



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0061900
(43) 공개일자 2017년06월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 21/00 (2006.01) C22C 21/02 (2006.01)
C22F 1/04 (2006.01) C22F 1/043 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 21/00 (2013.01)
C22C 21/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0167058
(22) 출원일자 2015년11월27일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘에스전선 주식회사
경기도 안양시 동안구 엘에스로 127 (호계동)
(72) 발명자
김지영
서울특별시 마포구 양화로 56, 1512호(서교동, 동양한강트레벨)
김상겸
경기도 안양시 동안구 부림로 13, 603동 603호 (평촌동, 꿈마을현대아파트)
박지용
경기도 성남시 분당구 내정로 54, 611동 404호 (정자동, 한솔마을주공6단지아파트)
(74) 대리인
서현, 민복기

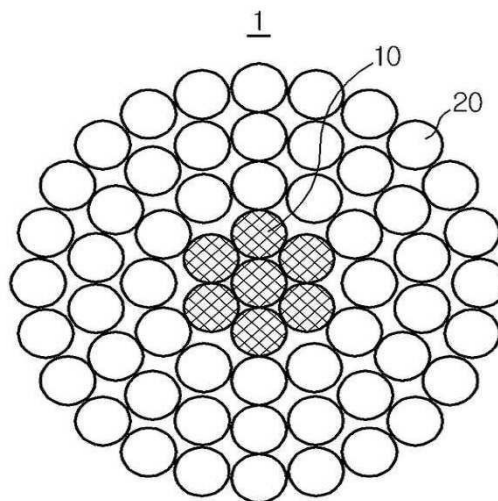
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 가공송전선용 알루미늄 합금

(57) 요약

본 발명을 가공송전선용 알루미늄 합금에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 인장강도가 우수한 동시에, 내열성이 우수한 가공송전선용 알루미늄 합금에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C22F 1/04 (2013.01)

C22F 1/043 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

가공송전선용 알루미늄 합금으로서,
지르코늄(Zr), 철(Fe) 및 규소(Si)를 포함하고,
아래 수학적 1에 의해 정의되는 입경성장율이 80 내지 120%인, 가공송전선용 알루미늄 합금.
[수학적 1]

$$\text{입경성장율}(\%) = (a-b)/b \times 100$$

상기 수학적 1에서,

a는 상기 알루미늄 합금을 600℃에서 1시간 동안 열처리 후 측정된 결정립의 평균입경이고,

b는 상기 알루미늄 합금을 400℃에서 1시간 동안 열처리 후 측정된 결정립의 평균입경이다.

청구항 2

제1항에 있어서,

직경 5.0 mm로 신선 후의 인장강도가 16.2 kgf/mm² 이상이고, 230℃에서 1시간 동안 열처리 후의 인장강도가 열처리 전의 인장강도에 비해 90% 이상인 것을 특징으로 하는, 가공송전선용 알루미늄 합금.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로, 상기 지르코늄(Zr)의 함량은 0.02 내지 0.2 중량%이고, 상기 철(Fe)의 함량은 0.05 내지 0.2 중량%이며, 상기 규소(Si)의 함량은 0.02 내지 0.2 중량%인 것을 특징으로 하는, 가공송전선용 알루미늄 합금.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 철(Fe)의 함량과 상기 규소(Si)의 함량의 합이 0.3 중량% 이하인 것을 특징으로 하는, 가공송전선용 알루미늄 합금.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

Al₃Zr 금속간 화합물, Al-Fe 금속간 화합물, Al-Fe-Si 금속간 화합물, Al-Mn-Fe 금속간 화합물 및 Al-Mn-Fe-Si 금속간 화합물로 이루어진 그룹으로부터 선택된 1종 이상의 금속간 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는, 가공송전선용 알루미늄 합금.

