



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0090995
(43) 공개일자 2015년08월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 13/14 (2006.01) H01B 13/06 (2006.01)
H01B 3/30 (2006.01) H01B 3/42 (2006.01)
H01B 7/02 (2006.01) H01B 7/14 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7023372
- (22) 출원일자(국제) 2013년11월20일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2014년08월21일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2013/081300
- (87) 국제공개번호 WO 2014/084101
국제공개일자 2014년06월05일
- (30) 우선권주장
JP-P-2012-263749 2012년11월30일 일본(JP)
- (71) 출원인
후루카와 덴키 고교 가부시키키가이샤
일본국 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메 2반 3고
후루카와 마그네티 와이야 가부시키키가이샤
일본국 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메 2반 3고
- (72) 발명자
후쿠다 히데오
일본국 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메 2반 3고 후루카와 덴키 고교 가부시키키가이샤 내
무토 다이ске
일본국 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메 2반 3고 후루카와 덴키 고교 가부시키키가이샤 내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
강일우

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 내 인버터 서지 절연 와이어 및 그 제조 방법

(57) 요약

사각형 상태의 단면을 가지는 도체의 외주에, 적어도 1층의 에나멜 베이킹층과, 그 외측에 적어도 1층의 압출 피복 수지층을 가지고, 해당 에나멜 베이킹층과 해당 압출 피복 수지층의 사이에 두께 2~20 μ m의 접착층을 가지고, 해당 접착층 상의 압출 피복층이 모두 동일한 수지로부터 이루어지고, 내 인버터 서지 절연 와이어의 단면에 있어서의 상기 에나멜 베이킹층과 상기 압출 피복 수지층의 단면 형상이 사각형 형상이며, 단면도에 있어서의 상기 도체를 둘러싸는 해당 에나멜 베이킹층과 해당 압출 피복 수지층이 형성하는 상기 사각형의 단면 형상에서, 해당 도체에 대해 상하 또는 좌우로 대향하는 2쌍의 2변 중 적어도 한 쌍의 2변이 모두, 해당 에나멜 베이킹층과 해당 압출 피복 수지층과의 합계 두께가 80 μ m 이상, 상기 에나멜 베이킹층의 두께가 60 μ m 이하, 상기 압출 피복 수지층의 두께가 200 μ m 이하이며, 압출 피복 수지층의 수지가 용점 300 $^{\circ}$ C 이상 370 $^{\circ}$ C 이하인, 내 인버터 서지 절연 와이어, 및 에나멜 베이킹층의 외주에 접착층을 형성하고, 접착층에 이용된 수지의 글래스 전이 온도보다도 높은 온도에서 용융 상태에 있는, 압출 피복 수지층을 형성하는 열가소성 수지를 접착층에 압출하여 접촉시키는 내 인버터 서지 절연 와이어의 제조 방법.

(72) 발명자

후지와라 다이

일본국 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메 2반 3고
후루카와 텐키 고교 가부시키키가이샤 내

도미자와 게이치

일본국 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메 2반 3고
후루카와 마그넷트 와이야 가부시키키가이샤 내

아오이 쓰네토

일본국 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메 2반 3고
후루카와 텐키 고교 가부시키키가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

