

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호

WO 2018/212412 A1

2018 년 11 월 22 일 (22.11.2018) WIPO | PCT

(51) 국제특허분류:

H01B 1/02 (2006.01)

C22C 21/00 (2006.01)

C22C 21/12 (2006.01)

C22F 1/04 (2006.01)

C22F 1/057 (2006.01)

C22C 1/02 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2017/011419

(22) 국제출원일:

2017 년 10 월 16 일 (16.10.2017)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2017-0060919 2017 년 5 월 17 일 (17.05.2017) KR

(71) 출원인: 엘에스전선 주식회사 (LS CABLE & SYSTEM LTD) [KR/KR]; 14119 경기도 안양시 동안구 엘에스로 127 (호계동, LS 타워), Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: 김지영 (KIM, Ji Young); 04045 서울시 마포구 양화로 56, 1512, Seoul (KR). 김상겸 (KIM, Sangyum); 14102 경기도 안양시 동안구 부림로 13, 603동 603호, Gyeonggi-do (KR). 박지용 (PARK, Jee Yong); 13607 경기도 성남시 분당구 내정로 54, 611동 404, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 서현 등 (SUH, Hyun et al.); 16827 경기도 용인시 수지구 신수로 767, 지식산업센터 407호 (동천동, U-TOWER), Gyeonggi-do (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: ALUMINUM ALLOY FOR CABLE CONDUCTOR

(54) 발명의 명칭: 케이블 도체용 알루미늄 합금

【도 1】

AA	온도 (°C)	400		600	
		실시예 1	비교예 1	비교예 5	비교예 8
BB					
CC					

AA ... Temperature (°C)
BB ... Example
CC ... Comparative example

(57) Abstract: The present invention relates to an aluminum alloy for a cable conductor. Specifically, the present invention relates to an aluminum alloy for a cable conductor, which is excellent in both electric conductivity and mechanical properties, such as tensile strength and elongation, is manufactured by a simple process, requires reduced manufacturing costs, and is environment-friendly.

(57) 요약서: 본 발명은 케이블 도체용 알루미늄 합금에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 인장강도, 신율 등의 기계적 특성과 전기전도도가 동시에 우수하고, 제조공정이 단순하고 제조단가가 절감되며, 친환경적인 케이블 도체용 알루미늄 합금에 관한 것이다.

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

【명세서】**【발명의 명칭】**

케이블 도체용 알루미늄 합금

【기술분야】

본 발명은 케이블 도체용 알루미늄 합금에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 상온 및 고온에서의 인장강도, 신율 등의 기계적 특성과 전기전도도가 동시에 우수하고, 제조공정이 단순하고 제조단가가 절감되며, 친환경적인 케이블 도체용 알루미늄 합금에 관한 것이다.

【배경기술】

알루미늄 도체 전선은 동(copper) 도체 전선 및 동 합금 도체 전선에 비해 경량이면서 가격이 저렴하고, 또한 알루미늄은 주조성이 용이하고 다른 금속과의 합금이 용이하며, 상온 및 고온 가공이 용이하고 대기 중에서 내식성과 내구성이 우수한 등의 이유로, 가공송전선, 지중송전선, 빌딩용 케이블 등에 널리 사용되고 있다.

다만, 순수한 알루미늄은 신율, 전기전도도 등의 특성은 우수한 반면 인장강도 등 기계적 강도는 불충분한 문제가 있고, 특히 자동차, 항공기, 원동기 등에 사용되는 케이블과 같이 진동이 심한 환경에서 사용되는 케이블의 도체로 사용되는 경우, 진동에 대한 내성을 결정하는 기계적 강도가 향상될 필요가 있다.

따라서, 종래에는 알루미늄(Al)과 철(Fe), 구리(Cu), 마그네슘(Mg), 지르코늄(Zr), 베릴륨(Be) 등의 합금원소와의 합금을 통해 알루미늄 합금의 기계적 강도를 향상시키는 기술이 공지되어 있다.

2

그러나, 종래 알루미늄 합금은 목적한 기계적 강도를 달성하기 위해 과량의 합금원소를 첨가해야 하므로 상기 기계적 강도와 상충관계에 있는 신율, 전기전도도 등이 크게 저하되거나, 제조를 위한 높은 열처리 온도가 요구되거나 장시간의 열처리가 요구되는 등의 문제가 있으며, 나아가 환경 규제 물질인 베릴륨(Be)의 첨가로 인해 환경문제가 유발되고 생산단가가 증가하는 문제가 있었다.

또한, 알루미늄 합금의 신율, 전기전도도 등이 크게 저하되는 것을 회피하기 위해 합금원소를 소량 첨가하는 경우 알루미늄 합금의 기계적 강도의 향상이 불충분하거나, 상기 알루미늄 합금의 기계적 강도의 향상을 위해 추가로 결정립 미세화 공정이 필요한 등 제조공정이 복잡해지는 문제가 있다.