청구항 6

중심 인장선; 및

상기 중심 인장선을 감싸고 제1항 또는 제2항의 가공송전선용 알루미늄 합금을 포함하는 복수의 도체선을 포함하는, 가공송전선.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 도체선은 상기 알루미늄 합금을 용탕 온도 750 내지 900℃로 제어하고 연속주조 압연을 통해 로드(rod) 형태로 제조한 후 열처리하고 인발을 통해 직경 5.0 mm로 신선함으로써 제조되는 것을 특징으로 하는, 가공송전선.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명을 가공송전선용 알루미늄 합금에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 인장강도가 우수한 동시에, 내열성이 우수한 가공송전선용 알루미늄 합금에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 발전소에서 변전소를 통해 대도시나 대형 공장 등에 전기를 공급하는 방법에는 철탁으로 연결되는 가공송전선과 지하에 매설된 케이블을 통하는 지중송전선이 있으며, 이 중 가공송전선이 국내 송전 방식의 약 90%를 차지하고 있다.

[0003] 통상적인 가공송전용 도체로는 강심으로 보강된 알루미늄 도체, 즉 강심 알루미늄 연선(ACSR; Aluminum Conductor Steel Reinforced)이 주로 사용된다. 강심 알루미늄 연선은 여러가닥의 아연도금 고탄소 강선으로 이루어진 강심 외주에 여러 가닥의 알루미늄 합금 도체를 연선했던 것이 일반적으로 사용된다.

[0004] 가공송전선용 알루미늄 합금 도체는 가공송전선의 무거운 중량으로 인한 이도(sag)가 증시되는 사용 환경에 따라 높은 강도와 내식특성, 그리고 낮은 열팽창성이 요구되나, 현재 높은 강도와 내열성에 의한 낮은 열팽창성을 동시에 구현하는 것은 어렵다.

[0005] 따라서, 인장강도가 우수한 동시에, 내열성이 우수하여 열팽창성이 낮으므로 이도(sag)가 증시되는 사용 환경에서 사용되는 가공송전선용 도체로 사용하기에 적합한 알루미늄 합금 소재의 개발이 요구되고 있는 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 인장강도가 우수한 동시에, 내열성이 우수하여 열팽창성이 낮은 가공송전선용 알루미늄 합금을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은,

[0008] 가공송전선용 알루미늄 합금으로서, 지르코늄(Zr), 철(Fe) 및 규소(Si)를 포함하고, 아래 수학적 식 1에 의해 정의되는 입경성장율이 80 내지 120%인, 가공송전선용 알루미늄 합금을 제공한다.

[0009] [수학적 식 1]

[0010] 입경성장율(%)=(a-b)/b*100

[0011] 상기 수학적 식 1에서,

[0012] a는 상기 알루미늄 합금을 600℃에서 1시간 동안 열처리 후 측정된 결정립의 평균입경이고,

[0013] b는 상기 알루미늄 합금을 400℃에서 1시간 동안 열처리 후 측정된 결정립의 평균입경이다.

[0014] 여기서, 직경 5.0 mm로 신선 후의 인장강도가 16.2 kgf/mm² 이상이고, 230℃에서 1시간 동안 열처리 후의 인장강도가 열처리 전의 인장강도에 비해 90% 이상인 것을 특징으로 하는, 가공송전선용 알루미늄 합금을 제공한다.

[0015] 한편, 상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로, 상기 지르코늄(Zr)의 함량은 0.02 내지 0.2 중량%이고, 상기 철(Fe)의 함량은 0.05 내지 0.2 중량%이며, 상기 규소(Si)의 함량은 0.02 내지 0.2 중량%인 것을 특징으로 하는, 가공송전선용 알루미늄 합금을 제공한다.

[0016] 여기서, 상기 철(Fe)의 함량과 상기 규소(Si)의 함량의 합이 0.3 중량% 이하인 것을 특징으로 하는, 가공송전선용 알루미늄 합금을 제공한다.

[0017] 또한, Al_3Zr 금속간 화합물, Al-Fe 금속간 화합물, Al-Fe-Si 금속간 화합물, Al-Mn-Fe 금속간 화합물 및 Al-Mn-Fe-Si 금속간 화합물로 이루어진 그룹으로부터 선택된 1종 이상의 금속간 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는, 가공송전선용 알루미늄 합금을 제공한다.

