

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁵
H05B 6/02

(45) 공고일자 1995년01월 16일
(11) 공고번호 95-000397

(21) 출원번호	특1986-0001494	(65) 공개번호	특1986-0007842
(22) 출원일자	1986년03월04일	(43) 공개일자	1986년10월17일
(30) 우선권 주장	85-5811 1985년03월06일 벨기에(BE)		
(71) 출원인	엔.브이. 베카에르트 에스.에이. 윌리 반데벨데 벨지움 비-8550 즈웨베겜 베카에르트 스트라아트 2		
(72) 발명자	고드프리드 배네스트 벨지움 비-8770 인겔먼스터 카이젤라르스트라아트 32 마이클 네어링크 벨지움 비-8500 코트리직 버겐에스터 피케스트 라아트 31		
(74) 대리인	황광현		

심사관 : 조재신 (책자공보 제3848호)

(54) 멀티와이어의 유도가열법 및 그 장치

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

멀티와이어의 유도가열법 및 그 장치

[도면의 간단한 설명]

제 1 도는 종주파 발생기에 연결된 멀티와이어(multi-wire) 유도코일을 구비한 가열장치의 평면도.

제 2 도는 제 1 도 선(A-A)에 대한 인덕터의 확대 단면도.

제 3 도는 제 2 도 선(B-B)에 대한 확대단면도로서 종방향 와이어내의 코일권선구조의 바람직한 일 실시예.

제 4 도는 코일권선 구조의 다른 바람직한 실시예.

제 5a 및 5b 도는 구리스trip권선과 납땜된 구리 냉각튜브를 포함하는 멀티와이어의 유도가열 코일 구조의 특정 실시예에 대한 상세도.

제 6 도는 모듈을 설정블럭개념 및 동일한 멀티와이어 인덕터의 순서를 특정지우며, 전원과 병렬로 연결된 유도가열라인의 바람직한 실시예에 대한 개략도.

제 7a 도는 종래의 것과 비교하는 본 발명에 따른 방법에서의 작동범위(자계강도 및 투자율)의 그래프.

제 7a 도는 자계강도(A/m)대 공동철선의 측정된 비투자율(μ_r)에 대한 그래프.

제 8 도는 와이어 방향으로 설정된 종방향 전압을 수용하기 위해 직렬로 연결된 가열코일 배치의 여러가지 실시예.

제 9 도는 유도가열된 와이어의 측방향으로 설정된 전압을 최소화하기 위해 병렬로 연결된 가열코일 배치의 여러가지 실시예.

제 10 도는 전류공급연결을 내장한 멀티와이어 유도가열 블럭개념의 실시예.

제 11 도는 가열 및 균열하기 위한 가열라인(11a)과 유리점 이상으로 가열하기 위한 (11b)것을 도시한 도면.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 유도가열법 및 그 장치에 관한 것으로 특히, 강선과 같은 세장 금속제품을 유도코일을 통

해 통과시킴으로써 수행되는 유도 가열법 및 장치에 관한 것이다.

강선을 저온 또는 중간 온도에서 가열할 필요가 종종 있다. 예컨대 열처리는 열확산, 응력제거, 뜨임, 부분 또는 완전풀림과 같은 것이다. 가열단계는 개별적으로, 또는 표면처리, 피복공정, 변형공정과 같은 다른 단계와 연결되어 수행될 수도 있다. 특히, 본 발명은 5mm이하, 바람직하게는 0.5-3mm의 직경을 갖는 강선을 큐리온도(750-760℃)를 초과하지 않는 온도로 가열하는 것에 관한 것이다. 그런, 본 발명은 다른 공정에 응용될 수도 있다. 제조를 위해서, 다수의 와이어를 동시에 가열함과 동시에 평행경로에서 연속적으로 이동시키는 것이 바람직한데, 본 발명은 그러한 것에 이용될 수도 있다.

다수의 강선을 동시에 가열하는데 이용되는 종래의 장치는 연료 또는 전기를 이용하는 가열로, 용융 납욕 또는 염욕 및 직접 전기 접촉 와이어 가열을 이용하는 전기저항 가열 라인용을 포함한다.

종래의 노의 성능은 와이어를 750℃까지 정확히 가열하는 고속도 가열에 제한되었는데 이것은 열전달이 저온에서 중간 온도로 천천히 진행되기 때문이다. 따라서, 높은 와이어 생산속도를 성취하는데에는 상당한 길이의 노가 필요한데, 그것은 기술 및 경제적으로 바람직한 해결책이 아니다. 이와는 반대로 용융된 염 및 납에 직접 침지시켜 가열하는 것은 신속하고 매우 효율적이지만, 와이어 표면이 오염되며, 부수적인 청소와 내부의 작동조건을 필요로 한다는 단점이 있다.

열전류를 전기접촉 로울러에 의해 와이어에 공급한 직접 전기저항 장치는 여러가지의 와이어 가열 공업에 많이 이용되었다. 그러나, 속도와 전력밀도가 증가함에 따라, 스파킹과 표면층의 위험성이 매우 많이 발생할 수도 있다. 이것은 질 좋고 보기좋고 와이어의 생산에 있어서 매우 바람직하지 못하다.

가장 좋은 해결책은 신속한 비접촉 가열을 수행하는 유도가 열법에 의한 것이다. 오늘날 유도가열은 단조작업을 하기전에 강철봉과 로드와 같은 큰크기의 가공물을 가열하거나, 축, 서커로드(sucker rod)와 같은 제품을 표면경화 하는데 광범위하게 사용되는 기술이다. 그 기술은 와이어공업의 몇몇의 특정분야 예컨대, 압축된 콘크리트 와이어 및 스트랜드의 응력제거를 위한 공업의 분야에 이미 응용되어 왔다. 또한, 그것은 인출된 구리 와이어를 와이어 인출기계를 가진 라인에서 풀림하기 위하여 어느정도 이용되었다.

그러나, 유도가열은 많은 수의 와이어(5,10,20,30,40개 또는 그 이상)를 동시에 처리할 수 있는 멀티와이어 설비에 이용되지 않았다. 다수의 와이어에 대한 비접촉 유도 가열의 개념은 기술적으로 불가능하며, 특히, 아주 적은 와이어 크기에 대해서는 에너지 및 자본의 많이 소비된다고 간주되어 왔다. 유도가열은 각각의 와이어트랙을 위해서 유도가열을 분명히 할 필요가 있으며, 모든 인덕터를 적당한 주파수를 갖는 전류공급원에 분기시키는 것이 복잡하기 때문에 매우 많은 경비가 소모된다는 것으로 생각되어져 왔다. 또한, 와이어에 대한 유도가열의 전기효율 및/또는 열 효율은 다른 가열방법에 비해 뒤떨어진다고 믿어왔다. 이러한 관점에 비추어, 매우 작은 직경을 갖는 와이어를 유도가열하는 것은 매우 바람직스럽지 않을 뿐만 아니라, 어떤 직경이하 예컨대, 1-1.5mm 이하에서는 불가능하다고 믿어왔었다.

가느다란것으로부터 중간 크기 예컨대 2-3mm 이하의 직경을 갖는 강선을 효과적으로 유도가열하는데 야기되는 특성의 문제점은 몇가지의 양상을 갖는다. 즉, 와이어 직경에 대한 유도 전류의 침투깊이의 비율이 제한되며, 전자결합손(magnetic coupling loss)이 코일의 저 충전도 예컨대, 코일직경대 와이어의 비가 낮기 때문에 매우 크다.

이러한 요인을 해소하기 위하여, 다수의 와이어를 한개의 원통형 유도코일에 통과시켜 유효 충전도를 증가시키려고 한 시도가 있었다. 또한, 다른 많은 시도가 있었지만, 어떠한 것도 현대적인 멀티 와이어 처리라인에서 요구되는 경제성과 실제성의 요구를 만족할 수 없었거나 실제로 성공하지 못했다.

유도가열의 공지된 원리 및 이론에 대한 참고문헌은 다음과 같다.

"유다가열"-심프슨 피.지., 맥그로-힐(1990, 미국)

"유도가열편람"-제이, 데이비스, 피, 심프슨, 맥그로-힐(1979, 영국)

미국특허 제 4,118,617호 : 금속와이어 및 밴드의 연속 열처리법 및 장치.

유럽특허출원 제 90,488호 : 다수의 세장 가공물을 동시에 가열하기 위한 장치.

솔레노이드에 있는 원통형 가공물을 생각해보건데, 실효 유도가열을 결정하는 기본 인자는 여자 전류의 주파수 및 밀도, 가공물과 코일간의 공기갭 즉, 코일 내부 직경에 대한 가공물의 비율, 및 코일권선의 기하학적 배치이다.

가공물 자체내에서 작동하는 가열전력을 평가하기 위해서, 다음과 같이 주어진 유도전류의 실효 침투깊이(P)를 먼저 고려해야 한다.

$$P = \sqrt{\frac{\rho}{\pi \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot f}} = 5033 \sqrt{\frac{\rho}{\mu_r \cdot f}} \quad (1)$$

여기에서 P의 단위는 cm, ρ는 가공물의 비저항(단위 Ω-cm), μ_r는 비투자율, f는 주파수(cycle/sec)이다.

전체 열의 87%가 실효 침투깊이(p)에서 유도전류에 의해 발생되기 때문에 침투깊이(p)는 가공물의 직경의 1/2이하 (P=1/2d)로 충분히 유지하여 유도전류의 초과를 방지한다. 침투깊이(p)는 주파수에 종속되며, 예컨대 강자성 강철봉의 경우 주파수(f)=50Hz에서 1-10mm까지 변할 수 있다. 가공물 중앙에서의 전류손실은 적은 직경의 와이어를 유도가열하는데 특히 민감하다. 중간크기 예컨대, 3mm 이

하의 와이어를 효과적으로 유도가열하기 위해서는 적어도 수천 Hz의 전류 주파수를 사용할 필요가 있을 것이다.

유도가열 코일의 전기효율 (η_E)은 다음과 같이 표시된다.

$$\eta_E = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{\rho_{cu}}{\rho_W \cdot \mu_r} \cdot \frac{D}{d} \cdot \frac{1}{k} \cdot \frac{L}{l}}} \quad (2)$$

여기에서 ρ_{cu} : 코일권선(구리재료)의 비저항

ρ_W : 가공물(예컨대, 강선)의 비저항

μ_r : 가공물(예컨대, 강선)의 비투자율

D : 코일권선의 직경, d 는 와이어의 직경

L : 유도가열코일의 길이

l : 유도코일에 의해 둘러싸여진 와이어의 유효길이

k : 침투깊이대 와이어직경의 비(d/p)에 의존하는 전류효율계수($k < 1$)이다.

d/p 일 경우 k 는 거의 1이다.