이러한 상황에서, 현재 케이블 업계에서는 동 도체 전선 및 동 합금도체 전선을 알루미늄 합금 도체 전선으로 대체할 수 있도록 알루미늄 합금의 인장강도 등의 기계적 강도 및 이와 상충관계에 있는 신율, 전기전도도 등을 동시에 향상시키기 위한 연구가 활발히 진행되고는 있으나, 알루미늄 합금에 대한 최적의 합금원소의 조합과 공정조건이 정립되어 있지 않아 기술적 진보에 많은 어려움을 겪고 있다.

따라서, 인장강도, 신율 등의 상온 및 고온 기계적 특성과 전기전도도가 동시에 우수하고, 제조공정이 단순하고 제조단가가 절감되며, 친환경적인 케이블 도체용 알루미늄 합금이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

【발명의 상세한 설명】**【기술적 과제】**

본 발명은 인장강도, 신율 등의 상온 및 고온 기계적 특성과 전기전도도가

3

동시에 우수한 케이블 도체용 알루미늄 합금을 제공하는 것을 목적으로 한다.

또한, 본 발명은 제조공정이 단순하고 제조단가가 절감되며 친환경적인 케이블 도체용 알루미늄 합금을 제공하는 것을 목적으로 한다.

【기술적 해결방법】

상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은,

케이블 도체용 알루미늄 합금으로서, 철(Fe), 구리(Cu), 붕소(B) 및 티타늄(Ti)을 포함하고, 아래 수학식 1에 의해 정의되는 입경성장율이 30 내지 70%인, 케이블 도체용 알루미늄 합금을 제공한다.

[수학식 1]

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

상기 수학식 1에서,

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

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

여기서, 직경 0.4 mm로 신선한 알루미늄 합금 선재의 인장강도가 140 MPa 이상, 신율이 15% 이상 및 전기전도도가 59%IACS 이상인 것을 특징으로 하는, 케이블 도체용 알루미늄 합금을 제공한다.

또한, Al-Fe 금속간 화합물, Al-Cu 금속간 화합물 및 Al-Ti 금속간 화합물로 이루어진 그룹으로부터 선택된 1종 이상의 금속간 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는, 케이블 도체용 알루미늄 합금을 제공한다.

4

그리고, 상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로, 상기 철(Fe)의 함량은 0.3 내지 0.6 중량%, 상기 구리(Cu)의 함량은 0.3 내지 0.5 중량%, 상기 붕소(B)의 함량은 0.001 내지 0.01 중량%, 상기 티타늄(Ti)의 함량은 0.01 내지 0.03 중량%인 것을 특징으로 하는, 케이블 도체용 알루미늄 합금을 제공한다.

나아가, 상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로, 바나듐(V), 크롬(Cr) 및 니켈(Ni)로 이루어진 그룹으로부터 선택된 불순물을 총 함량 0.1 중량% 이하로 포함하는 것을 특징으로 하는, 케이블 도체용 알루미늄 합금을 제공한다.

여기서, 상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로, 바나듐(V), 크롬(Cr) 및 니켈(Ni) 각각의 함량이 0.01 중량% 이하인 것을 특징으로 하는, 케이블 도체용 알루미늄 합금을 제공한다.

또한, 신선 후 310℃에서 6시간 동안의 열처리 후에도 열처리 전의 인장강도에 비해 90% 이상의 인장강도를 보유하는 것을 특징으로 하는, 케이블 도체용 알루미늄 합금을 제공한다.

한편, 상기 알루미늄 합금 용탕의 온도를 720 내지 780℃로 조절하여 연속주조 압연을 통해 로드(rod) 형태로 제조한 후, 직경 0.4 mm로 신선하고 310℃에서 6시간 동안 열처리함으로써 제조된 케이블 도체를 제공한다.

【발명의 효과】

본 발명에 따른 케이블 도체용 알루미늄 합금은 특정 합금원소 및 배합비의 선택, 그리고 정밀하게 제어된 가열시 입경성장율에 의해 상온 및 고온 인장강도 및 이와 상충관계에 있는 신율, 전기전도도 등을 동시에 향상시키는 우수한 효과를 나타낸다.

5

또한, 본 발명에 따른 케이블 도체용 알루미늄 합금은 추가적인 고온 및 장시간의 열처리, 그리고 추가적인 결정립 미세화 공정이 불필요해 제조공정이 단순하고 제조단가가 절감되며, 합금원소로서 환경 규제물질을 배제할 수 있기 때문에 친환경적인 우수한 효과를 나타낸다.

【도면의 간단한 설명】

도 1은 실시예 1과 비교예 1, 5 및 8에 따른 알루미늄 합금에 대해 400 및 600 °C에서 각각 열처리 후 촬영한 ASTM E112에 따른 광학현미경 사진이다.

