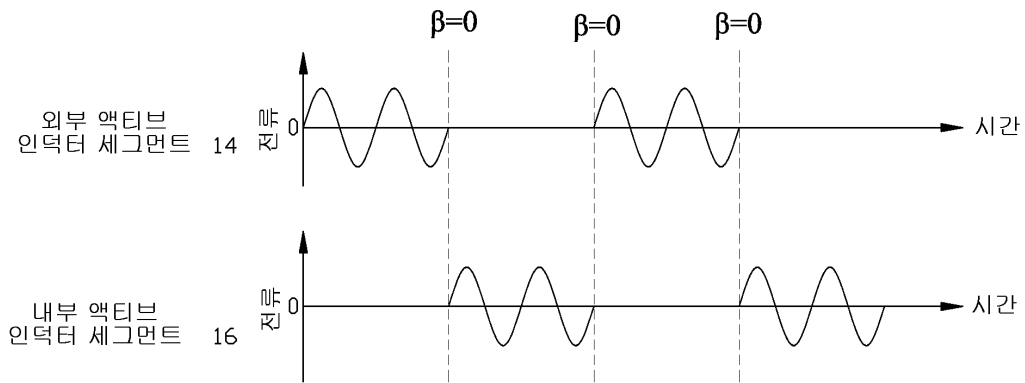
도면9b



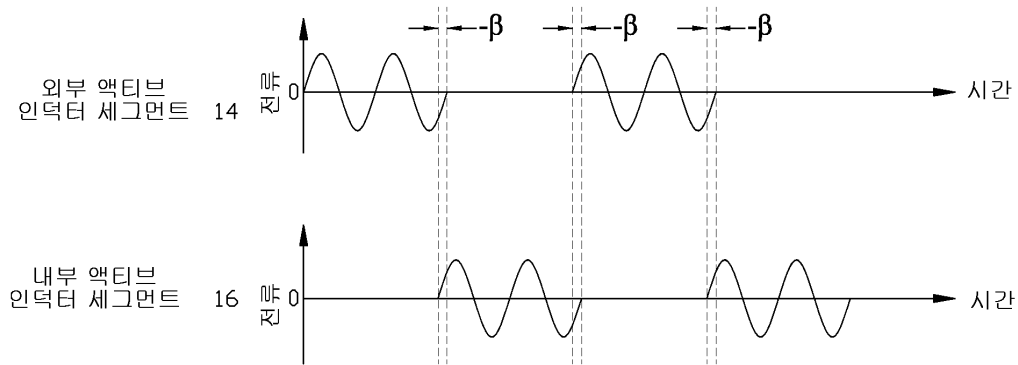
도면10a



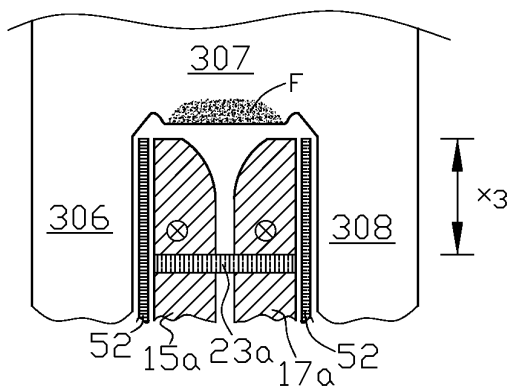
도면10b



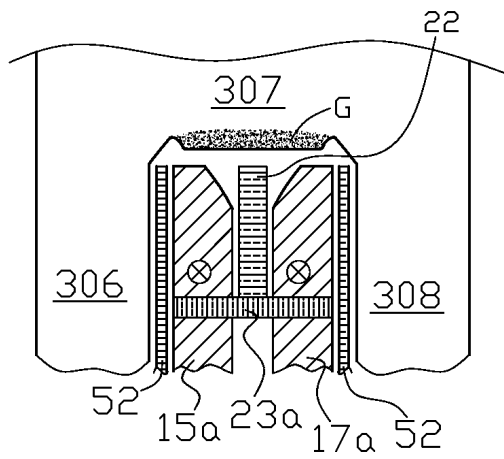
도면10c



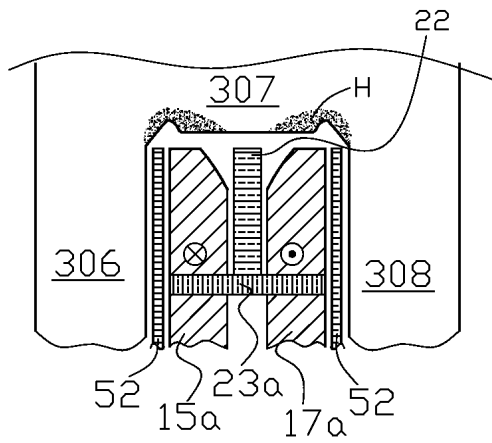
도면11a



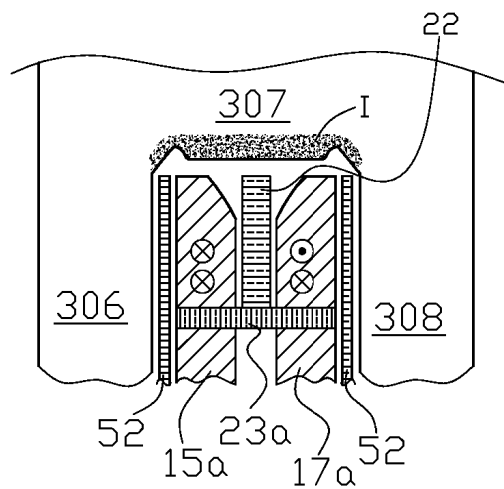
도면11b