가공물에서 소비된 가열전력(P_w)은 다음과 같이 표시된다.

$$P_w = H^2 \cdot \frac{\rho_W}{p} \cdot \pi \cdot d \cdot l \cdot k \quad (3)$$

$$H (= \frac{NI}{L})$$

여기서 H 는 자계강도이고 I 는 여자전류, p 는 침투깊이, N 은 권선수이다.

공식(3)에서 알 수 있는 바와 같이, 발생된 가열전력은 H^2 또는 I^2 에 비례하고, 침투깊이(p)에 반비례하여 증가한다. 바아 및 강철봉의 유도가열에 있어서, 포화수준의 자계강도(H_s)까지 (코일권선에 의해 지지될 수 있는)고전류 밀도를 인가하는 것이 보통이다. 적은 직경의 와이어의 경우, 높은 주파를 사용하거나, 높은 전류밀도를 사용하여 가장적인 침투깊이(p)를 구할 수 있다.

그러나, 본 발명자는 이것은 0.5~2mm 직경의 와이어를 가열할시 엉뚱한 결과 및 매우 낮은 열효율을 종종 나타낸다는 것을 발견했다. 본 발명자는 대부분의 가열의 문제점이 적은 와이어를 유도가열할 경우 전기 에너지와 열에너지사이의 미묘한 균형으로부터 생긴다는 것을 알았다. 너무 높은 주파수 및/또는 전류밀도는 과열 또는 표면을 태우거나 실제 열효율을 광범위하게 변동시킬 수도 있다.

따라서, 필요로 하는 와이어온도의 매우 많은 산란이 얻어지며, 전체의 에너지 효율은 효과적이며 경제적인 가열을 하지 못하는 수준에 유지된다.

그러한 문제점은 와이어 표면으로부터 수냉코일권선까지의 열손실과 전자결합, 공지된 표피효과가 가열능력 또는 효율에 나쁜 영향을 줄 수 있는 경우, 0.5-1.5mm 직경의 작은 와이어에 매우 민감하게 될 수 있다.

본 발명의 일 실시예의 목적은 이러한 문제점들을 해결하는데 있다. 따라서, 비교적 낮은 에너지 밀도(표면의 과열을 회피하고, 주위에 대한 와이어주변의 조절가능한 열손실의 양을 줄이기 위한)와, 와이어에 대한 높은 투자율 값으로의 천이를 사용하기 위해 제안되었다.

이러한 배치는 전기효율을 향상시키고[공식(2) 참조], 또한 강선의 비투자율을 자계강도의 감소와 더불어 증가시킨다. 공식(3)을 와이어의 단위체적당 소비된 열전력(P_w)으로 다시 표기하면 다음과 같다.

$$P_w = 4\pi H^2 \cdot \mu \cdot \mu_r \cdot f \cdot k \frac{p}{d} \quad (4)$$

따라서 $H^2 \mu_r$ 를 고려해보는데, 자계강도의 감소는 μ_r 이 증가할 것이기 때문에 열전력에서의 동일한 감소를 발생하지 않는다. 본 발명자는 종래의 높은 자계강도를 사용하여 충분한 열전력을 얻는 것의 단점을 해결하기 위하여 파라미터를 조절할 수 있음을 알았다.

이러한 관점에 비추어, 본 발명은 유도코일에서의 세장강철 부재의 유도가열법을 제공하는바, 자계강도가 조절되어 상기 부재의 비투자율을 적어도 40으로 유지되도록 함을 특징으로 한다.

이것은 포화에 접근하는 자계를 위해 10-20의 전형적인 값을 가지고 통상적으로 사용된 수준위에 수행된다.

본 발명은 실행하는데 있어서, 비투자율은 적어도 80으로 하는 것이 바람직하며, 전형적으로는 100-200의 범위가 바람직하다.

이러한 본 발명의 특징은 5mm 이하 특히 2-3mm의 직경을 갖는 가느다란 강선에 특히 응용가능하다.

최저한계는 약 0.5mm이다.

자계강도는 3,000-35,000A/m, 바람직하게는 5,000-20,000A/m이 범위일수도 있다. 사용된 전형적인

주파수는 50,000Hz까지일 수 있으며, 특히 5,000-30,000Hz가 바람직하다.

열압력은 종래의 장치보다는 적을수도 있으며, 본 발명에 의해 그것은 실질적인 레벨일수도 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 이것은 가열하는데 필요한 시간이 증가될 것임을 의미한다. 특히, 본 발명은 연속적으로 이동하는 와이어의 가열에 관한 것이므로, 종래의 가열장치에 비해 보다 긴 코일길이 가 필요할 수도 있다. 이것은 해결해야 할 또다른 실제 문제를 야기시킨다.

가열장치는 와이어의 유형과 직경에 따라 변할 것이며, 코일길이 또한 10-100m/min 또는 그 이상의 와이어 속도에 의존할 것이다. 예컨대, 전형적인 코일 길이는 약 2m 또는 3-5m일 수도 있다. 본 발명자는 이것이 와이어길이에 걸쳐 수용할 수 없는 높은 유도 전위차를 야기시킬 수 있다는 것을 알았다. 이것은 유도가열에서의 단점이 되지 않지만, 긴코일과 연속와이어라인을 사용할 경우, 종방향의 와이어내에 집적된 전압이 임계값(50V까지)을 얻을수도 있으므로 안내부재, 권취리일과 같은 설비의 접지 성분과 와이어 사이에서의 스파킹을 야기시키는데, 이 스파킹은 견딜수 없는 와이어 표현의 흠이 야기시킬수도 있다.

종방향의 와이어에서의 과도한 전압적적의 주된 원인은 와이어 축에 코일권선의 피치에 기인하여 공간 전계가 와이어내에서 유도되는데, 이러한 공간전계는 와이어 방향으로 약간 기울어진다는 경향이 있다는 것이다.

상기의 전계는 많은 방사성성분과, 적은 축상 성분으로 해결될 수 있는데, 그의 벡터함은 와이어의 길이를 따라 증가하는 집진적 전위를 발생한다.

본 발명자는 그러한 문제점은 유도코일의 길이를 적어도 2부분으로 분할하여 그 2부분의 권선방향 및/또는 전류의 위상을 역전시키므로써 해결될 수 있다는 것을 알았다.

이것은 비교적 긴 유도코일이 필요할 경우에도 이용할 수 있다. 따라서, 본 발명의 다른 특징에 따르면, 부재가 위치되는 코일을 가진 유도가열 장치를 제공하는바, 적어도 2개의 인접된 코일블럭이 제공되되, 코일권선의 방향 및/또는 여자 전류의 위상이 인접된 코일블럭 사이에서 역전됨을 특징으로 한다.

위상의 역전은 권선의 방향보다도 큰 효과를 가짐을 알 수 있었다. 그러나, 최선의 결과는 위상 및 권선방향 모두를 역전시킴으로써 성취되며, 이것은 또한 인접한 코일단부의 교차에 기인하여 자계의 사점(dead spot)을 경감시킨다.

이러한 배치는 상호에 대해 배치되어 전원에 연결될 수 있는 다수의 코일모듈을 제공하므로써 용이하게 얻을 수 있으며 이러한 숫자 및 조합은 소정의 특정한 응용에 필요로 할 수도 있다.

대체로, 코일권선의 역전은 코일축에 대한 권선의 경사각의 역전을 야기시킨다는 것을 알 수 있을 것이다.

본 발명의 또 다른 특징은 유도코일자체의 구조에 관한 것이다. 전술한 바와 같이, 가공물과 코일간

의 공기갭은 공식(2)에서 최소로 유지되어야만 하는데, $\frac{D}{d}$ 최적효율을 위해서 적어야만 한다. 이것은 많은 수의 와이어가 열처리될때의 문제점으로 나타난다. 각각의 와이어를 위해 각각의 코일을 사

용하는 제안은 경제성이 없다. 다시말하면, 간간한 코일에 많은 수의 와이어를 위치시키는 것은 $\frac{D}{d}$ 의 값을 증가시키며 그들의 위치에 의존하여 와이어의 열처리를 조화시키지 않는다.

따라서, 상기의 특징에 비추어보건데, 본 발명은 다수의 세장부재가 위치되는 코일을 포함한 유도가열장치를 제공하는바, 상기의 코일은 상기의 부재가 열로 배치되도록 대체로 평평한 단면을 갖음을 특징으로 한다.

따라서, 그 단면은 세장의 장방향의 형태일 수 있으며, 그의 단부는 원형을 형성하는 것이 바람직하다.

2개 또는 3개의 열이 바람직한 결과를 얻을 수 있지만, 가장 바람직한 배치는 단지 한개의 열이 수용된다는 것을 생각할 수 있다. 병렬 와이어의 평면 어레이 또는 상기의 어레이를 단단히 에워싸는 평평한 코일의 권선을 갖는 다른 부재의 평평한 어레이가 있을 수 있다. 코일권선은 평평하고 구리 스트립인 것이 바람직하다.

전술한 이론학적 공식은 원통형 코일에 의해 둘러 싸여진 한개의 두꺼운 부위의 경우에 적용되는 한편, 본 발명의 여러가지 다른 특징의 장점은 평평한 코일과, 불연속이며 매우 많은 동일한 적은 부위, 예컨대 와이어의 어레이를 사용하여 유지된다.

특히 바람직하며 유리한 배치는 개별적인 와이어(또는 이와 유사한것)를 이격시켜 그들을 코일을 통해 안내하기 위한 안내기의 사용을 포함한다. 이러한 안내기는 개방채널, 연속 또는 간헐적인 형태일수도 있다. 그러나, 안내기는 평행한 연속 튜브의 형태가 바람직하다.

안내기는 전기 절연되는 것이 바람직하며, 세라믹 또는 다른 내화제로 제조할 수도 있다.

본 발명을 첨부도면에 의거하여 상세히 기술하면 다음과 같다.

유도가열장치를 도시한 제 1 도에는 적당한 발생기(2)에 의해 공급되는 중(또는 고) 주파전류에 의해 여자되는 멀티와이어 유도가열코일(인덕터)(1)이 도시되어 있다. 통상적으로 발생기(2)의 전기회로는 전력공급변압기(Tr), 3상 다이리스터 정류브리지(Rf), 초-크 코일(CH), 종종 전류 발생부위를 제어하는 다이리스터(Th1~Th4), 및 적당한 용량을 갖는 캐패시터 어레이(C)(발생기의 전기적 특징에 대한 부하회로의 임피던스 보상하기 위한것)로 구성된다.