【발명의 실시를 위한 형태】

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.

본 발명은 케이블 도체용 알루미늄 합금에 관한 것이다.

상기 알루미늄 합금은 알루미늄(Al) 이외에 철(Fe), 구리(Cu), 붕소(B), 티타늄(Ti) 등의 합금원소와 제조공정에서 불가피하게 첨가되는 다른 합금원소를 포함할 수 있다.

상기 합금원소로서 철(Fe)은 기지(Matrix) 내에서 Al-Fe 금속간 화합물로 존재한다. 특히, Al-Fe 금속간 화합물은 상기 알루미늄 합금 도체의 제조공정 중 열처리 단계에서 대부분 석출되어 결정립의 성장을 억제함으로써 인장강도 등 기계적 강도를 향상시키는 작용을 하게 된다.

6

여기서, 상기 철(Fe)의 함량은 상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로 0.3 내지 0.6 중량%일 수 있다. 상기 철(Fe)의 함량이 0.3 중량% 미만인 경우 상기 알루미늄 합금의 기계적 강도가 향상되는 정도가 불충분한 반면, 0.6 중량% 초과인 경우 Al-Fe 금속간 화합물이 조대해져 알루미늄 합금 용탕의 압출성이 저하되고, 상기 알루미늄 합금의 신율, 전기전도도 등이 크게 저하될 수 있다.

상기 합금원소로서 구리(Cu)는 알루미늄에 고용되어 알루미늄 합금의 부식전위를 높여 알루미늄 합금의 내식성을 향상시키고, 철(Fe)과 마찬가지로 기지(Matrix) 내에서 Al-Cu 금속간 화합물로 존재하여 열처리 단계에서 석출되어 결정립의 성장을 억제함으로써 인장강도 등 기계적 강도를 향상시키는 작용을 하게 된다.

여기서, 상기 구리(Cu)의 함량은 상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로 0.3 내지 0.5 중량%일 수 있다. 상기 구리(Cu)의 함량이 0.3 중량% 미만인 경우 상기 알루미늄 합금의 기계적 강도가 향상되는 정도가 불충분한 반면, 0.5 중량% 초과인 경우 금속간 화합물이 조대해져 알루미늄 합금 용탕의 압출성이 저하되고, 알루미늄 합금의 신율, 전기전도도 등이 크게 저하될 수 있다.

상기 합금원소로서 붕소(B)는 알루미늄 합금의 제조공정 중 열처리 단계에서 금속간 화합물의 석출을 촉진시켜 결정립의 조대화를 억제함으로써 상기 알루미늄 합금의 강도를 향상시키며 전기전도도의 저하를 억제하는 작용을 하게 된다.

여기서, 상기 붕소(B)의 함량은 상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로 0.001 내지 0.01 중량%일 수 있다. 상기 붕소(B)의 함량이 0.001 중량% 미만인 경우 상기 알루미늄 합금의 기계적 강도가 향상되는 정도가 불충분할 수 있는 반면,

7

0.01 중량% 초과인 경우 금속간 화합물을 과도하게 생성시켜 알루미늄 합금의 전기 전도도가 크게 저하될 수 있다.

상기 합금원소로서 티타늄(Ti)은 융점이 약 1,800℃로 다른 합금원소인 철(Fe)의 융점 약 1,540℃, 구리(Cu)의 융점 약 1084.5℃에 비해 높기 때문에 티타늄 디보라이드(TiB_2)의 화합물, 알루미늄 티타늄 디보라이드($AlTiB_2$)의 로드(rod) 등의 형태로 첨가되고, 알루미늄 합금 내에서 $Al-Al_3Ti-TiB_2$ 등의 Al-Ti 금속간 화합물 형태의 석출물로 균일하게 존재함으로써, 알루미늄 합금의 결정립의 크기를 결정하는 석출물간 평균거리를 추가로 감축시키고, 결과적으로 결정립의 미세화에 의해 상기 알루미늄 합금의 강도를 추가로 향상시키는 작용을 하게 된다.

또한, 상기 티타늄(Ti)이 첨가된 알루미늄 합금은 앞서 기술한 바와 같이 Al-Ti 석출물에 의한 결정립의 미세화가 가능하므로, 알루미늄 합금의 신율을 향상시키기 위해 더욱 높은 온도에서 또는 더욱 장시간 열처리를 수행하는 경우에도 인장강도가 저하되는 정도가 티타늄(Ti)이 첨가되지 않은 알루미늄 합금에 비해 매우 낮기 때문에, 티타늄(Ti)이 첨가되지 않고 동일한 인장강도를 나타내는 다른 알루미늄 합금의 신율에 비해 크게 향상된 신율을 나타낼 수 있다.

