



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월24일
(11) 등록번호 10-2024972
(24) 등록일자 2019년09월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 1/16 (2006.01) *H02K 3/14* (2014.01)
- (52) CPC특허분류
H02K 1/165 (2013.01)
H02K 3/14 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7001562
- (22) 출원일자(국제) 2013년06월21일
심사청구일자 2018년06월21일
- (85) 번역문제출일자 2015년01월21일
- (65) 공개번호 10-2015-0033665
- (43) 공개일자 2015년04월01일
- (86) 국제출원번호 PCT/IB2013/055107
- (87) 국제공개번호 WO 2013/190514
국제공개일자 2013년12월27일

(30) 우선권주장
12173166.5 2012년06월22일
유럽특허청(EPO)(EP)
61/663,447 2012년06월22일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2009268350 A*
JP2009535009 A*
JP2011182637 A*
KR1020020005955 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 정재현

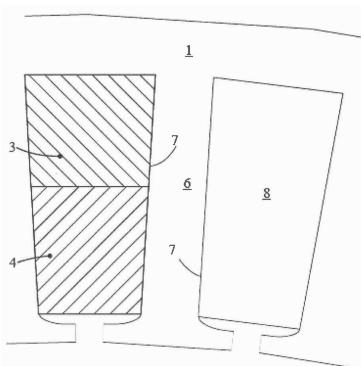
(54) 발명의 명칭 고정자

(57) 요약

본 발명은 고정자의 원주변을 따라 다수의 슬롯(8)이 고정자치(6)에 의해 분리되어 있고, 다수의 전선(10)으로 이루어진 성형바(3,4)가 설치되어 있는 전기자동차용 모터나 발전기와 같은 전기머신(5)의 고정자(1)에 관한 것으로, 성형바(3,4)를 이루는 다수의 전선(10)이 서로 꼬여있고, 고정자치(6)에서 슬롯(8)의 양쪽 경계를 이루는

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도4



2개의 측벽(7)이 적어도 성형바(3,4) 구역에서는 서로 평행하며, 이들 성형바(3,4)가 슬롯(8)내에서 서로 위아래 배치되며, 양쪽 성형바(3,4)는 단면적은 동일하되 형상은 서로 다르며 서로 절연되어 있으면서도 적어도 하나의 권선을 통해 서로 직렬로 연결된다.

(52) CPC특허분류

Y02T 10/641 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

고정자의 원주변을 따라 다수의 슬롯(8)이 고정자치(6)에 의해 분리되어 있고, 다수의 전선(10)으로 이루어진 성형바(3,4)가 설치되어 있는 전기자동차용 모터나 발전기와 같은 전기머신(5)의 고정자(1)에 있어서:

상기 성형바(3,4)를 이루는 다수의 전선(10)이 서로 꼬여있고, 고정자치(6)에서 슬롯(8)의 양쪽 경계를 이루는 2개의 측벽(7)이 적어도 성형바(3,4) 구역에서는 서로 평행하며, 이들 성형바(3,4)가 슬롯(8)내에서 서로 위아래 배치되며, 양쪽 성형바(3,4)는 단면적은 동일하되 형상은 서로 다르며 서로 절연되어 있으면서도 적어도 하나의 권선을 통해 서로 직렬로 연결되고;

상기 성형바(3,4) 각각이 다수의 전선(10)이 꼬여서 이루어진 적어도 2개의 평탄한 층(A,B)으로 이루어지고, 상기 층들이 서로 위아래로 겹쳐져 놓여, 전선(10) 각각이 항상 성형바(3,4) 전장에 걸쳐 성형바 각각의 표면에 놓이는 것을 특징으로 하는 고정자.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 성형바(3,4)가 인접한 2개 고정자치(6)로 이루어진 슬롯(8)의 양 측벽(7)에 밀착되는 것을 특징으로 하는 고정자.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 성형바(3,4)가 단면이 사다리꼴인 것을 특징으로 하는 고정자.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 성형바(3,4)를 이루는 각각의 전선(10)이 여러 가닥으로 이루어진 것을 특징으로 하는 고정자.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 성형바(3,4)가 압연공정으로 냉간성형되고 일단부는 미리 휘어진 것을 특징으로 하는 고정자.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 성형바(3,4) 중의 적어도 하나는 적어도 2개의 평탄 부분바(3a~b;4a~b)를 포함하고, 평탄 부분바(3a~b;4a~b)가 서로 밀착연결되어 성형바(3;4)를 형성하는 것을 특징으로 하는 고정자.

청구항 7

고정자(1)와 회전자(2)를 갖는 전기자동차용 전기모터에 있어서:

상기 고정자(1)가 제1항 내지 제6항 중의 어느 하나에 따라 구성되고, 고정자의 길이가 고정자를 이루는 각 층의 전체 갯수의 길이인 것을 특징으로 하는 전기모터.

청구항 8

제7항에 있어서, 고정자의 자극 길이가 50~120 mm이고 슬롯 단면적이 80~150 mm²인 것을 특징으로 하는 전기모터.

청구항 9

제1항에 따른 고정자의 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 성형바(3,4)가 형성될 때, 각각의 전선(10)이 여러 가닥인 것을 특징으로 하는 고정자의 제조방법.

청구항 11

제9항 또는 제10항에 있어서, 상기 성형바(3,4)가 사다리꼴 단면을 갖게 형성된 것을 특징으로 하는 고정자의 제조방법.

청구항 12

제9항 또는 제10항에 있어서, 상기 성형바(3,4)가 냉간성형되는 것을 특징으로 하는 고정자의 제조방법.

청구항 13

제9항 또는 제10항에 있어서, 상기 성형바(3,4)가 연속다중 압연공정을 포함한 압연공정으로 형성되는 것을 특징으로 하는 고정자의 제조방법.

청구항 14

제9항 또는 제10항에 있어서, 상기 성형바(3,4)를 고정자(1)의 슬롯(8)에 끼우기 전에 성형바의 일단부를 미리 구부리는 것을 특징으로 하는 고정자의 제조방법.

청구항 15

제9항 또는 제10항에 있어서, 상기 성형바(3,4)가 저항용접법으로 서로 연결된 것을 특징으로 하는 고정자의 제조방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전기기계의 고정자에 관한 것으로, 특히 전기자동차의 모터나 발전기와 같은 회전장 머신의 고정자에 관한 것이며, 고정자의 원주변을 따라 형성된 다수의 슬롯들은 고정자치에 의해 서로 분리되어 있고, 다수의 전선으로 이루어진 성형바가 슬롯안에 배치된다. 본 발명은 이런 고정자를 갖춘 전기모터와 고정자 제조방법에 관한 것이기도 하다.