다수의 와이어(W)는 평평한 유도가열코일(1)을 통해서 계속적으로 이동하며 특히, 각각의 선은 우수한 열 및 전기적으로 절연된 관형안내기(3)를 통과한다. 이 안내기는 적당한 단면을 가진 세라믹튜브이며 여기에서는 가열코일의 권선(4)에 의해 둘러싸여진 한층의 평평한 열로 배치되어 있다. 와이어를 동그랗게 하기 위해서, 통상적으로 한개는 원통형튜브를 사용하며, 평평한 와이어같이 형성된 와이어를 위해 장방형 단면을 가진 튜브가 사용될 수 있다. 코일권선은 단단하며 높은 전도도를 갖는 구리와이어, 케이블 또는 스트립으로 제조될 수도 있는데, 적당한 냉각수단이 코일 외측구조(예컨대 코일 내측으로부터 분리되어 권선과 직접적으로 접촉하는 수막과 같은) 또는 내측 수냉장치를 가진 관형구리권선에 제공된다.

제 2 도에는 코일권선(4), 세라믹 튜브의 안내기(3), 및 와이어(W)의 위치를 명확히 도시하기 위해서 평평한 멀티와이어 가열코일의 단면도가 도시되어 있다.

제 3 도와 제 4 도에는 제 2 도 선(B-B)를 따른 와이어 축을 지나는 가열코일의 종단면도가 도시되어 있다.

제 3 도에서 알 수 있는 바와같이, 코일권선은 스트립권선의 외부표면에 납땀된 연속구리튜브(6)에 의해 냉각된 단단한 구리 스트립(5)으로 구성된다. 이러한 형태의 구리선은 20mm 이하의 내부인덕터 터널높이를 가진 매우 평평한 가열코일을 제조할 수 있다.

제 4 도는 수냉 구리튜브(7)로 형성된 가열코일을 도시한 것인데, 그것은 낮은 인덕터 높이로 감을 수 있도록한 목적(내측에 있는 관형 와이어 안내 어레이의 외측주변을 정확히 정합시키기 위한 것)을 위해서 타원형, 평평한 원형 또는 평평한 단면을 갖는 것이 바람직하다.

가열코일의 제조 및 사용시에 있어서, 인덕터의 높이를 가능한한 내부 이송튜브와 근접시켜 이 높이를 작동중에 코일의 축방 및 종방향으로 일정하게 유지시키도록 하는 것이 중요하다.

멀티와이어코일을 제조하기 위한 몇가지 가능성 가운데 한가지는 다음의 방법을 선택할 수 있다. 먼저, 구리 전도체는 요망하는 형태(높이, 넓이, 길이, 및 미터당 권선수)의 가열코일을 형성하도록 적당한 크기의 맨드릴상에 감긴다. 코일은 안정도를 형성하기 위해 응력이 제거되며 각각의 인덕터 권선을 절연시키기 위해서 중합체 또는 다른 물질로 코팅한다. (즉, 스트링과 같은 나선형의 코일을 신장시켜 적당한 니스에 침지시키고 경화 및 건조시키고, 나선을 제거한다) 이후 코일에는 적당한 기계적인 고정수단과 필요한 전기연결구 및 냉각부속물이 제공된다. 또한, 코일권선은 강성재에 의해 예컨대, 적당한 플라스틱재료(에폭시와 같은 것) 또는 시멘트 또는 섬유 콘크리트와 같은 섬유상의 접착성 재료내의 구조에 의해 영구적으로 안정화될 수 있다.

완성된 인덕터의 내부터널공간에는 전술한 다수의 적당한 안내 채널이 제공되며, 다공성머플(muffle) 또는 다층의 내화판이 제공 될 수도 있지만, 이 경우에 인덕터를 통해 와이어를 개별적으로 이송하기 위해서 다수의 세라믹튜브의 관형 안내기(3)를 포함한다.

세라믹튜브와 구리권선사이에서 하나의 권선에 대한 와이어의 열손실을 경감시키기 위해서 부수적인 열절연장벽층 예컨대 운모판, 내화섬유벨트와 같은 것을 배치시킬 수 있다.

또한 이상벽층은 관형 안내기의 우연한 파괴시에 시스템의 안전도를 증가시키며 와이어와 코일간의 직접 접촉의 위험성을 경감시킨다.

평평한 장방향 인덕터 채널(높이가 튜브의 직경보다 수 mm정도 큰)에 삽입된 세라믹튜브는 적당한 파지수단에 의해서 코일입구 및 출구에 고정된다. 전체의 가열길이가 개별적으로 인접된 다수의 코일모듈로 구성될 경우, 세라믹튜브는 전체의 가열경로에 걸쳐 연속되거나, 하나의 코일블럭의 길이에 걸쳐 연장되어 적당한 플랜지에 의해 후속모듈과 연결될 수 있다. 후자의 배치에 대한 장점은 파괴된 튜브 및/또는 고장난 코일 모듈이 신속히 제거되어 새로운 부재로 교체된다는 사실에 의존한다.

제 5 도에는 직렬로 연결된 두개의 코일부분으로 세분되며, 반대의 권선 피치 방향 [코일중간부(8)에서의 권선방향의 변경]을 갖는 코일길이를 구비한 인덕터의 상세도가 도시되어 있다. 본 실시예에서, 코일권선은 경납땀한(brazed-on) 냉각용 튜브(6)를 지지하는 구리 스트립(5)으로 제조되는데, 그것은 제 5b 도에서 확대된 단면으로서 상세히 도시되어 있다. 이 코일은 약 2.4m의 길이로 가지며, 2mm×5.5mm의 구리스트립의 37회전의 권수를 갖는다. 내부코일의 높이는 20-22mm이고, 폭이 60cm이하인 인덕터 채널에는 외측직경이 15mm이며 두께는 2mm인 36개의 세라믹튜브가 장착된다.

이것은 와이어의 간격이 약 15mm이라는 것을 의미한다.

아주 작은 튜브를 사용할 경우, 와이어간격은 인덕터 충전요소를 증가시키기위해 더욱 감소될 수 있다. 그러나, 생산에 있어서, 얻을 수 있는 최소간격은 매주작은 구멍을 통해 와이어를 인장하기가 어렵다는 것과 같은 실제고려요인에 의존하는데, 이는 와이어의 파괴, 적은 직경의 세라믹 튜브의 이용도, 와이어의 형클어짐의 가능성을 야기시킬 수 있다.

유도가열단계가 와이어 처리라인에서 시작될 경우, 실제의 와이어간 거리는 처리단계전 또는 가열단계에 대한 후속단계시에 얻을 수 있는 최소한의 간격이 주어질 수 있다.

제 6 도는 연속된 각각의 코일블럭(1')으로 구성된 멀티 와이어 유도가열라인의 개략도가 도시되어 있는바, 각각의 블럭은 멀티와이어 코일구조를 형성한다. 그 코일은 제 6a 도에 도시한 바와같은 타원형의 관형 구리 튜브(7)(폭이 대략 10mm인 36회전)로 제조된다.

여기에서 도체권선은 수 mm두께의 열저항성 절연층(10)에 의해 세라믹튜브와 분리된다. 제 6a 도에서 코일블럭(1')은 두개의 병렬 버스바아(bus bar)(9)에 의해서 전류 공급원과 병렬로 연결되어 있다. 이러한 배치는 설치된 전력용량에 대한 고 레벨에서 발생기의 유용한 용량을 유지하기에 매우 바람직스러운데, 그 이유는 저항성, 유동성 전압이 버스 바아에 걸쳐 손실되며 가열코일이 상당히 긴 전류 공급라인을 특징 지우는 직렬 연결 코일 블럭과 비교할 때 낮게 유지될 수 있기 때문이다.

제 7a 도는 여러가지의 철선(합금하지 않은 저 및 고 탄성강선에 대한 밴드 A, 고 크롬강선에 대한 곡선B)상에서 수행되는 자계측정에 기초한 인가된 자계강도(H)에 대한 비투자율(μ_r)을 도시한 것이다. 비투자율(μ_r)에 해당하는 선택된 작동범위는 40-500이상이며 바람직하게는 80이상, 더 바람직하게는 100-200이다. 이러한 상태를 성취하기 위해서, 코일설계(권선수/m)와 여자전류는 3,000-35,000A/m, 바람직하게는 5,000-20,000A/m의 광범위한 작동범위를 보호하도록 한다.

비투자율(μ_r)이 200이상일 경우 자계강도(H)변화에 대한 비투자율(μ_r)의 급격한 변화는 작동조건 외의 바람직스럽지 않은 변동을 야기시킬 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다.

이것은 작동범위를 벗어나서 포화자기화(Hs)에 가깝거나 지나(μ_r 이 40이하, 통상적으로 10-20)접근하는데, 이것은 제 7b 도에 표시한 바와 같은 유도가열의 종래의 기술절차이다.

멀티와이어의 평평한 코일을 사용할시와 전술한 여자조건을 응용할시에는, 60-90%(와이어의 직경에 따른)의 코일효율이 얻어질수 있는데, 전형적으로 8,000-25,000Hz의 발생기 주파수에서 와이어 직경범위가 0.75-2mm에 대해서는 70-85%가 얻어진다. 시험되는 모든 경우에 있어서 전체의 실제에너지효율(실제발생기 효율과, 부하곡선대 효율에 의존하는)은 50%이상이며, 대다수의 실제처리 상황에서, 시스템의 전체에너지효율은 60-75%범위이며, 이는 와이어의 직경을 해보건데 매우 높은 정도이다.

제 8 도는 전압설정을 감소시키기 위한 여러가지의 가열코일배치를 도시한 것인데, 이들중 연속적인 코일은 반대방향으로 감긴 적어도 두개의 코일부분으로 세분되거나(제 8a 도), 전체의 가열길이 직렬로 연결된 여러개의 코일블럭(제 8b-e 도)으로 구성되는데, 코일블럭(제 8 b 도)은 반대방향으로 감겨 동일한 순간 전류 흐름방향을 가지며, 코일블럭(제 8c-e 도)은 전류흐름 방향이 역전되도록 전원에 상호 연결된다. 또한, 코일블럭은 권선방향이 역전될 수도 있다. 제 8 도에서, 임의의 순간에서의 전류방향은 화살표(i)로 표시하였다.

제 9 도에는 다수의 코일부분 또는 코일 모두율로 분할되는 유도가열기의 또다른 배치가 도시되어 있는바, 이러한 것들은 전원에 병렬로 연결되어 있으므로, 와이어를 따른 전압 설정은 전류방향 또는 코일권선 방향 또는 이들 모든 방향을 전도시키므로써 감소된다.