여기서, 상기 티타늄(Ti)의 함량은 상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로 0.01 내지 0.03 중량%일 수 있다. 상기 티타늄(Ti)의 함량이 0.01 중량% 미만인 경우 상기 알루미늄 합금의 결정립 미세화 효과가 발휘되기 어려운 반면, 0.03 중량% 초과인 경우 상기 알루미늄 합금에 다량의 불순물이 첨가되어 조대한 금속간 화합물을 생성해 상기 알루미늄 합금 용탕의 압출성 및 상기 알루미늄 합금의 인장

8

강도와 전기전도도가 저하될 수 있다.

상기 알루미늄 합금의 제조공정에서 불가피하게 첨가되는 불순물로서, 예를 들어, 바나듐(V), 크롬(Cr), 니켈(Ni) 등을 포함할 수 있다. 상기 불가피한 불순물 각각의 함량은 상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로 0.01 중량% 이하일 수 있고, 상기 불가피한 불순물의 총 함량은 0.1 중량% 이하일 수 있다.

한편, 상기 알루미늄 합금은 상기 합금원소를 상기 배합비로 포함하고 신선 및 열처리 공정 조건을 조절함으로써 아래 수학적 식 1에 따른 입경성장율이 30 내지 70%일 수 있고, 이로써 신선 및 310℃에서 6시간 동안의 열처리 후에도 열처리 전의 인장강도에 비해 90% 이상, 예를 들어 140 MPa 이상의 인장강도를 보유할 수 있다.

[수학적 식 1]

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

상기 수학적 식 1에서,

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

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

여기서, 결정립의 입경은 상기 결정립과 동일한 단면적을 갖는 원의 직경이고, 상기 결정립의 평균입경은 상기 결정립의 입경의 평균값을 의미한다.

상기 수학적 식 1 중 a에서 알루미늄 합금의 열처리 온도가 600℃ 미만이거나 b에서 알루미늄 합금의 열처리 온도가 400℃ 초과인 경우 열처리에 의한 입경이 성

9

장하는 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 특성을 평가하는 기준이 될 수 없다.

또한, 상기 알루미늄 합금은 상기 수학식 1에 의해 정의된 입경성장율이 30% 미만인 경우 상기 알루미늄 합금의 입경이 이미 조대하여 가열후에도 입경이 크게 성장하지 않은 것이므로 상온 인장강도가 불충분함을 나타내는 반면, 70% 초과인 경우 내열성이 불충분하여 고온, 즉 전선의 사용 온도에서의 인장강도가 크게 저하되고, 과도한 주조온도 등에 의해 붕소(Bi) 및 티타늄(Ti)이 고용되어 전기전도도가 하락됨을 나타낸다.

따라서, 본 발명에 따른 알루미늄 합금은 상기 수학식 1에 의해 정의된 입경성장율이 30 내지 70 %로 제어됨으로써, 직경 0.4 mm로 신선한 알루미늄 합금 선재의 인장강도가 140 MPa 이상인 우수한 인장강도를 보유할 수 있고, 이와 상충관계에 있는 신율이 15% 이상, 그리고 전기전도도가 59% IACS 이상으로 우수하다.

[실시예]

1. 제조예

아래 표 1에 나타난 바와 같은 합금원소와 함량으로 알루미늄 합금 용탕을 제조하고, 연속주조 압연을 통하여 로드(rod) 형태로 제조한 후 직경 0.4 mm로 신선하는 공정과 열처리 공정(310℃에서 6시간)을 수행하여 실시예 및 비교예 각각에 따른 알루미늄 합금 선재 시편을 제조하였다. 아래 표 1에 기재된 함량의 단위는 중량%이다.

【표 1】

	철(Fe)	구리(Cu)	붕소(B)	티타늄(Ti)	주조온도(℃)
실시예1	0.50	0.35	0.004	0.020	720~780
실시예2	0.43	0.40	0.004	0.020	720~780
실시예3	0.53	0.36	0.001	0.010	720~780
실시예4	0.51	0.35	0.010	0.030	720~780
비교예1	0.71	0.36	0.004	0.020	720~780
비교예2	0.45	0.10	0.004	0.020	720~780
비교예3	0.51	0.35	0.000	0.000	720~780
비교예4	0.45	0.60	0.004	0.020	720~780
비교예5	0.50	0.35	0.004	0.020	600~700
비교예6	0.50	0.35	0.004	0.020	800~900
비교예7	0.53	0.36	0.001	0.010	600~700
비교예8	0.53	0.36	0.001	0.010	800~900

2. 물성 평가

1) 인장강도 및 신율 측정

실시예 및 비교예 각각에 따른 알루미늄 합금 선재 시편에 대해 ASTM B557 규격에 따라 와이어용 그리핑 장치를 이용하여 시편의 양끝을 고정된 상태에서 1mm/s의 속도로 잡아당기는데 소요되는 힘을 측정한 후 오프셋 방법(offset method)을 이용하여 인장강도를 산출했고, 시편이 끊어지는 시점에서의 시편의 길이로부터 신율을 측정했다. 상기 인장강도는 140 MPa 미만인 경우 또는 상기 신율이 15% 미만인 경우 불량으로 평가했다.