[0002] 본 발명은 기계적 크기, 출력 및 회전속도에 있어서 자동차의 전기차축 구동에 최적화된 모든 종류의 회전체(비동기 머신, 동기 리액턴스 머신, 전류구동 동기머신, 하이브리드 구동 동기머신, 영구여기 동기머신)의 회전장 머신에 관한 것이다.

[0003] 이런 종류의 머신들에 공통적인 것은 인버터에 의해 공급되는 권선이 달려있는 고정자이다. 본 발명은 모든 모터의 효율과 열적 연속출력 성능을 개선함은 물론 권선의 자동 제작도 가능케 한다.

배경 기술

[0004] 분산 권선은 잘 알려진 것으로서, 이런 구동머신들의 시스템 효율을 높이고 토크 진동을 아주 낮추려면, 전력

출력범위가 70kW 이상인 자동차의 구동머신의 고장자 권선으로 소위 분산형 권선을 사용했다. 이런 종류의 권선의 전제조건은, 고정자의 슬롯 수가 자극 수에 위상수를 곱한 것이나 그 배수와 같아야 한다. 예를 들어, 3상 4-극 머신의 고정자의 슬롯수는 12, 24, 36...이고, 6-극 머신의 경우 18, 36, 54... 등이다. 위상수에 자극수를 곱한 것과 실제 슬롯수 사이의 곱수를 m 이라 하고, 분산형 권선의 경우 m 은 항상 자연수여야 한다.

[0005] 자동차의 구동머신의 경우, 4극 머신의 m 은 3이고 4보다 작으며, 6극 머신의 경우 거의 항상 3이며, 8극 머신의 경우 2나 3이고, 10극과 12극 머신의 경우 항상 2이다. 고속 모터에서는 더 많은 극수가 비정상이고 거의 드문데, 이는 고정자의 요크 두께를 줄여 토크 밀도에서 약간의 이득을 보더라도 필수적인 높은 공급주파수에는 손해가 되며 비용도 많이 소요되기 때문이다.

[0006] 그러나, 하이브리드나 경주용 자동차의 경우, 극수가 더 많아질 수도 있다. 이런 장치들은 극수가 14 내지 24개로서, 외부 직경에 따라 m 은 1이나 2다. 그러나, 이 경우 집중형 권선에 대해 천이가 아주 자주 일어나고, m 도 분수이다.

[0007] 분산형 권선의 장단점에 대해 간단히 설명한다. 분산형 권선의 기본은, 전류가 흐르는 도체가 분산된 결과 자기 여기가 가능한한 사인파 형태로 이루어지는 것이다. 이것은 원활한 동작, 즉 낮은 토크진동의 전제조건이고, 높은 추가손실을 일으키는 회전자의 진동을 줄이는데 필요하다.

[0008] 분산형 권선이 산업용 모터에서 널리 사용되지만, 그 생산성은 아주 낮다. 수작업이 많이 필요하기 때문에, 관련 제조업도 저임금 국가로 이동하는 추세이다.

[0009] 특히 비교적 자동차 생산대수가 많은 곳에서는 품질 때문에 대량생산을 위해서 각각의 코일들을 배선 또는 권선하는 공정이 필요함이 입증되었다. 이것이 전기자동차가 널리 퍼지는데 대한 가장 큰 장벽이다.

[0010] 전자동 권선공정은 전선에서 코일들을 사전성형하기 위한 코일링 머신, 코일을 슬롯에 공급하는 머신 및 권선셀이 필요하고, 이를 위해서는 대칭으로 권선을 하고 슬롯에 충전해야 하고, 이때문에 전력출력 밀도가 용인되어야 한다.

[0011] 고정자 직경이 200~250 mm인 모터를 비교하여, 공업표준과 자동차의 차이를 명확히하기 위해 아래와 같은 모터를 이용한다.

[0012] 질량 36kg의 자동차 차축 드라이브용의 고정자 직경 240mm인 6극 모터(예; IEC 160)는 4500rpm과 13000rpm 사이에서 작동하여 100kW 이상의 전력을 출력한다. 피크 토크는 30초 동안 280Nm이고 (5500rmp 미만에서의) 연속 토크는 120Nm 정도였다.

[0013] 같은 질량의 공업표준을 갖춘 동일 사이즈는 메인 네트워크에서 일정 1000rpm으로 동작할 때 작동하여 구동모터에서 나온 전력의 최대 10% 정도를 최적 냉각조건 15%로 달성한다. 인버터로 동작할 때는 회전속도 범위가 증가하지만 전력 출력데이터는 동일하다.

[0014] 성형바 원리에 따라 권선을 더 자세히 설명한다. 성형바를 슬롯에 끼워 표면을 연결하는 것이 일반이지만, 이런 장치의 말단 전압은 10~50 kV이고, 생산성등이 좋아야만 모든 성형바가 직렬로 연결된다. 이런 말단전압은 각각의 발전기가 어떤 경우에도 분산네트워크의 변압기에 연결되어야 하기 때문에 권선을 수반한다. 따라서, 이런 전압에서는 문제가 생기지 않는다.

[0015] 그러나, 이 기술에서는 더이상의 가공 없이 소형화를 이를 수 없는데, 이는 자극과 위상당 몇개의 슬롯에 유도된 전압이 직렬연결 권선에 의한 공급전압을 구하기에는 아주 불충분하기 때문이다. 모든 종류의 표준 네트워크 전압을 비용문제로 감당하지 못한다.

[0016] 이런 이유로 소형 모터는 슬롯마다 많은 권선이 있고, 이런 권선들은 그룹으로 직렬이나 병렬로 연결된다. 슬롯 당 성형바가 2개인 것은 ICE 132~160의 공업용 모터에는 사용되지 않는다.

[0017] 전기자동차용 견인모터도 비슷하다. 반도체 때문에 표준화되지는 않았지만 DC 컨버터를 통해 400V 범위의 배터리 전압을 사용하는 것도 효율면이나 비용면에서 불충분하다.

[0018] 고정자 직경이 200~250 mm의 경우 회전속도가 높아 슬롯내 필요한 권선수가 정확히 극수에 일치한다. 이 경우, 성형바 권선이 가능하지만, 회전속도나, 크기나 정상 배터리전압이나 자극수에 대한 자유도가 극히 제한된다. 그 결과 사양을 크게 조절할 수 없다.

[0019] 오늘날의 자동차 제조사들은 이런 해결책을 사용할 수 없고, 성형바 권선도 하이브리드 자동차에 사용이 제한되

고 있으며, 이 경우 배터리 전압이 크게 제한된다. 기어박스 플랜지의 직경이 상당히 커지고 길이는 아주 짧아지는 조건상 극수는 자유롭게 선택할 수 있는 변수가 된다. 기계 자체의 효율은 중요치 않고, 그 거동은 연소기관의 부하점 이동에 근거하며, 시스템 효율이 기본적으로 20~25% 정도로 낮다.