제 9a 도에는 공급원의 중심점을 가진 두개의 부위로 분할되는 코일을 도시한바, 동일권선(9a), 또는 반대권선(9b)을 갖는다. 화살표(i)는 전류의 순간 방향을 표시한 것이다. 모두율 설정 블럭개념(제 9c,d,e 도)에 있어서, 제 9c 도는 블럭에서 블럭까지의 전류방향이 변하며, 제 9d 도는 블럭조립체에서 블럭 조립체까지의 전류방향이 변화되 동일코일블럭 권선방향을 유지하며, 제 9e 도는 권선과 전류의 방향이 모두 변하는데 전류흐름 및 권선방향을 두개의 인접코일블럭 사이에서 동시에 역전된다.

제 8,9 도에 도시한 실시예중 가장 바람직한 실시예는 이러한 멀티코일배치이므로, 코일 권선방향과 전류흐름 방향은 도시에 전도된다. 이러한 방식으로 와이어와 접지된 설비구성품간의 전위차는 무시할 수 있는 레벨(1-5V)로 효과적으로 억제되며, 가열길이에 걸친 국부 전위차는 상당히 많이 감소된다. 더욱이 후속 코일의 모든 암페어 변수의 역전배치가 두개의 인접코일간의 수동적인 작용을 배제하기 때문에 능동적으로 유지되는데, 그렇지 않으면 상호 작용은 가열라인의 실효 가열능력을 저하시킨다.

제 10 도에는 멀티와이어 코일 설정블럭(병렬로 연결된)의 바람직한 실시예가 도시되어 있는바, 이것은 전류공급이 인접된 상호거리(최대 2mm)에서 적당한 형태(예컨대 U 또는 L-형태)의 두개의 병렬 도체봉을 포함하는 신규의 버스봉 연결체 및 3층의 복합봉의 형태인 얇은 절연층에 의해 분리된다. 이러한 전류공급배치는 전류공급거리 및 이와 관련된 저항전압 강하(병렬함을 지나 전원까지의)를 감소시킬뿐만 아니라, 전류공급봉 및/또는 전류공급봉과 코일사이를 따른 유도자계(및 그가 관련된 전압강하)효과를 억압 또는 보상하므로써 이용가능한 작동전압(가열코일 연결기를 지나는 실효전압대 발생기의 단자전압)의 바람직스럽지 못한 감소를 매우 많이 방지한다.

제 10 도에 도시한 바람직한 실시예는 모두율 설정블럭 개념의 유도가열라인이며 두개의 병렬 U자형 도체(11)와 절연내층(12)을 포함하는 개량된 버스 바의 형태로 공급장치(코일사이에서 전류가 전도됨)에 병렬로 연결된 일련의 멀티와이어코일(1')을 포함한다. 버스바 구조의 다른 장점은 그것을 표준코일 블럭으로 신속하면서 간단하게 부착/교체할 수 있다는 것이다.

제 11 도에는 특별한 열처리를 하기 위한 두개의 유도가열배치가 도시되어 있다. 제 11a 도는 가열 및 균열하기 위한 가열라인을 도시한 것인데, 이것은 임피던스(z1)을 갖는 일련의 제 1 코일과, 상이한 임피던스(z2)를 갖는 일련의 제 2 코일로 구성되되, 모든 코일은 동일한 발생기와 병렬로 연결되는 것이 바람직하다. 임피던스(z2)는 임피던스(z1)를 갖는 코일이 선형적으로 급속히 가열된후 얻어진 온도 레벨을 유지하는데 쓰인다.

물론 다른 온도가 이용될 수 있다. 제 11b 도에는 큐리점 이상으로 다수의 철선을 동시에 가열하기 위한 바람직한 실시예가 도시되어 있다. 유도라인은 중주파가열경로 [발생기(G1)에 연결된 코일(C1)]와 고주파가열경로 [발생기(G2)에 연결된 코일(C2)]로 구성된다.

첨부된 가열 다이어그램에 개략적으로 도시한 바와같이, 효율적인 고온 유도가열이 가능하며(발생기의 주파수의 필요로 하는 고레벨이 인가되어 충분한 전력에서 이용가능하며), 전체가열 온도(약 760°C까지)의 대부분은 최적의 전기효율에서 발생한다.

더욱이 각각 세라믹 관형 채널을 장치한 멀티와이어 유도가열 장치는 소정의 보호분위기를 사용할 수 있다.

가열연소는 튜브의 직경이 작고 가스가 들어있기 때문에 아주 낮게 유지할 수 있다. 하기의 실시예에서는 바람직한 멀티와이어의 가열장치 및 가열방법에 대한 실질적인 장점과 다양성을 기술한 것이다.

[실시예 1]

전체의 길이가 4.6m인 멀티와이어 유도코일이 1.20mm의 직경을 갖는 36개의 강선을 동시에 가열하는데 쓰였다. 인덕터(제 5 도에 도시한 것과 유사한 형태)가 구리스트립(100×2mm)(스트립 권선의 외측표면에 납땀된 10mm 직경의 구리파이프에 의해 냉각된 물)으로부터 감겨져서 22mm(높이)×560mm(폭)의 평평한 장방향 단면을 갖는 내측 인덕터 채널을 둘러싸도록 했다. 그것은 각각의 와이어를 개별적으로 안내하기 위하여 36개의 세라믹 튜브(평평한 병렬형태)를 포함한다. 코일은 두개의 코일 부분으로 나누어지고, 각각의 코일부분은 17개의 좌측 및 우측권선을 갖는다.

200KW-10KHz 발생기가 코일에 연결되었다. 모든 와이어는 700℃이상의 온도 및 분당 50m이상의 속도에서 균일하게 가열될 수 있다. 실제적인 실시예에서, 멀티와이어의 인덕터 가열기는 약 40m/min의 균일한 라인속도에서 구일 및 아연 피복 강선의 열확산단계를 실행하도록 파이팅팅 및 전기아연도금 처리 설비를 구비한 라인에 쓰였다.

가열 조건은 다음과 같다.

유도된 자계강도 : $14-15 \times 10^3$ A/m

투자율(μ_r) : 95-100

와이어에서 소비된 일 : 70KW

발생기의 효율 : 90.2%

코일 효율 : 65-72%

전체의 가열효율 : 60-64%

평균 와이어온도 : 596℃

표준편차 : 14℃

(표준편차 : 가열코일의 와이어의 상대 위치에 대한 와이어간의 산란의 결과로써 전기도금하고 행군 다음 건조시킨후 와이어 표면의 습도의 약간의 변경에 대한 것)

와이어의 종 방향에서의 최대전위차 : 32V(코일 입구에서 출구간의 전위차)

와이어와 접지된 안내리일간의 전압강하 : 26-29V

[실시예 2]

멀티와이어 유도가열 장치는 40개의 철선을 700℃의 온도까지 동시에 처리하도록 설계되었다. 그 장치는 길이가 2.4m이고 폭이 0,62m인 두개의 가열코일로 구성되었다.

각각의 코일은 약 20mm 높이의 인덕터채널을 형성하는 37개의 55×2mm 구리강선 스트립 권선(수냉구리 튜브가 제공됨)을 갖는데, 여기에서는 40개의 세라믹 튜브(외경 14mm, 내경 10mm)가 삽입된다. 코일은 각각 80KW-25KHz발생기에 연결되었다. 37개의 권선은 18개의 오른쪽 권선수와 18개의 왼쪽 권선수로 분할되었다.

유도가열 설비는 35-65m/min의 속도에서 0.7-1.4mm의 직경을 갖는 40개의 와이어를 처리하는데 쓰였다.

미리도금되어 페인턴드된 와이어 상에서 열확산처리를 수행하는데 있어서, 작업조건은 다음과 같았다.

직경 1.04mm인 0.70%탄소를 함유한 와이어 : 48m/min속도에서 생산

인가된 자계강도 : 8500-9000A/m

와이어 재료의 비 투자율(μ_r) : 140-160

자동 주파수 : 20,600Hz

열처리결과 :

와이어에 소비된 가열 전력 : 66KW(발생기 1+2)

가열코일효율 : 70-76%

전체 가열효율 : 58-67%

평균 와이어온도 : 585℃

평균 편차(40개의 와이어)(s)=12.3℃

가열코일의 입구와 출구사이의 와이어상의 최대 전위차 : 17V

와이어에 접지된 리일 수단까지의 최대전압강하 : 15.2V

[실시예 3]

이 실시예에서, 멀티와이어 유도가열장치의 유용성은 오일냉각된(마르텐사이트)강선 특히, 5×1mm 단면을 가진 평평한 강선을 뜨임하는데 이용되었다. 이러한 목적을 위해서 2m의 길이를 갖는 유도조립 블럭은 관형구리의 50개의 권선을 포함하는 0.5m의 코일 4개의 직렬로 형성시켰다.

그 코일은 25KHZ에서 작동하는 40KW 발생기에 연결되었다. 가열코일 터널에 있어서 16×10mm(벽두께 2mm)의 장방향단면을 갖는 10개의 세라믹 도관은 각각의 세라믹 채널을 통해 10개의 평평한 와이어의 각각을 통과하도록 배치되어있다. 성형된 와이어는 10-25m/min의 속도와 480℃의 온도에서 뜨임되었다. 와이어 온도의 평균 확산은 10℃보다 작았다.

종래의 납뜨임탕을 대체한 시스템은 소형이며 작업환경의 견지에서 볼때 깨끗하며, 때때로 와이어 표면도에 영향을 주는 납오염이 없으며, 전체 에너지소비는 아주 낮은 예컨대 주위에 대한 열손실을 무시할 수 있다는 장점이 있다. 즉, 열용량이 없으며 예비가열이 없는 간편한 시스템이다.

평평한 관형 세라믹 안내기를 구비한 멀티와이어 코일의 유용성을 도시하기 위해서, 그것은 다수의 멀티와이어 테이프를 동시에 가열하기 위해 시험되는데, 각각의 테이프는 접착체에 의해 결합 유지되는 0.5mm의 10개의 평행 와이어를 포함한다. 시험은 일정온도(200-300℃) 및 300m/min까지의 상승 속도에서 복합 와이어 테이프를 완전히 건조 및 경화시킬수 있었다. 에너지 효율은 발생기 형태 및 부하요인에 따라 55-70%(코일효율은 80%)였다.

[실시예 4]

이 실시예에서는 멀티와이어 가열코일의 유용성이 다수의 가열응용에 관하여 기술된다. 상이한 코일 권선재료는 요망하는 멀티와이어 가열코일을 제조하는데 쓰였다.

첫번째의 시험에서, 10개의 와이어 유도 가열기에는 전체의 가열 길이 범위가 1-2m인 한개이상의 가열 코일이 제공되었다. 직경이 0.5-2mm인 강선은 750℃이하의 상이한 온도레벨로 가열되었다.