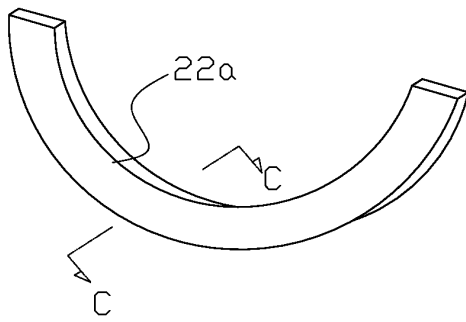
도면11c



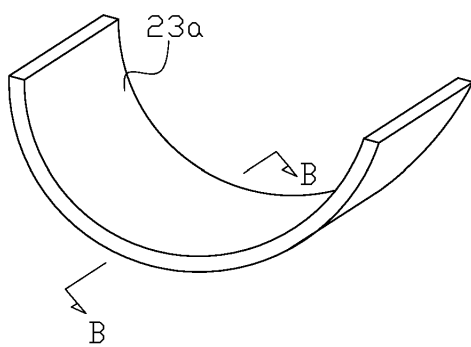
도면11d



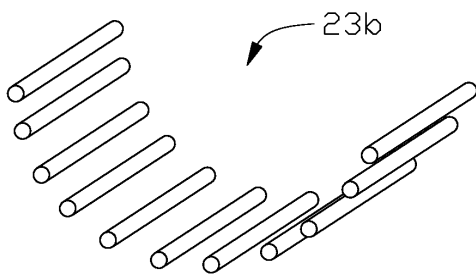
도면12



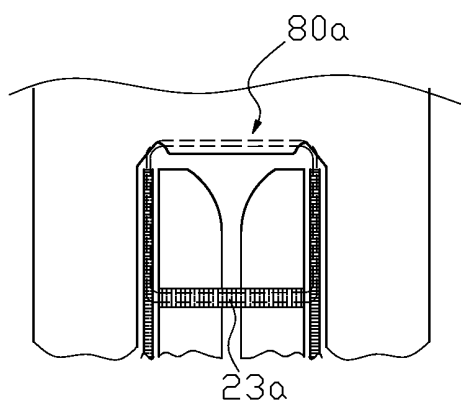
도면13a



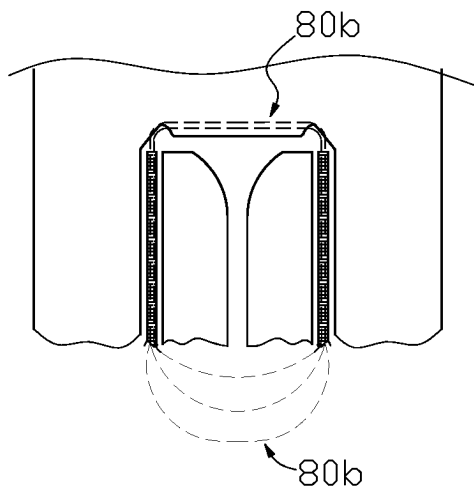
도면13b



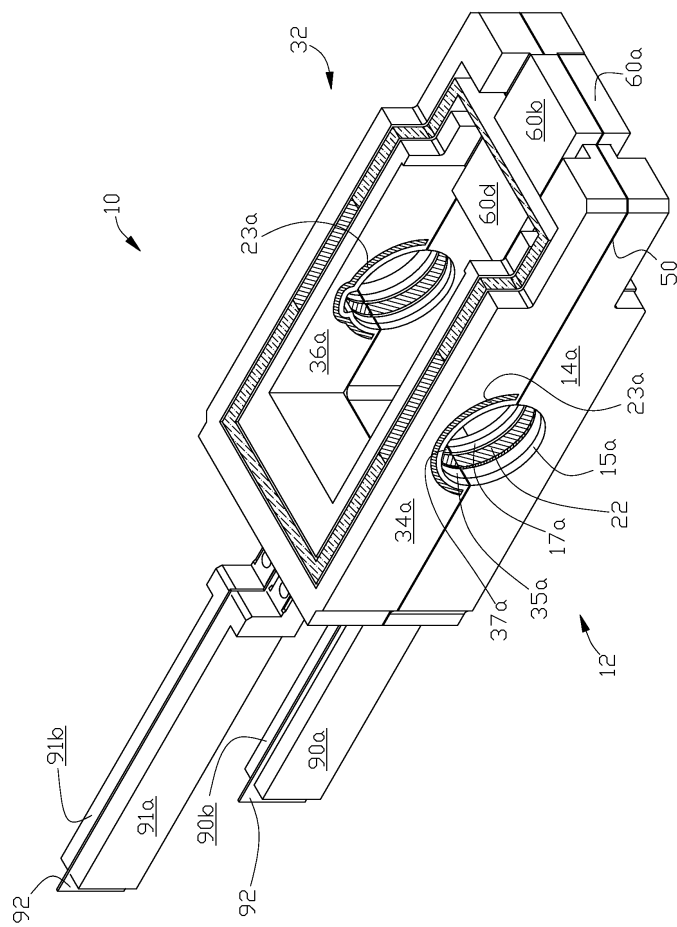
도면13c



도면13d



도면14



도면15