[0020] 성형바의 경우 배터리전압이 너무 낮기 때문에 DC/DC 컨버터를 사용해야 한다.

[0021] 다음, 코드식 권선의 원리를 점검한다. 고정자의 슬롯 수가 슬롯수에 극수를 곱한 것의 2배 이상이면, 슬롯 안에 있는 위상의 코일들을 다른 위상의 코일들과 복지게 분산해야 한다. 이때문에 3개가 아닌 2개의 슬롯을 형성하고, 슬롯당 한개의 위상의 전류만 흐르도록 한다.

[0022] 코드식 권선은 항상 2겹이 필요하고, 슬롯에서 서로 절연되어야 한다. 이런 이유로 견인모터는 1겹 권선을 사용한다. 이런 전력밀도에서는 토크리플이 높고 잡음이 생긴다.

[0023] 그러나, 성형바 권선은 원래 2겹 권선으로 이루어진다.

[0024] JP2005130667A, JP2007060743A, JP2008187875A, JP2009011148A, DE4031276A1, DE102005022280A1, DE102005032965A1, DE102006019312A1, DE10200638582A1, EP2251960A2에 많은 고정자들과 고정자 표면에서의 권선의 연결방법이 소개되어 있다.

[0025] 종래에는 권선인 성형바를 끼우는 슬롯들의 측벽이 평행하였다. 이런 슬롯들을 분리하는 고정자치의 측별들은 서로를 향해 기울어져 있어, 고정자치의 단면이 회전자 쪽으로 갈수록 테이퍼되어 있다. 즉, 고정자치의 바닥쪽의 단면적이 반대쪽보다 넓다. 특히, 전술한 전기머신의 경우, 인접 슬롯들을 서로 분리하는 고정자치의 단면프로파일은 최적의 자속과 토크를 위한 차선택이다. 규정된 여기전력 레벨에 대해 토크가 너무 낮다는 단점이 있다.

[0026] JP2006230081A의 고정자치는 측벽이 평행하다. 슬롯에 있는 권선 각각은 전선 다발로 형성되고, 이런 전선 다발은 슬롯의 형태에 적응하여, 적어도 슬롯내에서는 성형바를 형성한다.

[0027] EP1930918A2에 소개된 고정자치도 측벽이 평행하고, 슬롯을 채우는 권선도 전선다발로 이루어진다.

[0028] EP2362526A1의 고정자치 사이에는 단면이 사다리꼴인 다수의 전순들이 배치된다. 이런 단면 형상은 축방향을 따라 변하고, 그 결과 단면적이 일정하다. 그러나, 이런 전선들은 정확하게는 성형 전선, 즉 다수의 전선들을 서로 꼬아 형성한 성형 전선이 아니다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0029] 본 발명은 회전장 머신과 같은 전기머신의 효율을 종래에 비해 개선한 고정자를 제공하고 종래의 단점을 제거하는 것을 목적으로 한다. 따라서, 최적의 자속경로를 형성함과 더불어 토크를 증가할 수 있도록 형상을 디자인한다. 그와 동시에, 권선내의 열분산을 제어하고 좀더 효율적으로 제거하도록 한다. 또, 고정자 표면에서 성형바들을 연결하는 공정을 개선하여 단순화한다.

과제의 해결 수단

[0030] 본 발명에 따른 고정자에서, 성형바를 이루는 다수의 전선이 서로 꼬여있고, 고정자치에서 슬롯의 양쪽 경계를 이루는 2개의 측벽이 적어도 성형바 구역에서는 서로 평행하며, 이들 성형바가 슬롯내에서 서로 위아래 배치되며, 양쪽 성형바는 단면적은 동일하되 형상은 서로 다르며 서로 절연되어 있으면서도 적어도 하나의 권선을 통해 서로 직렬로 연결된다. 측벽이 서로 평행하다는 것은 최대 10도의 편차는 인정됨을 의미한다. 성형바의 단면적이 같다는 것은 한쪽 단면적이 다른쪽 단면적의 90% 범위내에 있음을 의미한다.

[0031] 고정자치가 평행하면, 전 구역의 자속경로가 동일하게 높이 자기적으로 로딩되고, 더 많은 자속이 가능한 균일하게 들어가 포화된다. 본 발명에서는 평행한 고정자치 형상으로 이것이 이루어진다. 인버터 동작을 위해서는, 포화구역으로 아주 급격한 천이가 이루어지는 것이 필요하다. 이 경우 고정자를 통해 작은 여기전력이 공급되어도 높은 토크가 생긴다. 이를 위해서는 고정자 전 구역에 자속이 균일하게 높이 침투하도록 해야 하고, 본 발명은 이것을 이를 수 있다.

[0032] 성형바는 고정자의 권선을 형성하는바, 고정자를 침투하는 권선의 일부분을 이룬다.

[0033] 그와 동시에 고정자의 재료(철)의 단면이 최소화되는데, 이는 고정자치의 넓은 바닥이 본 발명에서는 더이상 존

재하지 않기 때문이다.

[0034] 성형바는 여러 전선들을 꼬아서 형성된다. 구리로 된 전선 각각을 절연 래커로 코팅한다. 전선들을 꼬아 원하는 형상으로 성형하면, 래커로 코팅된 각각의 전순들이 압착되면서 래커코팅들이 접착되어 성형바를 전체적으로 안정화시킨다. 또, 알루미늄 전선의 경우 절연 산화물로 코팅되고, 꼬인 전선들을 수지와 같은 접착제로 접착하여, 안정성을 개선할 수 있다.

[0035] 적어도 2개의 성형바를 하나의 슬롯에 위아래로 밀착되게 배치하면, 복잡한 권선 체계에도 효율적이다. 또, 이런 성형바들은 슬롯 안에 들어가는 동안은 서로에 대해 전기적으로 절연되고, 적어도 하나의 권선을 통해 서로 직렬로 간접적으로 연결된다.

[0036] 성형바들의 단면적이 같기 때문에, 전지역의 저항이 같다. 동시에, 성형바 둘다를 슬롯 형상에 정확히 일치시키는 것도 서로 다른 형상의 성형바에 의해 달성된다. 2개의 성형바의 단면이 동일하지도 비슷하지도 않음을 의미한다. 그러나, 이것에 2개의 성형바가 모두 사다리꼴 단면을 가질 수 없음을 의미하지는 않고, 양쪽 성형바의 사다리꼴 형상이 (높이와 폭 측면에서) 서로 다를 수 있다.

[0037] 성형바를 다수의 전선들을 꼬아서 이루어진 적어도 2개 층으로 형성하고, 상기 층들이 서로 위아래로 겹쳐지며, 전선 각각이 성형바 각각의 표면에 놓이도록 하면, 성형바의 냉각성능을 개선할 수 있어서 바람직하다.