[0018] 한편, 중심 인장선; 및 상기 중심 인장선을 감싸고 제1항 또는 제2항의 가공송전선용 알루미늄 합금을 포함하는 복수의 도체선을 포함하는, 가공송전선을 제공한다.

[0019] 여기서, 상기 도체선은 상기 알루미늄 합금을 용탕 온도 750 내지 900℃로 제어하고 연속주조 압연을 통해 로드 (rod) 형태로 제조한 후 열처리하고 인발을 통해 직경 5.0 mm로 신선함으로써 제조되는 것을 특징으로 하는, 가공송전선을 제공한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따른 가공송전선용 알루미늄 합금은 특정 조합의 합금원소 및 배합비를 정밀하게 제어하고 가열시 입경성장을 조절하여 상온 인장강도가 우수한 동시에, 내열성이 우수하여 열팽창성이 낮기 때문에 가공송전선용 도체로 사용하기에 적합한 우수한 효과를 나타낸다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명에 따른 알루미늄 합금선을 도체로 포함하는 가공송전선의 단면 구조를 개략적으로 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명된 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록, 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되어지는 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

[0023] 본 발명은 가공송전선용 알루미늄 합금에 관한 것이다.

[0024] 상기 알루미늄 합금은 알루미늄(Al) 이외에 지르코늄(Zr), 철(Fe), 규소(Si) 등의 합금원소와 제조 공정에서 불가피하게 첨가되는 다른 합금원소를 포함할 수 있다.

[0025] 상기 합금원소로서 지르코늄(Zr)은 알루미늄 합금 용탕의 응고 과정에서 알루미늄의 핵 생성 사이트(site)를 제공함으로써 알루미늄 합금의 결정립을 미세화시키는 역할을 수행하고 연신율을 향상시킨다. 구체적으로, 지르코늄(Zr)은 알루미늄(Al)과 지르코늄(Zr)의 금속간 화합물(Al_3Zr)을 알루미늄 모체 내에 미세하게 석출시키고, 균일하게 분산시킴으로써, 상기 알루미늄 합금의 도전율 감소를 최소화하고, 미세 석출된 입자가 고온, 즉 전선의 사용온도에서의 결정립 성장에 의한 강도 저하를 저감시키는 역할을 수행한다.

[0026] 상기 지르코늄(Zr)의 함량은 상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로 0.02 내지 0.2 중량%일 수 있다. 여기서, 상기 지르코늄(Zr)의 함량이 0.02 중량% 미만인 경우 상기 알루미늄 합금의 인장강도, 내열성, 연성 등이 저하될 수 있는 반면, 0.2 중량% 초과인 경우 상기 알루미늄 합금의 도전율이 저하될 수 있다.

[0027] 상기 합금원소로서 철(Fe)은 상기 알루미늄 모체(Matrix) 내에 생성되는 석출물의 성장을 제어하여 알루미늄 모체 내의 결정립이 급속하게 성장하는 연성율이 저하되지 않도록 하는 역할을 수행한다. 구체적으로, 철(Fe)은 알루미늄 모체 내에 Al-Fe 금속간 화합물로서, 또는 망간(Mn)이나 망간(Mn) 및 규소(Si)가 공존하는 경우 Al-Mn-Fe 금속간 화합물 또는 Al-Mn-Fe-Si 금속간 화합물로서 정출 또는 석출되어 강도를 향상시키며, 상기 금속간 화합물은 고온, 즉 전선의 사용온도에서의 결정립 성장에 의한 강도 저하를 저감시키는 역할을 수행한다.

[0028] 상기 철(Fe)의 함량은 상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로 0.05 내지 0.2 중량%일 수 있다. 여기서, 상기 철(Fe)의 함량이 0.05 중량% 미만인 경우 상기 알루미늄 합금의 인장강도, 내식성, 내열성 등이 저하될 수 있는 반면, 0.2 중량% 초과인 경우 상기 알루미늄 합금의 인장강도 및 내식성이 동시에 저하될 수 있다.