와이어 생산속도 : 20-100m/min

사용된 발생기 : 40KW-25KHZ 발생기, 80KW-10KHZ 발생기

내측코일높이 : 22mm(15mm의 직경을 갖는 세라믹 튜브의 한측열이 충전됨)

시험된 코일권선 : 단단한 구리스트립(20×2mm), 층이 들어있는 구리포일(20×0.2mm인 층 10개), 구리케이블(7×4×0.30mm), 외부냉각튜브를 구비한 구리스트립(55×2mm), 평평한 구리 튜브(10×6mm)

체적전력밀도(Q)(와이어의 수, 코일길이, 와이어 단면에 의해 분할되는 와이어에서 소비된 전체열) : $0.3-3KW/m/mm^2$

실제 열효율은 주요전력 공급원에 의해 제공된 전력과, 코일손실 및 발생기 손실량(냉각수의 열용량을 결정하므로써 측정됨)과 비교되어 그로부터 계산된다.

시험의 일반적인 결론은 다음과 같다.

a) 멀티와이어 유도가열 코일은 바람직하며 양호한 전체 에너지 효율을 가진 중간 내지 적은 직경의 와이어를 급속히 가열할 수 있다. 와이어의 직경, 속도(인가된 에너지 밀도), 및 발생기 형태에 따라, 전체의 효율은 50-75%이다.

b) 코일효율은 65%이상인데, 70-85%(3KW/m/mm²의 최고에너지 밀도를 위한 최저값)이다.

c) 최고의 와이어 속도를 위해 개량 코일설계(최적 에너지 밀도상태를 허용하는 m당 권선의 수와 최적길이)는 5-15%의 코일 효율을 증가시킨다.

d) 발생기형태, 특히 부하요소대 발생기 효율곡선은 전체의 에너지 효율을 향상시키는데 중요하다.

e) 와이어 속도는 150-250m/min으로 유지될 수 있다.

f) 멀티와이어 유도가열의 최대 와이어 속도는 모두를 인덕터 제조블럭의 전체 가열길이를 충분히 전력의 전류원(1개 이상의 발생기)과 병렬로 연결된 모든 코일을 갖는 추가의 코일 모두를 첨가하므로써 확대될 경우 만족할 만한 열효율을 유지하면서 500m/min 이상으로 상승될 수 있다.

[실시예 5]

제 8.9 도는 참조한 본 실시예에서, 많은 수의 코일 배치는 이동하는 와이어에서 측상으로 유도된 전압설정을 제거하기 위해 검사되었다. 4.5-5m의 가열길이가 선택되고, 연속 코일, 분할코일 또는 모두를 코일블럭(전원에 직렬 또는 병렬로 연결된)으로 제공되어, 권선방향 및/또는 전류의 위상은 변경된다. 이러한 검사의 예기치 못한 결과는 코일부위 또는 코일블럭의 전류 흐름 방향이 반대 권선을 사용하여 자속 방향에서의 변경보다도 종방향 와이어 방향에서 유기된 전압을 제어 및 보상하는데 매우 효과적이며 중요하다는 것이다.

이러한 이론에 비추어 양자의 측정은 동일한 효과를 갖는다. 그러나, 본 발명자는 전류방향이 두개의 코일부위 또는 두개의 인접 코일블럭 사이에서 역전되고, 전체의 열용량이 상당한 정도로 떨어진다는 것을 발견했다. 일련의 교체가능한 코일블럭(전원에 병렬로 연결된)을 사용할 경우 실제상의 놀랄만한 효과를 발견한 가장 바람직한 실시예는 전류흐름 방향과 권선방향 모두가 동시에 역전되는 것이다.

몇가지 전형적인 결과는 다음과 같다.

코일의 형태(전장: 4.5-5m)	전 압	
	A	B
1) 연속코일	80V까지	50-70V
2) 좌.우측에 감긴 분할코일	33V	20-29V
직렬 3) 2)에서와 같은 2개의 분할 코일	20V	14-16V
연결 4) 4개의 코일: 권선을 변경	30-48V	5-15V
5) 한개의 전류방향을 역전한 4)와 동일한 코일	16-20V	1.9-9V
6) 3개의 전류방향을 역전한 4)와 동일한 코일	12-16V	1.8-2.5V
병렬 7) 코일 5와 6사이에서 권선방향이 동일하고 전류방향이 역전	20-30V	2-5V
연결 된 10개의 코일블럭		
8) 전류 및 권선방향이 모두 역전된 코일	2-9V	0-1V

A는 가열길이에 걸친 최대전위차이고, B는 인덕터와 접지된 스폴링 장치를 지나는 가열된 와이어간의 실제측정 전압이다.

예컨대, 주어진 응용에 대한 가장 적당한 코일형태와, 인덕터 터널설계와, 작동경로 구조와 같은 것의 선택에 있어서 많은 변경이 가능하다는 것이 분명하다. 또한, 전술한 것과 같은 유도장치에는 가공물이 프로그램된 가열계획과 같이 자동적으로 제어되는 가열프로필을 받도록할 시에 도움이 되는 적당한 온도 감지기 및 적당한 전류 조절장치가 제공될 수도 있다.

비록 본 실시예가 가느다란 와이어에 관해 기술되었을지라도, 장치 및 방법은 보다 굵은 와이어 예컨대, 구리와이어 스테인레스 강선, 또는 비원형 단면을 가진 형상와이어와 같은 3-6mm의 비철 와이어에 쓰일 수 있다. 또한, 고온가열은 철재료가 비자성이 될때인 큐리점 위에서도 가능하다. 인덕터의 구조 및 주파수는 각각의 특정 목적에 채택될 수 있어야만 한다.

본 발명의 바람직한 실시예에 대한 여러가지의 특징과 장점을 고려해 보건데, 그의 넓은 특징을 제한하지 않고서 본 발명의 장치는 각각의 부재가 그의 길이를 따라 연장되는 변경가능한 가열프로필을 가지며 본 장치를 지나는 절연된 경로를 따라 안내되도록 소정수의 부재를 가열하도록 하되, 상기의 각각의 경로를 공통 인덕터의 내부간격에 포함되어 있으며 그의 권선에 의해 둘러싸여진 직선 및 병렬 채널의 규칙적인 어레이를 형성하는 방식으로 배치된다.

에너지 효율과 높은 와이어 속도 및 적은 와이어 크기까지의 균일하면서 효과적이고 경제적인 가열을 할수 있을 뿐만 아니라, 본 장치는 각각의 개별적인 와이어의 동일한 가열을 통하여 변경가능한 가열프로필을 가능케 하고, 사고에 의한 와이어 파괴(상승된 와이어 속도에서 일지라도)의 경우에 전체 라인을 정지시킬 필요가 없으며 접촉 및/또는 스파킹점과 같은 와이어 표면의 결함을 방지할 수 있다.

바람직한 유도가열장치는 소망하는 주파수의 조절전류를 갖는 인덕터를 공급하며 여자시키기 위한 적당한 수단을 포함하며 또한, 종방향의 속도의 동일하게 조절가능한 비율에서 다수의 부재를 그들의 각각의 병렬작동경로를 따라 인덕터의 가열코일(들)에 이송하기 위한 적당한 수단을 포함하는데, 본 장치에는 특히 종방향의 와이어에 인접 배치된 한개 이상의 유도가열 코일로 구성된 평평한 형태의 인덕터가 제공되며, 이러한 코일은 모든 작동경로를 내장한 평평한 장방향 단면을 가진 적당한 길이의 유도가열 터널을 형성한다. 작동경로는 개별적으로 안내되며 금속부재와, 전술한 동일 온도로 야기되는 그들의 길이를 따라 인접된 간격의 절연 채널의 한개 이상의 수평일에 배치된다.

다른 특징에 있어서, 바람직한 장치는 금속와이어를 유도가열하기 위한 평평한 형태의 인덕터 장치 특히, 다수의 절재료 와이어를 동시에 가열하기 위한(예컨대, 그들의 큐리점을 초과하지 않는 온도에서 가열하기 위한) 멀티와이어 인덕터를 포함하므로써, 그 와이어는 1층의 시이트와 같은 인덕터 채널에 배치된 동일한 내화채널을 통해 개별적으로 안내되며, 채널은 인덕터의 각각의 가열코일의 전장을 지나 연장된다. 멀티와이어 코일의 특정설계 가능성에 따르며, 채널은 다공성 세라믹 머플의 형태이며, 특히 단단히 포장된 1층의 구조이며, 코일권선에 의해 단단히 에워싸여진 구조와 같이 배치된 적당한 단면을 갖는 교체가능한 세라믹 튜브의 형태이다.

또다른 특징에 있어서, 바람직한 장치에는 높은 에너지 효율(50% 이상)과 상승된 와이어 용량(와이어 형태 및 처리에 따라 10-100m/min의 속도에서 40개 또는 그 이상의 와이어를 동시에 가열하는 것)을 가진 다수의 동일한 와이어를 동시에 가열하기 위한 계량된 인덕터 시스템을 제공하며, 인덕터 라인은 필요로 하는 코일길이를 갖는 한개의 연속 권선 코일장치 또는 소정의 필요로 하는 길이의 멀티와이어 가열 경로를 형성하기 위해 직렬 또는 병렬로 전기적으로 연결되며 종방향으로 배치된(소위 설정블록 개념) 짧은 길이를 갖는 소정수의 개별코일 모듈(블럭으로 대체가능함)로 구성되며, 소정속도로 점진적인 전력입력과 효과적인 가열을 하고, 코일 파라미터의 최적 조합을 선택하고 조건(전류밀도 및 주파수)을 여자시킴으로써, 종래의 와이어의 유도가열 방법보다 매우 우수한 에너지 효율과 와이어 생산을 향상시킨다.

코일과 코일모듈을 구조는 필요한 모든 전기 및 냉각부속품과 평평한 내부유도 터널의 일정한 높이를 유지하기 위해서 다른 적당한 기계적 수단에 의해 단단해지거나 전기적으로 비전도 성형체에 의해 단단해지는 절연 코일권선을 내장한 미리조립된 집적 제조블럭의 형태로 제조될 수 있는데, 다수의 교체가능한 세라믹튜브는 병렬 직선경로에 있는 각각의 와이어를 입구로부터 출구까지 이송하기 위해 결합되므로 튜브는 전체의 가열길이에 걸쳐서 차단되지 않고 연장될 수 있거나, 코일 모듈 길이에 대해 단지 연속적이므로, 연속와이어 경로를 제공하기 위하여 하나의 코일블럭으로부터 다른 코일블럭까지 라인에 연결된다.