[0038] 성형바는 인접한 2개 고정자치로 이루어진 슬롯의 양 측벽에 밀착되는 것이 좋다. 이렇게 성형바의 측면 구역에서 슬롯 형상에 정확히 일치하면 아래와 같은 장점을 갖는다. 이런 밀착 때문에 성형바와 고정자 사이의 열전달이 아주 좋아져, 모터의 열 제어 성능도 좋다. 한편, 후속공정으로 고정자 표면에서 성형바들을 연결하는 것이 아주 쉽게 이루어진다.

[0039] 또, 성형바의 단면이 사다리꼴일 수 있다. 이것은, (평행 측벽을 갖는) 고정자치로 이루어진 슬롯 형상에 성형바가 정확히 일치하여, 열접촉 성능이 개선됨을 의미한다.

[0040] 또, 성형바를 이루는 각각의 전선이 여러 가닥으로 이루어진다.

[0041] 또, 성형바를 압연공정으로 냉간성형하고 일단부는 미리 휘도록 할 수 있다. 성형바를 슬롯에 넣기 전에 단부를 미리 휘면 성형바의 배선을 더 쉽게 할 수 있다.

[0042] 본 발명의 목적은 전기자동차의 회전장 머신과 같은 전기모터에 의해서도 달성되는데, 이때 고정자는 전술한 바와 같이 구성한다.

[0043] 고정자의 자극 길이는 50~120 mm이고 슬롯 단면적은 80~150 mm²로 하면 좋다. 이 경우, 슬롯 형상을 사각형으로 구현할 수 있고, 성형바의 단면적을 슬롯 형상에 정확히 일치시킬 수 있다. 2개의 성형바의 단면적은 같아도 형상은 같지 않다.

[0044] 대형 머신의 경우, 자동차 드라이브의 머신에서 종래와 같은 사각형 성형바를 끼울 수 있도록 슬롯을 성형할 수 없다.

[0045] 본 발명의 목적은 고정자 제조방법에 의해서도 달성되는데, 성형바를 형성할 때, 각각의 전선은 여러 가닥으로 이루어지는 것이 좋다.

[0046] 성형바는 다양한 자기장의 영향을 받는다. 성형바가 단부에서 전기적으로 단락되어 성형바내 각 도체들 사이에 도전루프가 형성된다. 자기장에 의해 도전루프에 전압이 유도된다. 유도전압에 의해 생기는 도전루프내의 기생 전류는 가능한한 낮아야 한다. 이런 이유로, 성형바의 가닥과 꼬임은 가능한한 고정자의 슬롯 길이의 모든 수치 조건에 가능한한 가깝게 해야 한다.

[0047] 층 길이란 1회전(360도) 도체가 자체 축선 중심으로 이루어지는 꼬인 도체의 길이로 보면 된다. 고정자내 슬롯 길이는 고정자의 A측의 슬롯의 중심과 반대인 B쪽의 동일한 슬롯의 중심까지의 길이를 말한다. 모터의 거동을 최적화하려면, 고정자 길이가 층 길이의 전체 갯수의 배수인 것이 좋다.

[0048] 성형바는 다수의 전선들로 이루어지고, 전선의 직경은 0.4~0.6 mm 정도이다.

[0049] 구리나 알루미늄으로 이루어진 도체를 연속 압연공정으로 냉간성형하여 원하는 단면 형상을 갖도록 한다. 전선 사이의 절연은 성형이 끝난 뒤 전선 사이를 미시적으로 약간 띄워서 이루어진다.

[0050] 성형바는 단면을 사다리꼴로 형성한다.

[0051] 성형바를 냉간 성형하면 성형단계가 특히 간단해진다.

[0052] 이하, 첨부 도면들을 참조하여 본 발명에 대해 자세히 설명한다.

도면의 간단한 설명

[0053] 도 1은 회전자(2)를 고정자(1)가 둘러싸고 있는 전기모터(5)의 횡단면도이다.

도 2는 2가지 종류의 모터의 포화곡선을 보여주는데, 좌측은 전원망이고 우측은 인버터이다.

도 3은 고정자의 상세 단면도;

도 4는 성형바를 끼운 슬롯과 끼우지 않은 슬롯을 보여주는 도면;

도 5는 제1 코일그룹의 연결도;

도 6은 제2 코일그룹의 연결도;

도 7은 완전한 위상을 이루도록 연결된 양 코일그룹의 연결도;

도 8은 성형바의 상세도;

도 9는 성형바의 단부의 상세도;

도 10은 성형바를 슬롯에 끼운 상태를 보여주는 사시도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0054] 도 1은 회전자(2)를 고정자(1)가 둘러싸고 있는 전기모터(5)의 횡단면도이다. 고정자(1)의 원주를 따라 다수의 슬롯(8)이 있고, 이를 슬롯은 고정자 치(6)에 의해 분리되어 있다(도 3~4 참조). 본 실시예의 모터는 3상 6극의 회전기계 형태를 취한다. 전체적으로 권선은 54개의 슬롯에 분산된다. 즉, 극 하나당 슬롯 8개가 배당된다. 서로간에 절연된 2개의 성형바(3,4)가 슬롯(8) 각각에 배치된다(도 3~4 참조). 회전자(2)를 향하는 성형바(4)는 윗층을 형성하여 상부바라고도 하며, 슬롯(8) 깊숙이 회전자(2) 반대쪽에 자리잡은 성형바(3)는 아랫층을 형성하여 하부바라고도 한다.

[0055] 도 3은 자기장 분포가 각각 다른 모터 구간들을 보여주는데, 좌측에서는 자속선이 자극 위에 있고 우측에서는 자속선이 자극 중앙에 있다.

[0056] 원칙적으로 동일한 적동점들이 동일한 모터에 표시된다.

[0057] 바(3,4) 구역에서 인접 슬롯들(8)의 경계를 이루는 고정자 치(6)의 양 측벽(7)은 기본적으로 서로 평행하다(도 4 참조). 표시된 자속선에서 알 수 있듯이, 고정자 재료에, 특히 고정자 치(6) 부분에 자기부하가 균일하게 분포된다. 거의 모든 자속경로에서 자속 밀도가 균일하다. 이때문에 자속이 더 증가해도 자속이 침투하는 고정자 부분이 거의 균일하게 포화된다. 고정자 치(6)에 나란한 자속선들은 고정자 치(6)의 양쪽 평행 측벽들(7)을 따라간다. 고정자(1)의 요크 높이는 9로 표시된다.