[0029] 상기 합금원소로서 규소(Si)는 상기 알루미늄 합금의 주조시 용탕의 유동도를 증가시키는 역할을 수행하며, 석출 경화시 알루미늄 모체 내에 생성되는 석출물의 핵이 되는 작용을 한다. 구체적으로, 규소(Si)는 Al-Fe-Si 금속간 화합물로서 정출 또는 석출되어 고온, 즉 전선의 사용온도에서 입계 이동을 방해함으로써 입경 성장을 억

제하게 된다.

- [0030] 상기 규소(Si)의 함량은 상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로 0.02 내지 0.2 중량%일 수 있다. 여기서, 상기 규소(Si)의 함량이 0.02 중량% 미만인 경우 상기 알루미늄 합금의 내열성이 저하될 수 있는 반면, 0.2 중량% 초과인 경우 알루미늄 모체 내에서 규소(Si) 원자의 분산율이 저하되어 상기 알루미늄 합금의 내열성이 향상될 수 없다.
- [0031] 특히, 철(Fe)의 함량이 규소(Si)의 함량과 비교하여 극히 낮으면 알루미늄 모체 내에 형성되는 결정립이 급속하게 성장하여 알루미늄 합금의 연성율이 저하될 수 있는 반면, 철(Fe)의 함량이 규소(Si)의 함량과 비교하여 극단적으로 크면 알루미늄 모체에 규소(Si) 원자의 분산율이 저하되어 내열성을 향상시킬 수 없다. 따라서, 철(Fe)과 규소(Si)의 총 함량은 상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로 0.3 중량% 이하인 것이 바람직하다.
- [0032] 한편, 상기 알루미늄 합금은 상기 합금원소를 상기 배합비로 포함하고 신선 공정 조건을 조절함으로써 아래 수학적 식 1에 따른 입경성장율이 80 내지 120 %일 수 있고, 이로써 내열성이 우수하여 고온, 즉 전선의 사용 온도에서 낮은 열팽창성을 구현할 수 있다.
- [0033] [수학적 식 1]
- [0034] $\text{입경성장율}(\%) = (a-b)/b \times 100$
- [0035] 상기 수학적 식 1에서,
- [0036] a는 상기 알루미늄 합금을 600℃에서 1시간 동안 열처리 후 측정된 결정립의 평균입경이고,
- [0037] b는 상기 알루미늄 합금을 400℃에서 1시간 동안 열처리 후 측정된 결정립의 평균입경이다.
- [0038] 상기 수학적 식 1 중 a에서 알루미늄 합금의 열처리 온도가 600℃ 미만이거나 b에서 알루미늄 합금의 열처리 온도가 400℃ 초과인 경우 열처리에 의한 입경이 성장하는 정도가 미미하고, a에서 알루미늄 합금의 열처리 온도가 600℃ 초과이거나 b에서 알루미늄 합금의 열처리 온도가 400℃ 미만인 경우 열처리에 의한 입경이 성장하는 정도가 과도하기 때문에 상기 입경성장율이 의미있는 내열성을 평가하는 기준이 될 수 없다.
- [0039] 또한, 상기 알루미늄 합금은 상기 수학적 식 1에 의해 정의된 입경성장율이 80% 미만인 경우 상기 알루미늄 합금의 입경이 이미 조대하여 가열후에도 입경이 크게 성장하지 않은 것이므로 상온 인장강도가 불충분함을 나타내는 반면, 120% 초과인 경우 내열성이 불충분하여 고온, 즉 전선의 사용 온도에서의 인장강도가 크게 저하됨을 나타낸다.
- [0040] 따라서, 본 발명에 따른 알루미늄 합금은 상기 수학적 식 1에 의해 정의된 입경성장율이 80 내지 120 %로 제어됨으로써, 직경 5.0 mm로 신선 후 인장강도가 16.2 kgf/mm² 이상인 우수한 인장강도를 보유할 수 있고, 230℃에서 1시간 동안 열처리 후에도 열처리 전의 인장강도에 비해 90% 이상의 인장강도를 보유할 수 있어 내열성이 우수하다.
- [0041] 본 발명은 앞서 기술한 알루미늄 합금으로 이루어진 복수의 도체선을 포함하는 가공송전선에 관한 것이다.
- [0042] 도 1은 본 발명에 따른 알루미늄 합금선을 도체로 포함하는 가공송전선의 단면 구조를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0043] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 가공송전선(1)은 중심 인장선(10) 및 상기 중심 인장선을 감싸고 앞서 기술한 알루미늄 합금으로 이루어진 복수의 도체선(20)을 포함하는 가공송전선에 관한 것이다.
- [0044] 상기 도체선(20)은 상기 알루미늄 합금을 용탕 온도 약 750 내지 900℃로 제어하고 연속주조 압연을 통해 로드(rod) 형태로 제조한 후 열처리하고, 인발을 통해 직경 5.0 mm로 신선함으로써 제조될 수 있다.
- [0045] [실시예]
- [0046] 1. 제조예
- [0047] 아래 표 1에 나타난 바와 같은 합금원소와 함량으로 알루미늄 합금 용탕을 제조하고, 용탕 온도를 750~900℃의