바람직한 특징에 따르면, 코일권선의 특정배치와, 후속 가열코일의 전기적 연결의 특정배치가 전류 공급원에 연결되어 유도가열된 와이어의 길이를 따라서 전압 설정을 최소화하여 와이어와 안내기 사이에서 발생할 수 있는 스파킹을 회피한다.

또다른 바람직한 특징은 발생기 작동코일간의 전류전원 연결에 관한 것인데, 그 연결은 저항손실 특히 유도성 전압손실이 실질적으로 감소되어 실제 이용가능한 전력(발생기의 단자 전압에 대한 코일 작동 전압의 비율)이 가능한 한 최대로 유지되도록 설계된다. 따라서, 매우 근접된 거리에서 두개의 병렬 도체윤곽을 포함하며 상기 윤곽을 분리하는 얇은 절연층을 가진 복합구조의 버스바아 연결이 제공되는데, 이 복합 버스바아는 종방향의 인덕터에 대해 병렬로 배치된다. 이 바아 특히 유도코일과 조합된 바아는 여기에 기술된 것 이외의 다른 성분에 이용될 수도 있다.

바람직한 방법에 따르면, 탄소강선과 같은 다수의 강자성 금속선을 유도가열하기 위한 방법을 제공하는바, 그것은 코일기하 형태 및 코일 여자 조건의 선택에 의존하되, 능동자계 강도가 30-35,000A/m의 레벨이하로 유지되고, 가열된 와이어의 비투자율이 40-50을 초과하여 가열용량 및 와이어 생산을 방해하지 않고서 와이어 직경범위에 대해 코일손실을 최소화함을 특징으로 한다.

바람직한 실시예에는 우연한 와이어 파과의 경우 라인을 정지시키지 않으며 스파킹을 발생시키지 않고 상승된 이동속도와 높은 효율에서 0.3-3mm의 다수의 탄소강선을 균일하게 가열하는데 이용하기 위한 개량된 멀티와이어 유도가열 장치 및 신뢰성 있으며 경제적인 유도가열법을 제공한다.

특정의 인덕터 설계와 코일블럭의 개념, 및 향상된 여자 배치를 특징지우는 바람직한 실시예의 일반적인 장점은 고속으로 강자성 강선을 비접촉 및, 신속하고 경제적으로 가열할 수 있는데, 가열단계는 진행 또는 후속 와이어 처리단계(와이어 공정 또는 멀티와이어 처리장치의 형태에 의존한 단계)를 구비한 라인에서 개별적 또는 연속적으로 수행될 수 있으며, 전체의 제조라인의 최적 처리속도와 일치하도록 속도에서 이용될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

유도가열코일(1)내에서 세장 강철부재(W)를 유도가열하기 위한 방법에 있어서, 자계강도($H=Nl/L$; H: 자계강도, l: 여자전류, N: 권선수, L: 유도가열코일길이)를 조절하여 상기의 강철부재의 비투자율이 적어도 40이 되도록함을 특징으로 하는 멀티와이어의 유도가열법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 비투자율이 적어도 80임을 특징으로하는 유도가열법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 비투자율이 100-200임을 특징으로 하는 유도가열법.

청구항 4

제 1 항, 2 항 또는 제 3 항에 있어서, 세장강철 부재(W)는 5mm 이하의 직경을 갖는 와이어임을 특징으로 하는 유도가열법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 와이어의 직경이 0.5-3mm 범위에 있음을 특징으로 하는 유도가열법.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 자계강도는 3,000-35,000A/m 범위임을 특징으로 하는 유도가열법.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 자계강도는 5,000-20,000A/m 범위임을 특징으로 하는 유도가열법.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 여자전류의 주파수는 5-30KHz 범위임을 특징으로하는 유도가열법.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 다수의 세장강철 부재(W)는 병렬 상태로 잇는 유도가열코일(1)을 통해 연속공정으로 이동됨을 특징으로 하는 유도가열법.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 유도가열코일(1)은 강철부재(W)가 일렬로 배치되도록 대체로 평평한 단면을 갖도

특함을 특징으로 하는 유도가열법.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 강철부재(W)의 단일열(single row)은 코일권선(4)에 의해 단단히 에워싸여진 평평한 어레이로 제공됨을 특징으로 하는 유도가열법.

청구항 12

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서, 강철부재(w)가 절연안내기(3)를 통과함을 특징으로 하는 유도가열법.

청구항 13

제 1 항에 있어서, 강철부재(W)가 적어도 두개의 인접한 코일블럭(1')을 통과하되, 코일권선의 방향 또는 여자전류의 위상이 인접한 코일블럭 사이에서 역전되는 것을 특징으로 하는 유도가열법.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 코일의 권선방향 및 여자전류의 위상 모두가 코일블럭(1') 사이에서 역전됨을 특징으로 하는 유도가열법.

청구항 15

강철부재(W)가 위치되는 유도가열코일(1)을 구비한 유도가열장치에 있어서, 적어도 두개의 인접한 코일블럭(1')으로 구성되되 코일권선의 방향 또는 여자전류의 위상이 인접한 코일블럭(1') 사이에서 역전됨을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 코일권선의 방향 및 여자전류의 위상 모두가 인접한 코일블럭(1') 사이에서 역전됨을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 17

제 15 항 또는 제 16 항에 있어서, 코일블럭(1')은 절연층에 의해 적은 거리로 이격된 두개의 병렬 전도체를 포함하며 코일블럭(1')의 축에 평행하게 연장시킨 버스바아에 의해 여자전류에 연결됨을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 18

다수의 세장강철부재(W)가 위치되는 코일블럭(1')을 포함하는 유도가열장치에 있어서, 코일블럭은 상기의 부재가 일렬로 배치되도록 평평한 단면을 가짐을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서, 단일열의 부재(W)를 수용하기 위한 안내기(3)가 유도가열코일(1)의 권선(4)에 의해 단단히 싸여진 평평한 어레이로 제공됨을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 20

제 19 항에 있어서, 부재(W)를 수용하기 위한 안내기(3)가 다수의 평평한 안내기로 구성됨을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 21

제 20 항에 있어서, 안내기(3)가 튜브의 형태임을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 22

제 20 항에 또는 제 21 항에 있어서, 안내기(3)는 절연 재료로 제조됨을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 23

제 19 항에 있어서, 유도가열코일(1)의 권선(4)은 평평함을 특징으로하는 유도가열장치.

청구항 24

제 18 항에 있어서, 유도가열코일(1)이 제 15,16 항에 또는 제 17 항중 어느 한 항에 따른 형식으로 코일블럭(1')에 배치됨을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 25

제 15 항에 있어서, 5-20KA/m의 자계강도를 제공하도록 5-30KHz의 주파수에서 코일을 여자시키기 위한 발생기(2)가 설치됨을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 26

각각의 길이에 대해 균일한 단면을 갖는 다수의 세장가공물을 그의 길이에 걸쳐 유사한 온도로 동시에 유도가열시키기 위해서, 가공물을 동일한 속도에서 다수의 유사한 작동경로를 따라 종방향으로 이송시키기 위한 수단과, 상기 길이의 선형가열경로를 형성하기 위하여 다수의 작동경로에 대해 종

방향으로 배치되며 입구 및 출구단부를 갖는 한개 이상의 인접한 세장형가열부를 구비한 인덕터 가열수단 및 인덕터 가열수단을 조절가능하며 규정된 여자레벨로 작동시키기 위한 수단으로 구성된 유도가열장치에 있어서, 인덕터 가열수단의 가열부는 멀티채널 인덕터 코일 형태로 형성시키고, 그의 전기권선은 각각의 코일길이에 걸쳐 다수의 작동경로를 에워싸고, 각각의 코일의 내부터널에 내장된 상기의 작동경로는 개별적으로 근접 이격된 안내채널의 규칙적인 적재 형태로 배치시켜서, 각각의 가공물이 각각의 채널을 따라 개별적으로 이송되고 전기적으로 절연됨을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 27

제 26 항에 있어서, 상기의 작동경로는 평행하며 인덕터코일(들)의 직선방향과 같은 방향으로 연속하여 연장되고, 적어도 인덕터 코일터널(들)에 내장된 작동경로 길이부분은 전기절연채널임을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 28

제 27 항에 있어서, 상기의 평행 작동경로는 후속코일의 전체 종방향 가열길이에 걸쳐 연장되며 절연된 안내채널의 한층을 포함하는 수평면에 배치시키되, 그 길이는 각각의 인덕터코일의 입구로부터 출구까지 연속되어 있거나 또는 전체의 가열길이를 형성하는 모든 코일을 통하여 연속적으로 연장됨을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 29

제 26,27 항 또는 제 28 항에 있어서, 인덕터 터널에 내장된 작동경로 구조는 다수의 별개의 안내채널을 포함하는 다공성 내화머플 또는 흠이 형성된 세라믹판과 같이 적당한 열저항을 가지며 전기 절연재료가 된 단일체 형상임을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 30

제 26,27 항 또는 제 28 항에 있어서, 안내채널은 인덕터 터널에 삽입된 별개의 동일형태의 세라믹 튜브를 포함함을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 31

제 26 항에 있어서, 인덕터 가열수단이 인덕터 터널을 지나는 와이어를 안내하는 뿔뿔히 채워진 다수의 세라믹 튜브를 단단히 에워싸는 평평한 장방형의 가열코일을 하나이상 포함하되, 상기의 터널은 인덕터의 종방향으로 일정한 높이와 단면을 가짐을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 32

제 31 항에 있어서, 적당한 두께의 부가적인 열-절연층이 코일권선과 세라믹튜브의 평평한 어레이상에 장착됨을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 33

제 31 항 또는 제 32 항에 있어서, 전기절연코일권선이 와이어, 케이블, 스트립, 다층의 얇은 스트립, 구리 튜브를 포함하는 일군의 전도재료들중에서 선택되고 전도성구리로 제조되되, 상기의 전도체는 필요로 하는 전류밀도를 이송하고 효율적인 최소의 인덕터 높이를 갖는 평평한 코일로 형성가능하도록 적당한 단면을 구비하도록함을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 34

제 33 항에 있어서, 상기의 권선은 구리로 만들어지며 가열코일의 외측 주변을 에워싸는 물재킷내에서 직접 냉각되되 가열코일의 내측주변은 적당한 시이트에 의해 인덕터터널로부터 밀봉됨을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 35

제 33 항에 있어서, 상기의 코일권선은 구리스트립 전도체로 만들어지며 연속하는 권선의 외측표면을 따라 수냉구리튜브가 경납땜됨(brazed)을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 36

제 33 항에 있어서, 상기의 코일권선은 소정의 낮은 높이를 갖는 평평한 권선으로 형성될 수 있는 동근튜브, 평평한 동근튜브, 타원형튜브와 같은 적당한 형태의 수냉관형 구리전도체로 제조됨을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 37

제 26 항에 있어서, 코일권선 및 이와 관련된 인덕터 높이가 적당한 기계적 고정수단 또는 성형플라스틱, 섬유성 세멘트재료로된 강성 구조재킷을 구비한 코일에 의해 안정화됨을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 38

제 26 항에 있어서, 전체 가열부는 전원에 직렬 또는 병렬로 연결되거나 그룹당 각각의 전류공급원을 구비한 1개 이상의 코일블럭으로 되어 두개 이상이 그룹으로 배치된 다수의 코일블럭을 포함하여서, 각 그룹의 코일블럭이 그들의 각각의 전원에 직렬 또는 병렬로 연결됨을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 39

제 26 항에 있어서, 유도가열된 가공물의 종방향으로의 과도한 전압집적을 방지하기 위한 수단이 포함됨을 특징으로 하는 유도가열장치.