[0058] 도 2는 2가지 종류의 모터의 포화곡선을 보여주는데, 좌측은 전원망이고 우측은 인버터이다. 수직축은 고정자와 회전자 사이의 공기간극에 흐르는 자속선이고, 수평축은 토크이다. 좌측은 종래의 모터이고, 우측은 본 발명에 해당한다. 본 발명의 경우, 포화영역으로의 친이가 급격히 이루어지고, 이는 빌드 타임 모터의 급격한 포화특성을 보여준다. 이런 모터는 최적 전력구역에서 더 빠르게 동작하기 때문에 성형바람직하다. 이 경우, 본 발명에 따라 인버터에 최적화된 본 발명의 고정자 구간에 주로 의존한다. 이를 위해, 우측 그래프에 원으로 표시된 것처럼 포화구역으로의 경계친이가 아주 급격한 것이 좋다. 이때 높은 토크가 전달되고, 그와 동시에 고정자를 통해 공급되는 여기전력이 줄어든다. 이를 위해서는 자속선이 침투하는 고정자의 모든 구역들을 아주 동일하게 제어해야 한다. 본 발명에 의하면, 이런 제어가 고정자 치 구역에서의 평행한 윤곽선들에 의해 이루어진다. 더 좋게 하려면, 고정자 치(6)를 설계할 때 사다리꼴 모양으로 한 슬롯(8)을 가능한한 성형바(3,4)로 완전히 채우는 것이 좋다.

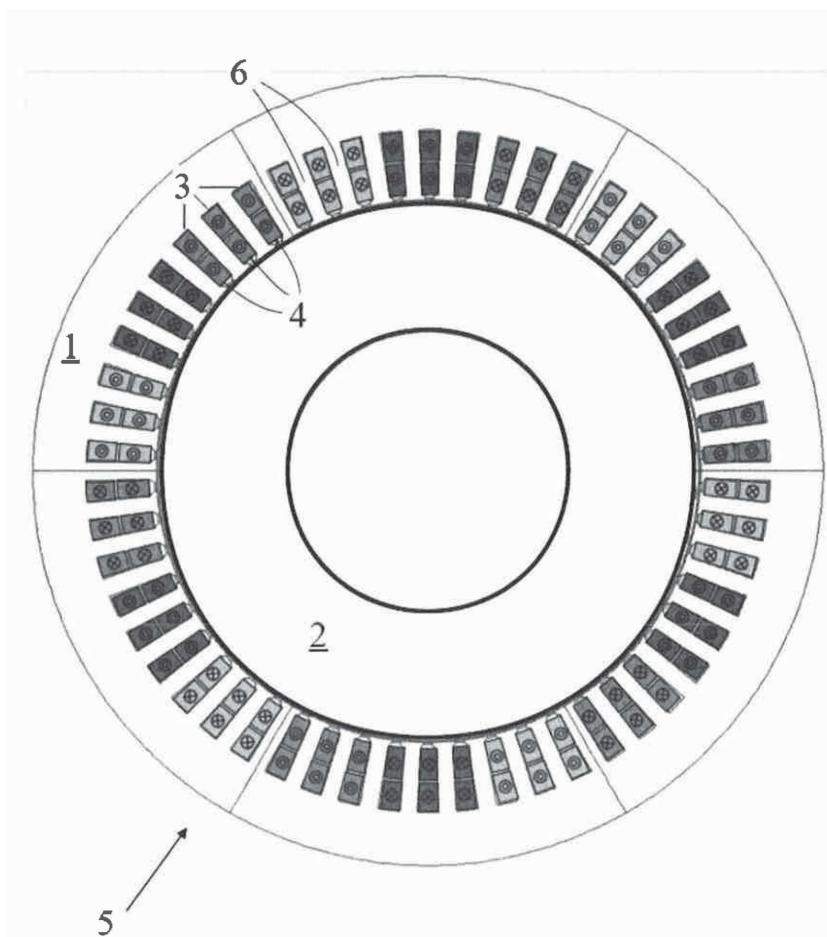
[0059] 2개의 인접 고정자 치(6)로 이루어진 슬롯(8)의 양 측벽들(7)에 밀착되도록 성형바(3,4)를 설계한다(도 4 참조). 가능한한 슬롯(8)을 채우도록 성형바(3,4)는 사다리꼴 단면을 갖는다. 도 4에서 보듯이, 고정자 치(6)의 단면은 성형바(3,4) 밑에서 좁아지지만, 가장 중요한 것은 고정자 치(6)의 양 측벽(7)이 적어도 성형바(3,4) 구역에서는 서로 평행하다는 것이다.