2) 전기전도도 측정

실시예 및 비교예 각각에 따른 알루미늄 합금 선재 시편의 전기전도도는 ASTM B193 규격에 따라 켈빈 더블브리지(Double Bridge)법으로 전기저항을 측정하여 산출했다.

3) 입경성장을 측정

실시예 및 비교예 각각에 따른 알루미늄 합금 선재 시편을 400℃ 및 600℃에서 각각 1시간 동안 열처리 후 입경을 측정하여 상기 수학식 1에 따른 입경성장을

을 계산했다. 상기 입경성장율은 30 내지 70 %의 범위를 벗어나는 경우 불량인 것으로 평가했다.

구체적으로 입경의 측정은, 실시예 및 비교예 각각에 따른 선재의 단면을 1 μm Diamond suspension까지 경면연마하고, 증류수 200 ml와 HBF_4 5 ml를 혼합한 수용액에서 24 V 조건으로 2분 40초간 전해 에칭을 하고, ASTM E112에 따라 광학현미경으로 촬영한 미세조직 사진으로부터 평균입경을 측정함으로써 수행했다.

상기 물성 평가의 결과는 아래 표 2 및 도 1에 나타난 바와 같다.

【표 2】

	입경성장평가			인장강도 (MPa)	신율 (%)	전기전도도 (%IACS)
	400℃ 평균입경(b) (μm)	600℃ 평균입경(a) (μm)	입경성장율 (%)			
실시예1	198.7983	314.9480	58	145.1	16.5	59.6
실시예2	191.5314	258.4587	35	141.6	16.0	59.3
실시예3	197.5468	264.3215	34	141.5	16.0	59.4
실시예4	188.6764	286.5127	52	144.8	15.9	59.3
비교예1	120.0251	199.3847	66	147.7	14.8	57.8
비교예2	148.6429	196.5483	32	125.4	15.3	59.9
비교예3	226.4819	289.1584	28	128.4	15.2	60.0
비교예4	118.4869	228.5874	93	145.2	15.3	57.9
비교예5	171.7954	219.6205	28	137.5	14.8	59.2
비교예6	110.5431	195.6063	77	142.4	15.3	58.1
비교예7	194.7748	220.2649	13	135.4	15.7	59.7
비교예8	136.9001	254.7010	86	146.2	15.5	57.6

상기 표 2에 나타난 바와 같이, 본 발명에 따르는 실시예 1 내지 4의 알루미늄 합금은 가열시 입경성장율이 30 내지 70 %로 조절됨으로써 알루미늄 합금 선재의 인장강도 및 이와 상충관계에 있는 신율과 전기전도도가 모두 우수하고, 특히 열처리 후의 인장강도도 140 MPa 이상으로 우수한 것으로 확인되었다.

반면, 비교예 1의 알루미늄 합금은 철(Fe) 함량이 과도하여 신율 및 전기전도도가 기준 미달이고, 비교예 2의 알루미늄 합금은 구리(Cu) 함량이 불충분하여

12

알루미늄 합금 선재의 인장강도가 기준 미달이며, 비교예 3의 알루미늄 합금은 붕소(B) 및 티타늄(Ti)이 첨가되지 않아 석출물 생성이 저하되고 이로써 결정립이 조대화되어 결과적으로 신율의 향상을 위한 열처리시 인장강도가 크게 저하되고, 비교예 4의 알루미늄 합금은 구리(Cu) 함량이 과도하여 가열시 입경성장율이 크게 증가하고 전기전도도가 기준 미달인 것으로 확인되었다.

또한, 비교예 5 및 7의 알루미늄 합금은 기준 미달의 온도에서의 주조를 통해 제조됨으로써 입경성장율이 30% 미만이었고 이는 상기 알루미늄 합금의 입경이 이미 조대하여 가열후에도 입경이 크게 성장하지 않은 것을 의미하고 결과적으로 상온 인장강도가 기준 미달인 것으로 확인되었으며, 비교예 6 및 8의 알루미늄 합금은 기준 초과 온도에서의 주조를 통해 제조됨으로써 입경성장율이 70%를 초과했고 이는 상기 알루미늄 합금에서 붕소(B) 및 티타늄(Ti)이 고용되어 전기전도도가 하락됨을 의미하고 실제로 전기전도도가 기준 미달인 것으로 확인되었다.

본 명세서에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 당업자는 이하에서 서술하는 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경 실시할 수 있을 것이다. 그러므로 변형된 실시가 기본적으로 본 발명의 특허청구범위의 구성요소를 포함한다면 모두 본 발명의 기술적 범주에 포함된다고 보아야 한다.