청구항 40

다수의 철선을 가열하기 위한 유도가열코일장치에 있어서, 전체의 인덕터길이는 별개의 코일부위로 분할되거나 별개의 코일블록으로 형성시키되, 그중 몇몇은 반대 권선각, 권선방향 또는 권선각 및 권선방향을 갖거나, 전체의 인덕터 길이가 상호 연결되고 코일부위의 몇몇에서 전류흐름의 방향을 전도시키도록 전원에 연결된 코일부위들로 분할되어서 와이어를 따라 전압집적의 발생을 경감 또는 억압토록함을 특징으로 하는 유도가열코일장치.

청구항 41

제 40 항에 있어서, 코일권선 방향과 전류흐름방향이 두개의 인접된 코일부위 또는 블록 사이에서 동시에 역전되어서, 종방향의 전위차를 무해한 수준으로 경감시킴과 동시에 전체의 가열 길이에 걸쳐 자계를 동일방향으로 유지토록함을 특징으로 하는 유도가열코일장치.

청구항 42

제 40 항에 있어서, 필요로하는 길이의 전체 가열부를 형성하도록 짧은 길이의 일련의 동일한 가열 코일 블록이 제공되고 상기의 코일블록이 제공되고 상기의 코일블록이 각각의 전원에 병렬로 연결되 도 매번 전류흐름방향과 코일권선방향이 두개의 인접한 코일블록 사이에서 동시에 변화되고, 공통전 원이 두개의 병렬전도봉 또는 2mm 두께 이하의 얇은 절연층에 의해 분리된 형상의 저유도전압강하 버스바에 연결됨을 특징으로 하는 유도가열코일장치.

청구항 43

다수의 철선을 유사한 온도에서 그의 길이에 걸쳐 동시에 유도가열하기 위한 방법이 있어서, 다수의 평행한 종방향의 작동경로가 서로에 대해 인접하여 이격되며 전기적으로 연결되고 동일방향으로 연결되도록 공통 인덕터 터널에 제공되는 단계, 다수의 작동경로에 대해 동축상으로 배치되는 코일권 선을 갖는 한개 이상의 멀티-턴 인덕터가 제공되 그들 각각의 입구 및 출구가 연이어지도록 선형 으로 배열되는 단계, 일정한 속도로 인덕터를 관통하도록 각 와이어가 각각의 작동경로를 따라 종방 향으로 공급되는 단계 및 와이어가 인덕터를 통과할때 인덕터가 예정된 여자레벨로 여자되어서 전류 주파수가 0.5-3mm 직경의 와이어에 대해 5,000-30,000Hz 범위에 있게 되는 단계로 구성됨을 특징으 로 하는 유도가열법.

청구항 44

제 43 항에 있어서, 와이어가 수평면에 있는 평행작동경로를 따라 이송되, 작동경로는 각각의 가열 코일의 코일권선에 의해 둘러싸여진 평평하며 장방형인 멀티와이어 인덕터 터널을 형성하도록 세라 믹튜브의 밀집된 1층의 평평한 적층으로 형성됨을 특징으로 하는 유도가열법.

청구항 45

제 44 항에 있어서, 다수의 가열코일이 충분한 전력을 갖는 한개의 주파수 발생기의 전원에 직렬 또 는 병렬로 연결되거나, 그룹화되어 각 그룹용 발생기에 연결됨을 특징으로 하는 유도가열법.

청구항 46

제 45 항에 있어서, 설정된 온도레벨로 직선적으로 증가하는 제 1 단계와 상기의 온도에서 제어유지 되는 제 2 단계를 포함하는 가열프로필을 전 길이에 걸쳐서 만들도록 각 가열코일이 전원에 연결되 어 저항체(impedence)가 됨을 특징으로 하는 유도가열법.

청구항 47

제 43 항에 있어서, 인덕터 설계 및 여자조건의 조합은 와이어의 비투자율이 80-200 범위로 유지되 도록 조절됨을 특징으로 하는 유도가열법.

청구항 48

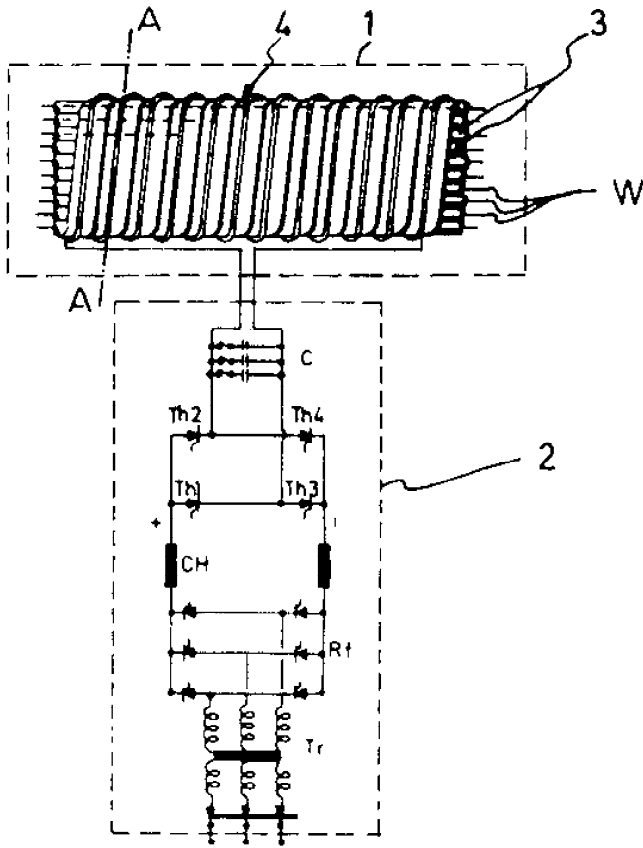
제 47 항에 있어서, 인가된 여자자계강도는 5,000-20,000A/m 범위에 있도록 선택됨을 특징으로 하는 유도가열법.

청구항 49

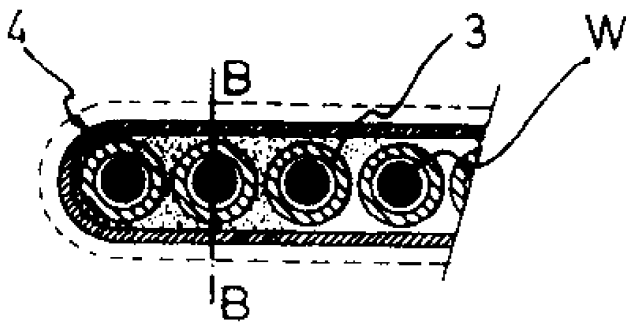
제 43 항에 있어서, 상기의 와이어는 먼저 5,000-50,000Hz의 중주파 전류에 의해 큐리점 바로 아래 의 온도로 가열되며, 뒤이어 적어도 50,000Hz의 고주파 발생기에 연결된 인-라인(in-line) 상태의 제 2 멀티와이어 인덕터에 의해 온도가 상승됨을 특징으로 하는 유도가열방법.