- [0060] 슬롯(8)내 다른 층에 각각 자리잡은 성형바(3,4)는 기본적으로 단면적이 서로 동일하여, 여기전류가 성형바(3,4)에서 동일한 저항에 직면한다. 즉, 성형바(3,4)는 단면적이 거의 동일하여 한쪽 단면적이 다른쪽의 90% 범위내에 있다. 고정자 치(6)에 밀착하고 사다리꼴 슬롯 단면으로 이를 이루기 위해, 슬롯(8)의 성형바(3,4)는 서로 다른 형상을 갖는다. 도 4에서 보듯이, 양쪽 성형바(3,4) 모두 사다리꼴이지만, 2 사다리꼴의 측면과 높이 관계가 서로 달라, 2개의 사다리꼴의 모양이 서로 다르다. 기하학적으로, 2개 사다리꼴은 동일하지도 비슷하지도 않다.
- [0061] 슬롯(8) 안에서 2개의 성형바(3,4)가 어떻게 서로 연결되는지를 보여주기 위해, 도 5~7은 각각 3상에 속하는 권선들을 보여준다. 1상의 권선은 도 7에 따른 제1 코일그룹과, 도 7에 따른 제2 코일그룹으로 이루어진다. 도 7은 코일그룹들의 직렬배선을 보여준다. 도 5~7에 스트립 형태로 표시된 성형바(3)는 하부바로서 회전자(2) 반대 쪽을 향해 아랫층에 있는 것이다(도 3~4 참조). 간단히 선으로 표시된 성형바(4)는 회전자(2)를 향하고 있는 상부층에 있는 것이다.
- [0062] 상하부 성형바(4,3)를 다르게 표현한 것은 도면에서 위아래에 있는 성형바를 구분하기 위한 것일 뿐이고, 이런 차이가 2개의 성형바(3,4)의 두께가 다른 것을 의미하지는 않는다. 고정자(1)의 양쪽면에 표시된 상하 성형바의 경계면의 형상과 위치도 본 발명에서 어느쪽이 더 깊게 있는 것을 의미하지 않는다. 도 5~7은 성형바(3,4)의 형상과 연결관계의 일례일 뿐이다.
- [0063] 도 5~7에서 보듯이, 각각이 고정자를 통과한 뒤에 충변화가 일어나는데, 고정자 표면의 대부분의 연결점에서 상부바와 하부바가 연결된다. 화살표는 권선 방향이고, 화살표의 숫자는 슬롯 번호이다. 도 1의 제1 코일그룹에서 권선은 3번 슬롯의 하부층에서 시작해 46번 슬롯에서 끝나고, 이 지점은 (선행 화살표로 표시된 스타포인트에 연결된다. 도 6의 제2 코일그룹에서는 권선이 (점으로 표시된) 1번 슬롯의 상부층에서 시작해 12번 슬롯에서 끝나며, 이 슬롯은 (도 5의) 3번 슬롯의 하부층에 연결된다. 1번 슬롯의 상부바는 (점으로 표시된) 위상연결점에 연결된다 2 코일그룹의 권선들은 서로 직렬 연결되고, 고정자의 원주를 따라 방향은 서로 반대이다.
- [0064] 2개의 성형바(3,4)는 슬롯(8) 안에서 서로 절연된채 권선을 통해 직렬로 연결된다. 다른 2상의 권선들은 편의상 별도로 표시되지 않았지만, 그 구성은 비슷하다.
- [0065] 이들 성형바(3,4)는 어느 경우에도 전선(10)으로 이루어지는데, 이런 전선 각각은 여러 가닥으로 이루어질 수 있다. 전선(10) 여러 가닥을 꼬아 한가닥을 형성한 다음, 2개 이상의 가닥을 꼬아 다중가닥을 구성한다. 다른 가닥들을 연결할 수도 있다.
- [0066] 도 8은 성형바(3,4)를 자세히 보여주는데, 각각의 성형바는 서로간에 절연되면서 꼬인 다수의 전선(10)으로 구성되고, 각 성형바(3,4)의 단부(11)에서 이들 전선들이 서로 전기적으로 연결(용접)되어, 성형바(3,4) 내부에 전술한 도전루프가 형성된다.
- [0067] 도 9에서 보듯이 성형바(3,4) 각각은 서로 겹쳐진 2개 이상의 층(A,B)을 갖고, 각 층을 이루는 다수의 전선(10)은 서로 꼬여있다. 전선(10) 각각을 성형바(3,4)의 표면에 놓으면 성형바의 냉각 성능을 개선할 수 있다.
- [0068] 이렇게 전선을 꼬아 형성된 성형바(3,4)는 사다리꼴 형태를 갖고, 특히 압연과정에 의해 냉간성형된다.
- [0069] 성형바(3,4)를 성형하는 도중에, 성형바를 고정자(1)의 슬롯(8)에 끼우기 전에 단부를 미리 구부려 배선 단계를 좀더 쉽게 한다. 이런 성형바(3,4)를 도 10에서 보여준다.
- [0070] 미리 휘어진 성형바(3,4)를 슬롯(8)에 쉽게 끼울 수 있도록, 고정자 치(6)의 한쪽 확장 단부를 비대칭형으로 하여 한쪽은 평면형으로 하고 인접 고정자 치를 향한 방향에는 돌출부(6a)를 형성한다.
- [0071] 도 10에서 알 수 있듯이, 양쪽 성형바(3,4)는 각각 적어도 2개의 평탄 부분바(3a~b,4a~b)를 갖는데, 이들 부분바는 서로 겹쳐져 성형바(3,4)를 형성한다. 부분바(3a~b,4a~b) 각각의 두께는 한쪽 고정자치(6)의 돌출부(6a) 가장자리와 인접 고정자치(6)의 가장자리 사이의 간격보다 크지 않다. 부분바(3a~b,4a~b)를 슬롯(8)에 끼우는 것은 2개이 인접 고정자치(6) 사이의 간격을 통해 아래 순서로 이루어진다: 첫째 부분바(3a)와 부분바(3b)와 부분바(4a)를 차례대로 끼운 다음, 마지막으로 부분바(4b)를 끼운다. 부분바(3a,4a)는 삽입 방향에 비스듬한 방향으로 끼워 돌출부(6a) 뒷쪽 위치에 오게한다. 두번째 부분바(3b,4b) 각각은 직선방향으로 움직여 슬롯(8)에 끼울 수 있다.
- [0072] 성형바(3,4)는 단부에서 서로 전기적으로 연결되는데, 자동차에 적합한 연결 형태는 저항용접이나 열용접이고, 이런 형태의 연결은 자동차 분야에는 이미 잘 알려진 사실이다.

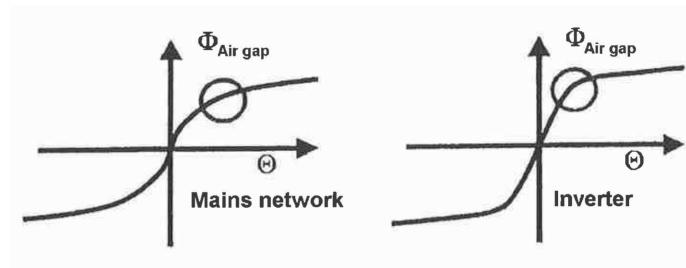
- [0073] 그러나, 본 발명에서는 위상 태핑드를 연결한 종래의 경우와는 달리, 각각의 슬롯들 사이로 도체를 연결하기 위해 이런 형태의 연결을 채택한다.
- [0074] 따라서, 종래와 다른 점은, 권선 헤드에서의 전류의 편향이 이런 형태의 저항용접에 의해 이루어지고, 이는 새로운 것이다.
- [0075] 저항용접은 전기연결을 위한 옵션으로서, 특히 진동저항과 열출격저항을 고려해야 하는 자동차 분야에서 많이 볼 수 있다.
- [0076] 그러나, 본 발명의 저항용접의 더 큰 장점은, 각 도체에서 절연층을 벗기는 과정이 저항용접과정에 자연적으로 포함된다는 것이다. 이것은 슬롯 사이의 도체들을 연결할 경우 특히 유리한데, 이는 특별한 준비과정 없이도 모든 도체들을 완벽히 연결할 수 있기 때문이다. 이에 따라 권선 제작을 위한 여러 단계들을 생략할 수 있어 제작비도 절감된다.
- [0077] 제작비를 최소화하기 위해, 연속다중 압연과정을 이용한다.