범위로 조절하여 연속주조 압연을 통하여 로드(rod) 형태로 제조한 후 열처리하며, 인발을 통해 직경 5.0 mm로 신선하였다. 아래 표 1에 기재된 함량의 단위는 중량%이다.

표 1

	지르코늄(Zr)	철(Fe)	규소(Si)
실시예1	0.041	0.133	0.040
실시예2	0.043	0.165	0.044
실시예3	0.037	0.235	0.047
실시예4	0.038	0.144	0.073
비교예1	0.029	0.042	0.039
비교예2	0.018	0.154	0.029
비교예3	0.056	0.371	0.214
비교예4	0.032	0.126	0.291

2. 물성 평가

1) 신선 인장강도 측정

실시예 및 비교예 각각에 따른 신선된 알루미늄 합금에 대해 ASTM 규격에 따라 인장강도를 평가하였다. 상기 인장강도는 16.2 kgf/mm² 미만인 경우 불량으로 평가했다.

2) 입경성장을 측정

실시예 및 비교예 각각에 따른 신선된 알루미늄 합금을 400℃ 및 600℃에서 각각 1시간 동안 열처리 후 입경을 측정하여 상기 수학적 1에 따른 입경성장을 계산했다. 상기 입경성장은 80 내지 120 %의 범위를 벗어나는 경우 불량인 것으로 평가했다.

구체적으로 입경의 측정은, 실시예 및 비교예 각각에 따른 신선재의 단면을 1μm Diamond suspension까지 경면연마하고, 증류수 200 ml와 HBF₄ 5 ml를 혼합한 수용액에서 24 V 조건으로 2분 40초간 전해 에칭을 하고, ASTM E112에 따라 광학현미경으로 촬영한 미세조직 사진으로부터 평균입경을 측정함으로써 수행했다.

3) 내열성 평가

실시예 및 비교예 각각에 따라 신선된 알루미늄 합금을 230℃에서 1시간 동안 열처리 후 ASTM 규격에 따라 인장강도를 측정하고, 열처리 전의 인장강도 대비 백분율을 계산하였고, 열처리 후의 인장강도가 열처리 전의 인장강도의 90% 미만인 경우 내열성이 불량인 것으로 평가했다.

상기 물성 평가의 결과는 아래 표 2에 나타난 바와 같다.

표 2

	입경성장평가			신선 인장강도 (kgf/mm ²)	내열성 (%)
	400℃ 평균입경(b)	600℃ 평균입경(a)	입경성장율(%)		
실시예1	37.65576	80.05774	113	16.67	96.35