도면

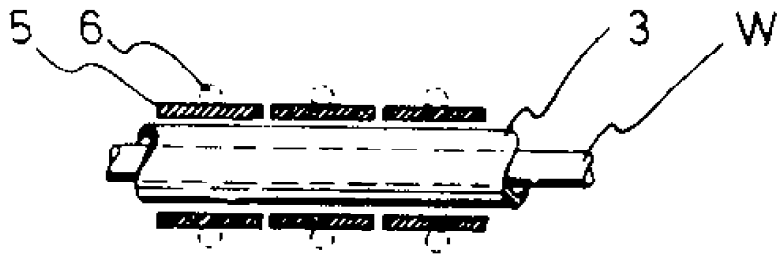
도면1



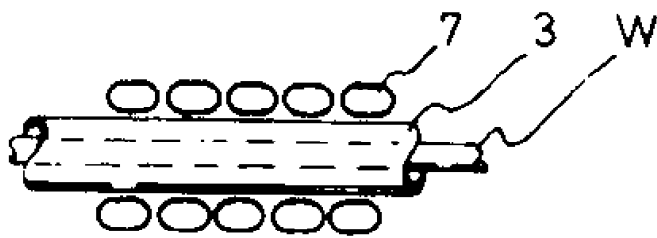
도면2



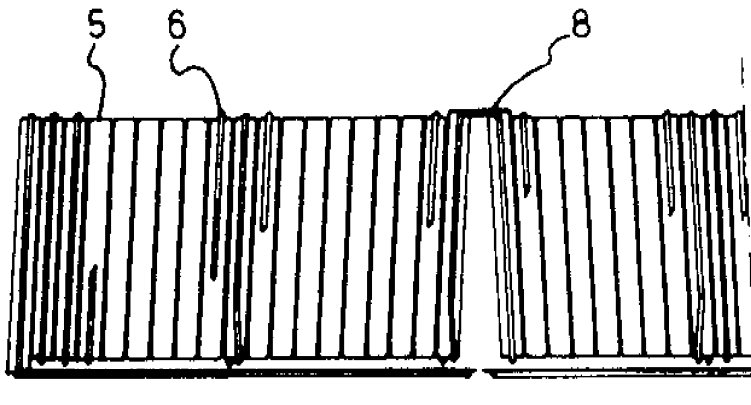
도면3



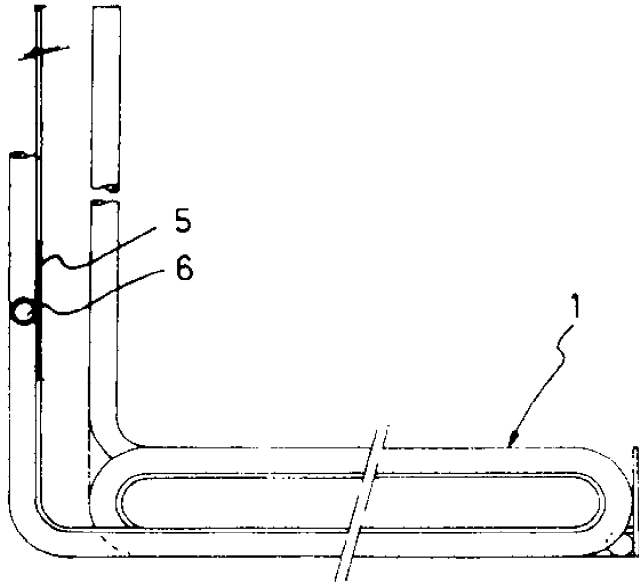
도면4



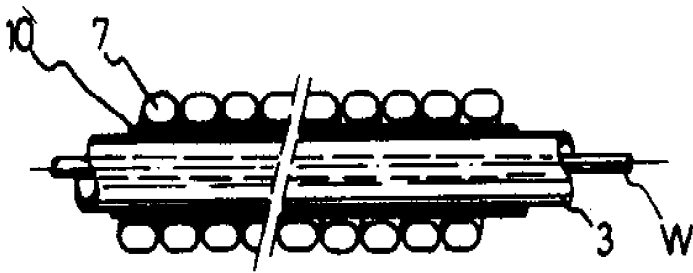
도면5a



도면5b



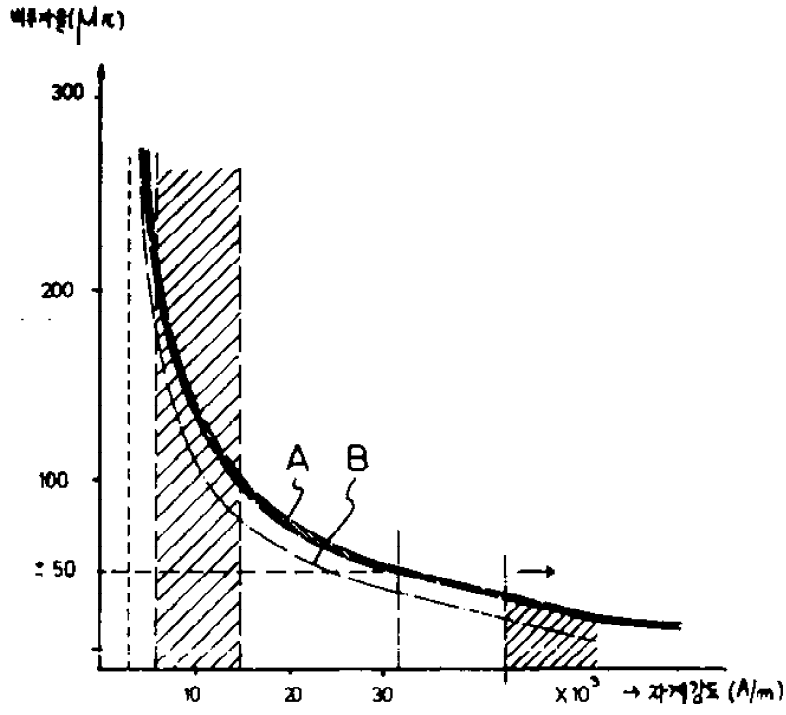
도면6a



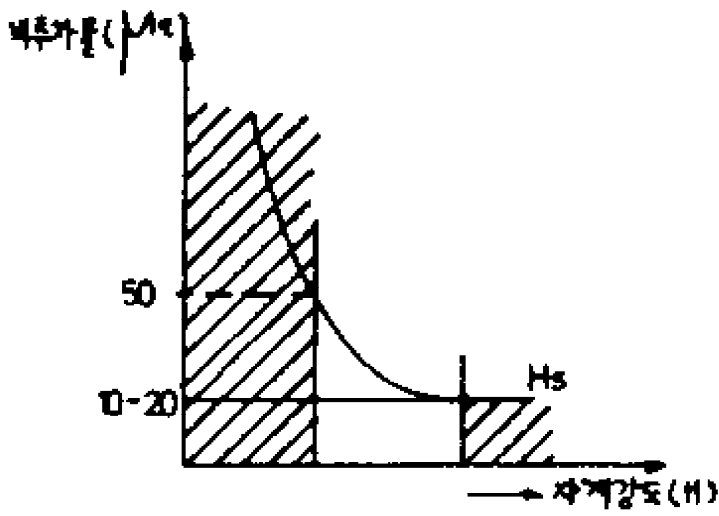
도면6b



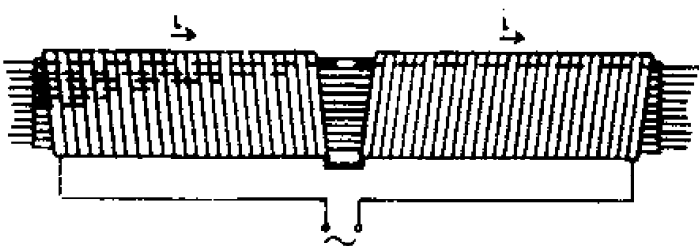
도면7a



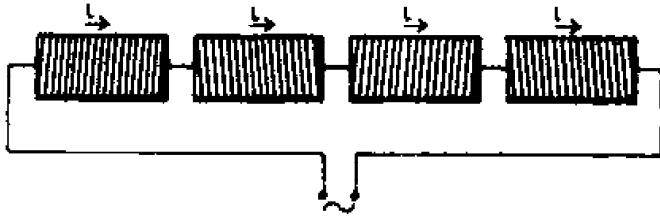
도면7b



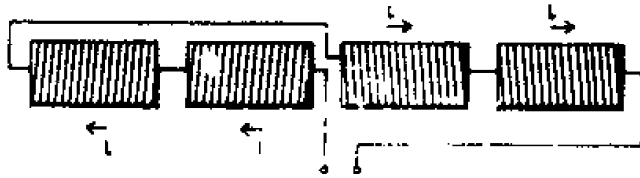
도면8-a



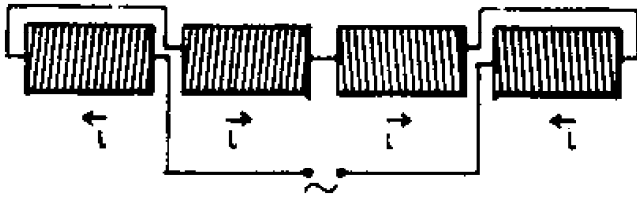
도면8-b



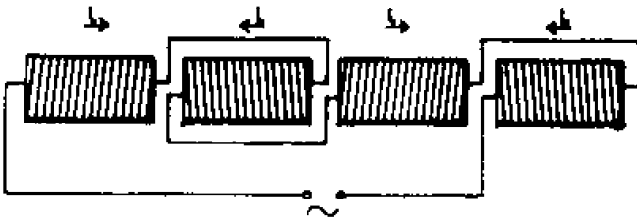
도면8-c



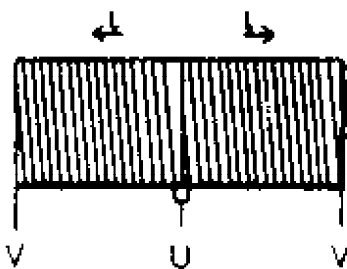
도면8-d



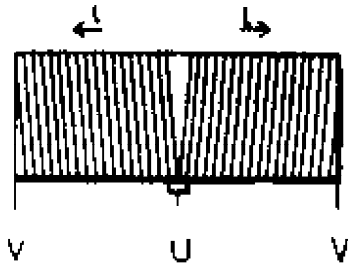
도면8-e



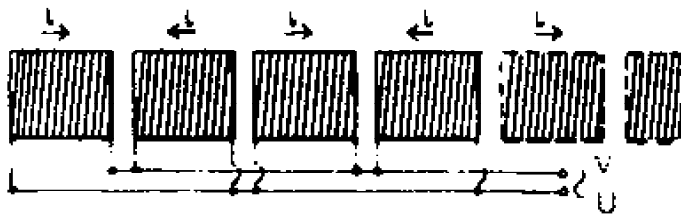
도면9-a



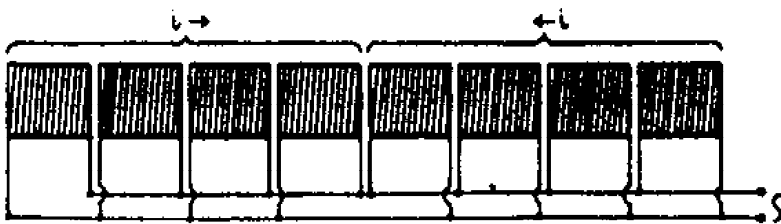
도면9-b



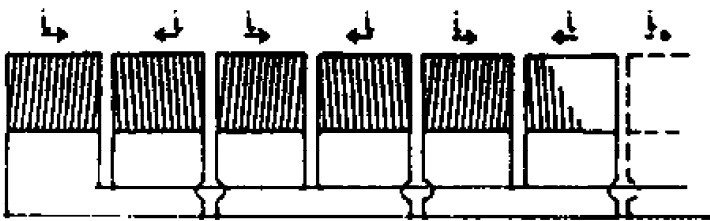
도면9-c



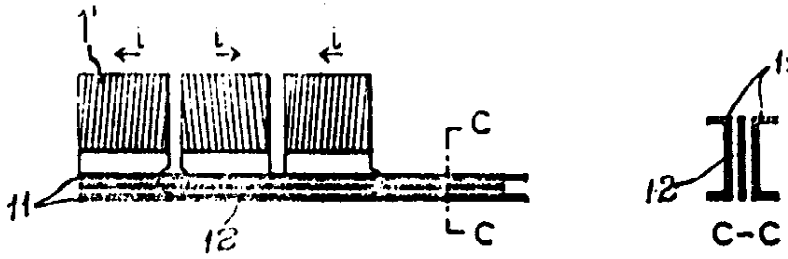
도면9-d



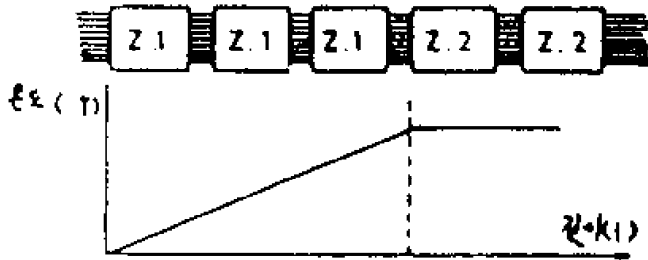
도면9-e



도면10



도면11-a



도면11-b