【청구의 범위】**【청구항 1】**

케이블 도체용 알루미늄 합금으로서,

철(Fe), 구리(Cu), 붕소(B) 및 티타늄(Ti)을 포함하고,

아래 수학적 식 1에 의해 정의되는 입경성장율이 30 내지 70%인, 케이블 도체용 알루미늄 합금.

[수학적 식 1]

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

상기 수학적 식 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 0.4 mm로 신선한 알루미늄 합금 선재의 인장강도가 140 MPa 이상, 신율이 15% 이상 및 전기전도도가 59%IACS 이상인 것을 특징으로 하는, 케이블 도체용 알루미늄 합금.

【청구항 3】

제1항 또는 제2항에 있어서,

Al-Fe 금속간 화합물, Al-Cu 금속간 화합물 및 Al-Ti 금속간 화합물로 이루

14

어진 그룹으로부터 선택된 1종 이상의 금속간 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는, 케이블 도체용 알루미늄 합금.

【청구항 4】

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로, 상기 철(Fe)의 함량은 0.3 내지 0.6 중량%, 상기 구리(Cu)의 함량은 0.3 내지 0.5 중량%, 상기 붕소(B)의 함량은 0.001 내지 0.01 중량%, 상기 티타늄(Ti)의 함량은 0.01 내지 0.03 중량%인 것을 특징으로 하는, 케이블 도체용 알루미늄 합금.

【청구항 5】

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로, 바나듐(V), 크롬(Cr) 및 니켈(Ni)로 이루어진 그룹으로부터 선택된 불순물을 총 함량 0.1 중량% 이하로 포함하는 것을 특징으로 하는, 케이블 도체용 알루미늄 합금.

【청구항 6】

제5항에 있어서,

상기 알루미늄 합금의 총 중량을 기준으로, 바나듐(V), 크롬(Cr) 및 니켈(Ni) 각각의 함량이 0.01 중량% 이하인 것을 특징으로 하는, 케이블 도체용 알루미늄 합금.

【청구항 7】

제1항 또는 제2항에 있어서,

신선 후 310℃에서 6시간 동안의 열처리 후에도 열처리 전의 인장강도에 비

15

해 90% 이상의 인장강도를 보유하는 것을 특징으로 하는, 케이블 도체용 알루미늄 합금.