도면

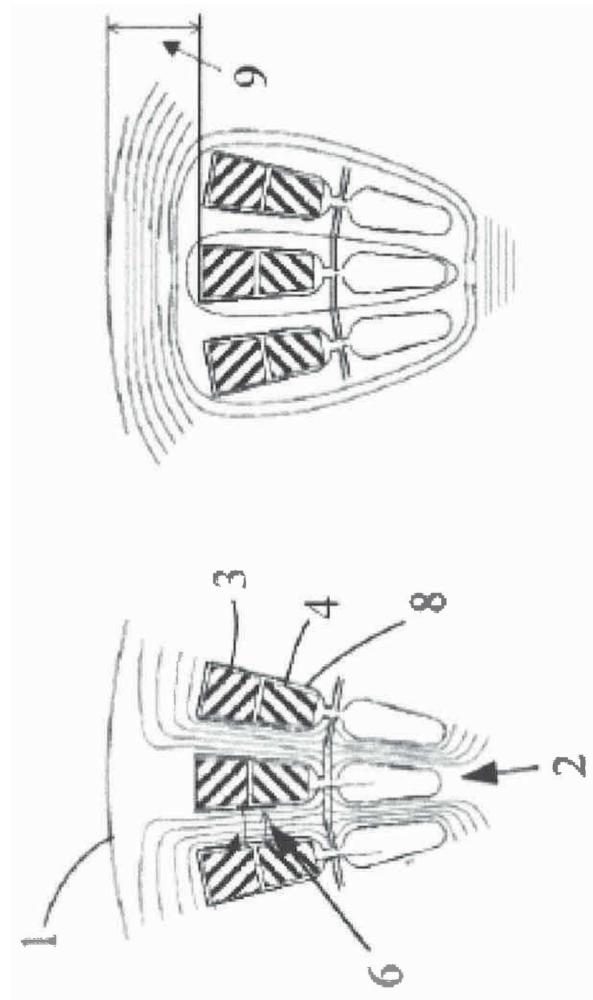
도면1



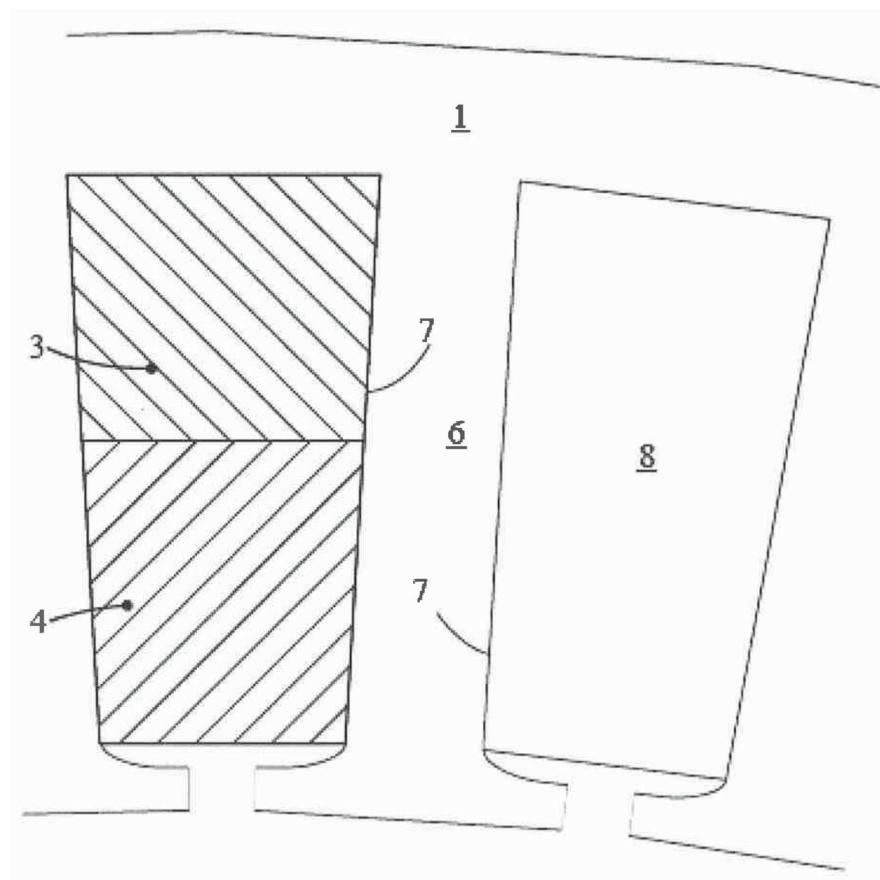
도면2



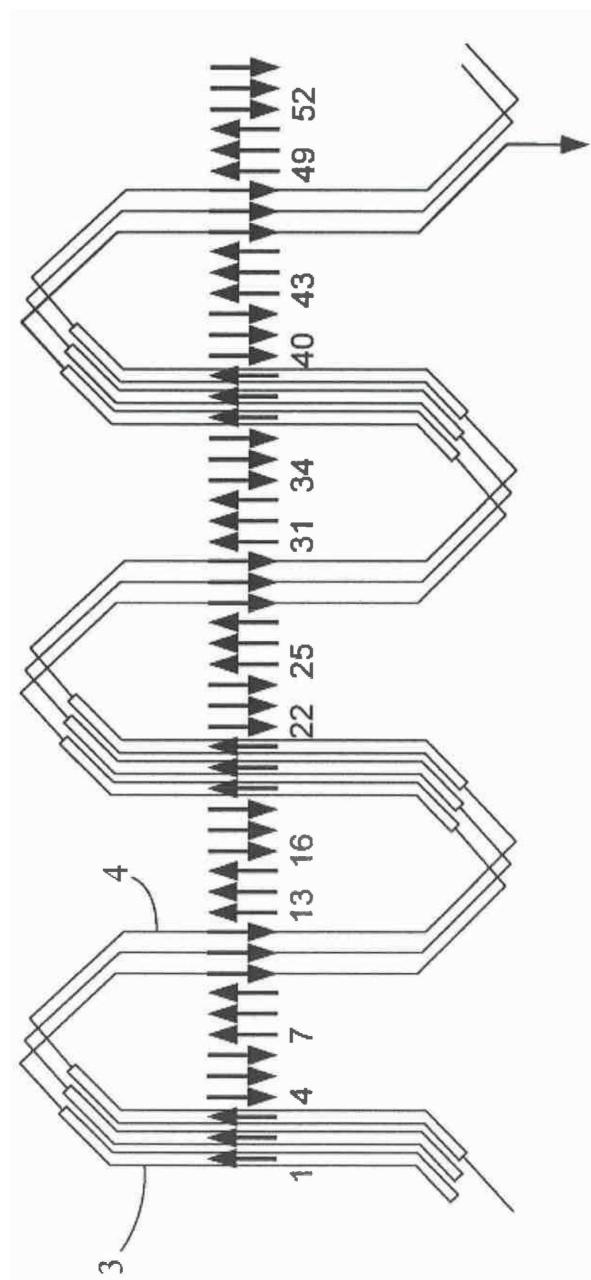
도면3



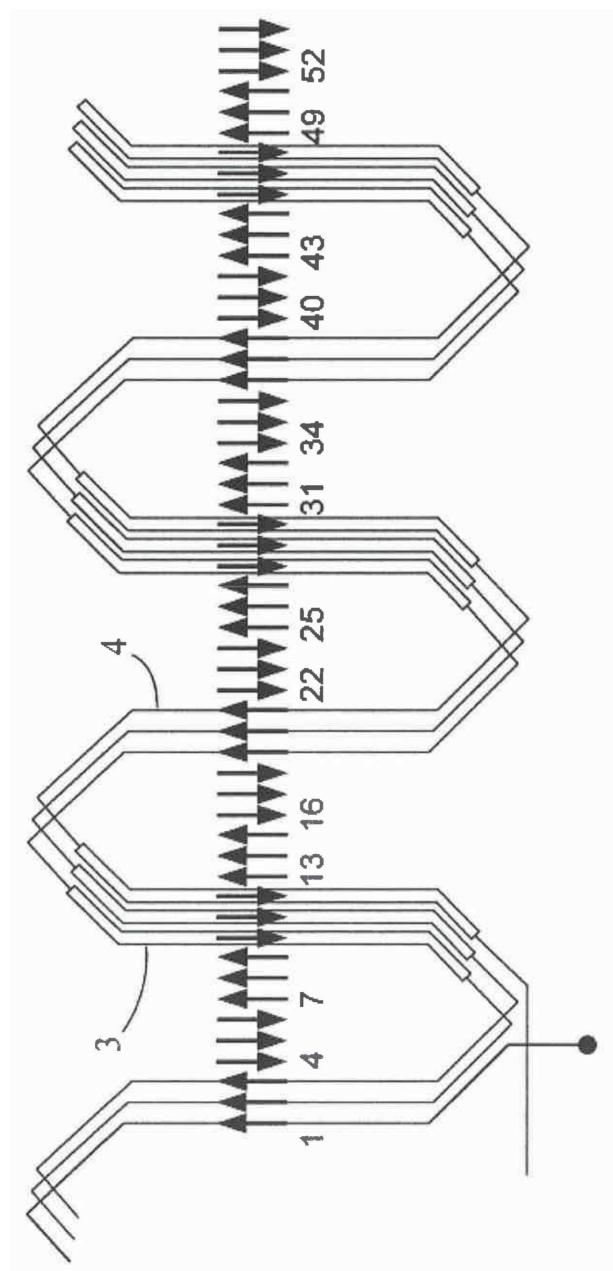