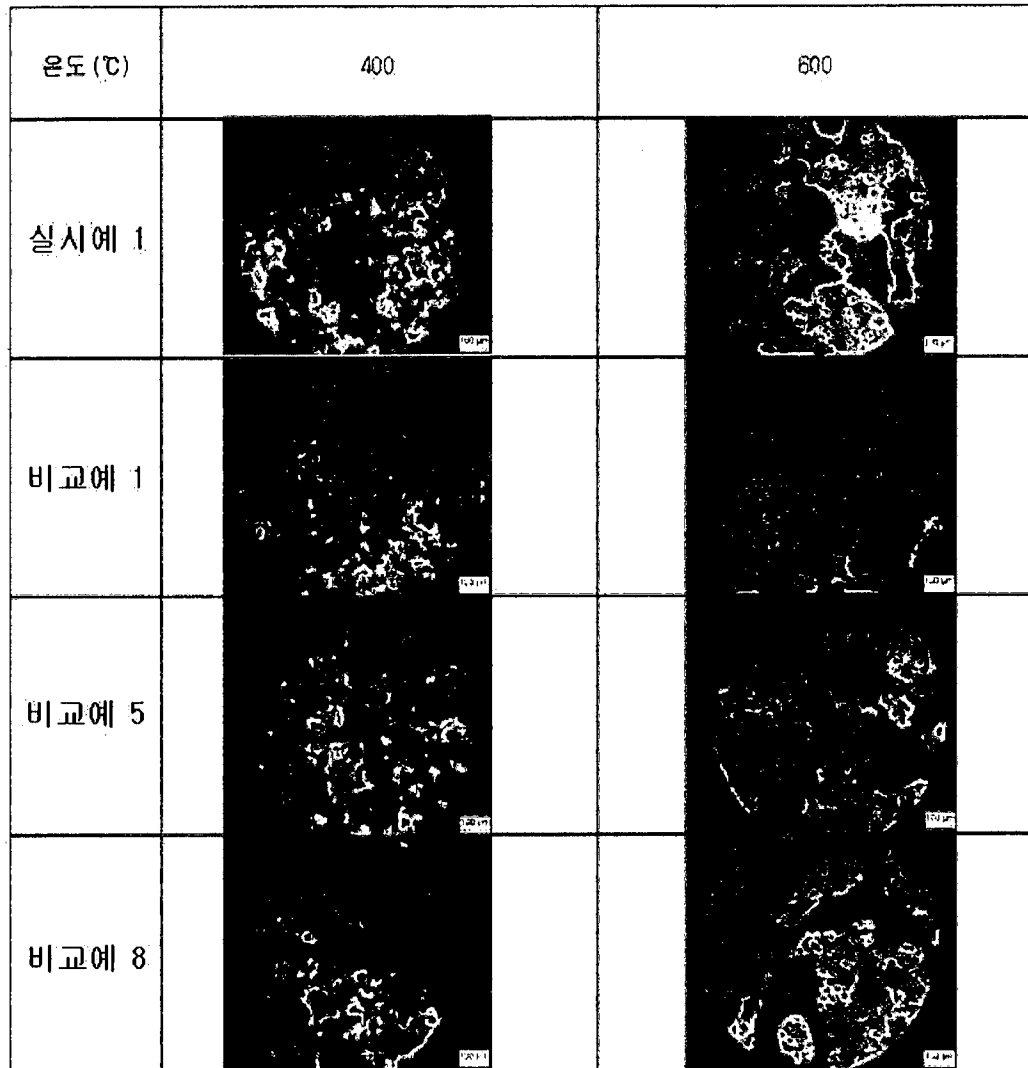
【청구항 8】

제1항 또는 제2항의 알루미늄 합금 용탕의 온도를 720 내지 780℃로 조절하여 연속주조 압연을 통해 로드(rod) 형태로 제조한 후, 직경 0.4 mm로 선선하고 310℃에서 6시간 동안 열처리함으로써 제조된 케이블 도체.

1/1

【도면】

【도 1】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/011419**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01B 1/02(2006.01)i, C22C 21/00(2006.01)i, C22C 21/12(2006.01)i, C22F 1/04(2006.01)i, C22F 1/057(2006.01)i, C22C 1/02(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01B 1/02; C22C 38/06; C22F 1/04; C22F 1/10; C22C 30/00; C22C 21/02; C22C 21/00; C22C 21/12; C22F 1/057; C22C 1/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: aluminum alloy, steel, copper, boron, titanium, average particle diameter, tensile strength, cable conductor

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-1716645 B1 (LS CABLE & SYSTEM LTD.) 15 March 2017 See paragraphs [0058]-[0068]; claims 1, 3, 6-7, 9-10; and table 1.	1-8
X	KR 10-2015-0140709 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD. et al.) 16 December 2015 See paragraphs [0038]-[0050], [0097]-[0100], [0113]; claims 1-8; and tables 1-4.	1-8
X	WO 2016-088888 A1 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD. et al.) 09 June 2016 See paragraphs [0027]-[0034], [0053]-[0061]; claims 1-7; and tables 1-3.	1-8
A	JP 2013-067864 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD. et al.) 18 April 2013 See paragraphs [0030]-[0039]; and claims 1-23.	1-8
A	US 2016-0289807 A1 (VDM METALS GMBH.) 06 October 2016 See claims 23-35.	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 FEBRUARY 2018 (07.02.2018)

Date of mailing of the international search report

07 FEBRUARY 2018 (07.02.2018)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/011419

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1716645 B1	15/03/2017	CN 106663490 A	10/05/2017
		JP 2017-525845 A	07/09/2017
		KR 10-2016-0004897 A	13/01/2016
		WO 2016-003068 A1	07/01/2016
KR 10-2015-0140709 A	16/12/2015	CN 104781431 A	15/07/2015
		EP 2896708 A1	22/07/2015
		EP 2896708 B1	13/09/2017
		EP 3260563 A1	27/12/2017
		JP 5607853 B1	05/09/2014
		KR 10-1813772 B1	29/12/2017
		US 2015-0213913 A1	30/07/2015
		US 9263167 B2	16/02/2016
WO 2016-088888 A1	09/06/2016	WO 2014-155819 A1	02/10/2014
		CN 107109545 A	29/08/2017
		EP 3228720 A1	11/10/2017
		KR 10-2017-0094131 A	17/08/2017
JP 2013-067864 A	18/04/2013	US 2017-0250000 A1	31/08/2017
		CN 102119233 A	06/07/2011
		CN 104616715 A	13/05/2015
		JP 2010-067591 A	25/03/2010
		JP 2011-195962 A	06/10/2011
		JP 2011-256464 A	22/12/2011
		JP 2012-046824 A	08/03/2012
		JP 2012-197514 A	18/10/2012
		JP 2012-214901 A	08/11/2012
		JP 2013-008682 A	10/01/2013
		JP 2013-011021 A	17/01/2013
		JP 2013-127119 A	27/06/2013
		JP 2014-159639 A	04/09/2014
		JP 2015-227508 A	17/12/2015
		JP 2017-053035 A	16/03/2017
		JP 4777487 B1	21/09/2011
		JP 4787885 B2	05/10/2011
		JP 4843745 B1	21/12/2011
		JP 4982621 B2	25/07/2012
		JP 5021855 B1	12/09/2012
		JP 5066300 B1	07/11/2012
		JP 5100913 B1	19/12/2012
		JP 5139593 B2	06/02/2013
		JP 5520397 B2	11/06/2014
		JP 5778818 B2	16/09/2015
		JP 6017637 B2	02/11/2016
		US 2011-0140517 A1	16/06/2011
		US 2013-0126231 A1	23/05/2013
		US 2015-0357072 A1	10/12/2015
		US 8353993 B2	15/01/2013

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/011419

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2016-0289807 A1	06/10/2016	US 9147504 B2	29/09/2015
		WO 2010-0018646 A1	18/02/2010
		CN 107041147 A	11/08/2017
		EP 3102711 A1	14/12/2016
		JP 2017-508075 A	23/03/2017
		KR 10-2016-0134647 A	23/11/2016
		WO 2015-117584 A1	13/08/2015

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01B 1/02(2006.01)i, C22C 21/00(2006.01)i, C22C 21/12(2006.01)i, C22F 1/04(2006.01)i, C22F 1/057(2006.01)i, C22C 1/02(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01B 1/02; C22C 38/06; C22F 1/04; C22F 1/10; C22C 30/00; C22C 21/02; C22C 21/00; C22C 21/12; C22F 1/057; C22C 1/02

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 알루미늄 합금, 철, 구리, 붕소, 티타늄, 평균입경, 인장강도, 케이블 도체

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-1716645 B1 (엘에스전선 주식회사) 2017.03.15 단락 [0058]-[0068]; 청구항 1, 3, 6-7, 9-10; 및 표 1 참조.	1-8
X	KR 10-2015-0140709 A (후루카와 텐키 고교 가부시키키가이샤 등) 2015.12.16 단락 [0038]-[0050], [0097]-[0100], [0113]; 청구항 1-8; 및 표 1-4 참조.	1-8
X	WO 2016-088888 A1 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD. 등) 2016.06.09 단락 [0027]-[0034], [0053]-[0061]; 청구항 1-7; 및 표 1-3 참조.	1-8
A	JP 2013-067864 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD. 등) 2013.04.18 단락 [0030]-[0039]; 및 청구항 1-23 참조.	1-8
A	US 2016-0289807 A1 (VDM METALS GMBH) 2016.10.06 청구항 23-35 참조.	1-8

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2018년 02월 07일 (07.02.2018)

국제조사보고서 발송일

2018년 02월 07일 (07.02.2018)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

남의호

전화번호 +82-42-481-5580



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1716645 B1	2017/03/15	CN 106663490 A JP 2017-525845 A KR 10-2016-0004897 A WO 2016-003068 A1	2017/05/10 2017/09/07 2016/01/13 2016/01/07
KR 10-2015-0140709 A	2015/12/16	CN 104781431 A EP 2896708 A1 EP 2896708 B1 EP 3260563 A1 JP 5607853 B1 KR 10-1813772 B1 US 2015-0213913 A1 US 9263167 B2 WO 2014-155819 A1	2015/07/15 2015/07/22 2017/09/13 2017/12/27 2014/09/05 2017/12/29 2015/07/30 2016/02/16 2014/10/02
WO 2016-088888 A1	2016/06/09	CN 107109545 A EP 3228720 A1 KR 10-2017-0094131 A US 2017-0250000 A1	2017/08/29 2017/10/11 2017/08/17 2017/08/31
JP 2013-067864 A	2013/04/18	CN 102119233 A CN 104616715 A JP 2010-067591 A JP 2011-195962 A JP 2011-256464 A JP 2012-046824 A JP 2012-197514 A JP 2012-214901 A JP 2013-008682 A JP 2013-011021 A JP 2013-127119 A JP 2014-159639 A JP 2015-227508 A JP 2017-053035 A JP 4777487 B1 JP 4787885 B2 JP 4843745 B1 JP 4982621 B2 JP 5021855 B1 JP 5066300 B1 JP 5100913 B1 JP 5139593 B2 JP 5520397 B2 JP 5778818 B2 JP 6017637 B2 US 2011-0140517 A1 US 2013-0126231 A1 US 2015-0357072 A1 US 8353993 B2	2011/07/06 2015/05/13 2010/03/25 2011/10/06 2011/12/22 2012/03/08 2012/10/18 2012/11/08 2013/01/10 2013/01/17 2013/06/27 2014/09/04 2015/12/17 2017/03/16 2011/09/21 2011/10/05 2011/12/21 2012/07/25 2012/09/12 2012/11/07 2012/12/19 2013/02/06 2014/06/11 2015/09/16 2016/11/02 2011/06/16 2013/05/23 2015/12/10 2013/01/15

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		US 9147504 B2 WO 2010-0018646 A1	2015/09/29 2010/02/18
US 2016-0289807 A1	2016/10/06	CN 107041147 A EP 3102711 A1 JP 2017-508075 A KR 10-2016-0134647 A WO 2015-117584 A1	2017/08/11 2016/12/14 2017/03/23 2016/11/23 2015/08/13