도면4



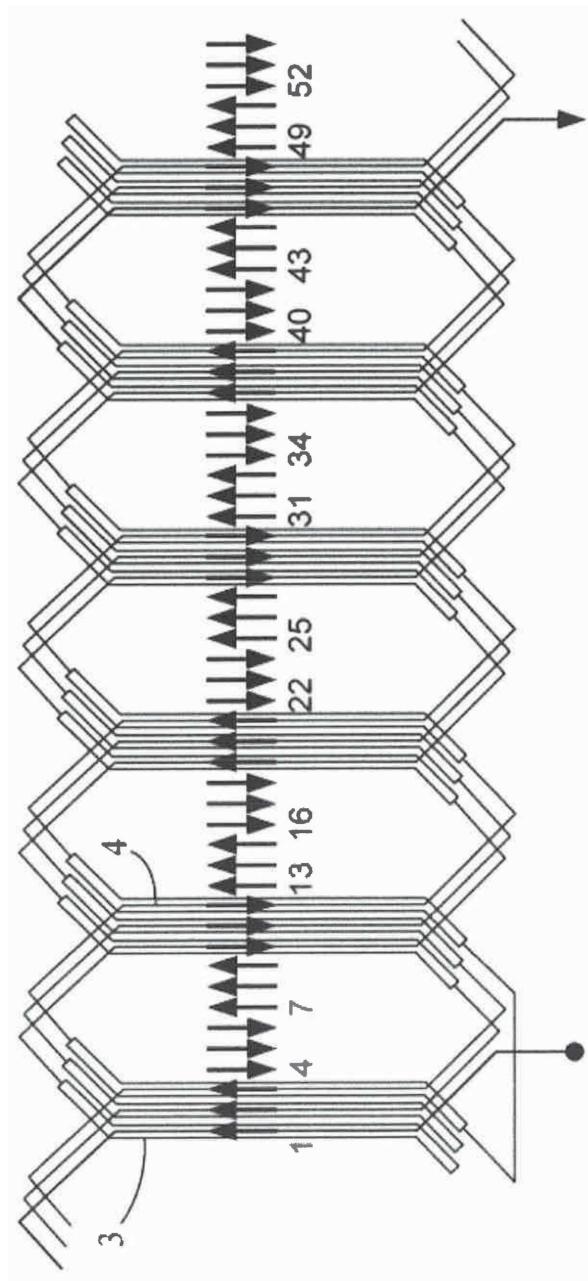
도면5



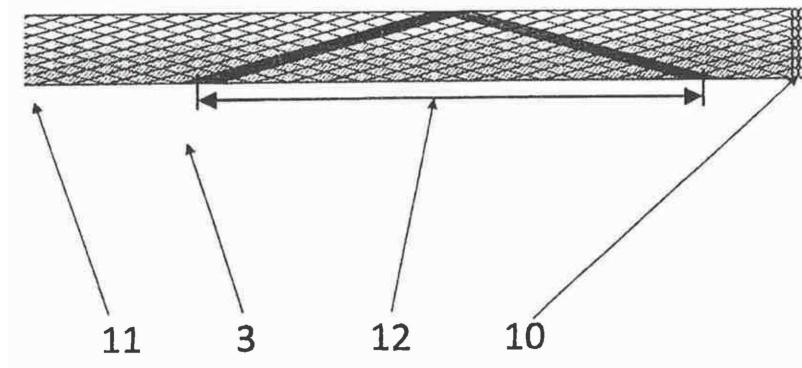
도면6



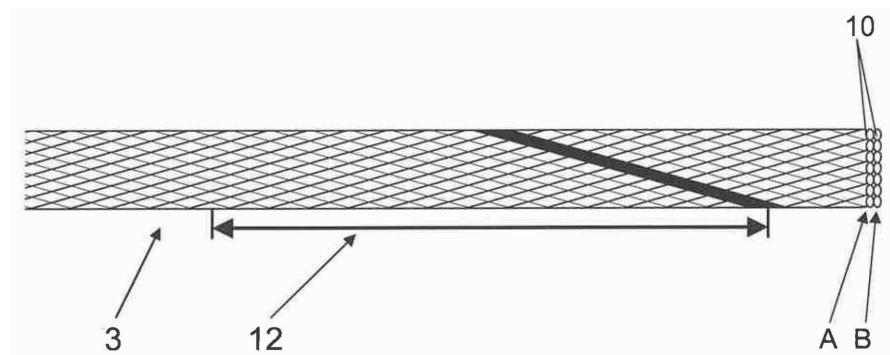
도면7



도면8



도면9



도면10