사각형 형상의 단면을 가지는 도체의 외주에, 적어도 1층의 에나멜 베이킹층(Baked enamel layer)과, 그 외측에 적어도 1층의 압출 피복 수지층(Extrusion coated resin layer)을 가지고, 해당 에나멜 베이킹층과 해당 압출 피복 수지층의 사이에 두께 2~20 μ m의 접착층을 가지고, 해당 접착층 상의 압출 피복층이 모두 동일한 수지로 이루어지고, 내 인버터 서지 절연 와이어(Inverter surge-resistant insulated wire)의 단면에 있어서의 상기 에나멜 베이킹층과 상기 압출 피복 수지층의 단면 형상이 사각형 형상이며, 단면도에 있어서의 상기 도체를 둘러싸는 해당 에나멜 베이킹층과 해당 압출 피복 수지층이 형성하는 상기 사각형의 단면 형상에서, 해당 도체에 대해 상하 또는 좌우로 대향하는 2쌍의 2변 중 적어도 한 쌍의 2변이 모두, 해당 에나멜 베이킹층과 해당 압출 피복 수지층과의 합계 두께가 80 μ m 이상, 상기 에나멜 베이킹층의 두께가 60 μ m 이하, 상기 압출 피복 수지층의 두께가 200 μ m 이하이며, 해당 압출 피복 수지층의 수지가 용점 300℃ 이상 370℃ 이하인 것을 특징으로 하는 내 인버터 서지 절연 와이어.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 압출 피복층이, 1층인 것을 특징으로 하는 내 인버터 서지 절연 와이어.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 내 인버터 서지 절연 와이어가, 300℃ 168시간 열처리 후의 절연 파괴 전압이 열처리 전의 절연 파괴 전압과 비교하여 90% 이상인 것을 특징으로 하는 내 인버터 서지 절연 와이어.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 내 인버터 서지 절연 와이어의 피막층 사이의 접착 강도가, 100g 이상 400g 미만인 것을 특징으로 하는 내 인버터 서지 절연 와이어.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 압출 피복 수지층이, 폴리에테르에테르케톤, 변성 폴리에테르에테르케톤, 열가소성 폴리이미드 및 방향족 폴리이미드로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1종의 열가소성 수지의 층인 것을 특징으로 하는 내 인버터 서지 절연 와이어.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 접착층이, 폴리에테르이미드, 폴리페닐술폰 및 폴리에테르술폰으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1종의 열가소성 수지의 층인 것을 특징으로 하는 내 인버터 서지 절연 와이어.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 내 인버터 서지 절연 와이어의 부분 방전 개시 전압의 피크 전압이, 1200Vp 이상 3200Vp 이하인 것을 특징으로 하는 내 인버터 서지 절연 와이어.

청구항 8

상기 에나멜 베이킹층의 외주에, 바니시화된 수지를 베이킹하여 상기 접착층을 형성하고, 그 후, 해당 접착층에 이용하는 수지의 글래스 전이 온도보다도 높은 온도에서 용융 상태가 되는, 압출 피복 수지층을 형성하는 열가소성 수지를 해당 접착층에 압출하여 접촉시키고, 해당 에나멜 베이킹층에 해당 접착층을 개재하여 해당 압출 피복 수지를 열융착시켜서 해당 압출 피복 수지층을 형성하는 것을 특징으로 하는 제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 기재된 내 인버터 서지 절연 와이어의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 내 인버터 서지 절연 와이어 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 인버터는 효율적인 가변속 제어 장치로서, 많은 전기 기기에 장착되도록 되고 있다. 인버터는 수 kHz ~ 수십 kHz로 스위칭이 행해지고, 그 펄스마다 서지 전압이 발생한다. 인버터 서지(Inverter surge)는 그 전반계(Propagation system) 내에서 임피던스의 불연속점, 예를 들면 접속하는 배선의 시작단, 종단 등에서 반사가 발생하고, 그 결과, 최대 인버터 출력 전압의 2배의 전압이 인가되는 현상이다. 특히, IGBT 등의 고속 스위칭 소자에 의해 발생하는 출력 펄스는 전압 준도(Steepness)가 높고, 그것에 의해 접속 케이블이 짧다고 해도 서지 전압이 높고, 또한 그 접속 케이블에 의한 전압 감쇠도 작고, 그 결과, 인버터 출력 전압의 2배 가까운 전압이 발생한다.

[0003] 인버터 관련 기기, 예를 들면 고속 스위칭 소자, 인버터 모터, 변압기 등의 전기 기기 코일에는 마그넷 와이어로서, 주로 에나멜선인 절연 와이어가 이용되고 있다. 게다가 상술한 바와 같이, 인버터 관련 기기에서는 그 인버터 출력 전압의 2배 가까운 전압이 걸리는 것으로부터, 이들 전기 기기 코일을 구성하는 재료의 하나인 에나멜선의 인버터 서지 열화를 최소한으로 하는 것이 요구되고 있다.

[0004] 그런데, 부분 방전 열화는, 일반적으로, 전기 절연 재료가 그 부분 방전으로 발생한 하전 입자의 충돌에 의한 분자 체인 절단 열화, 스퍼터링 열화, 국부 온도 상승에 의한 열 용융 혹은 열 분해 열화, 방전으로 발생한 오존에 의한 화학적 열화 등이 복잡하게 일어나는 현상이다. 따라서, 실제의 부분 방전으로 열화된 전기 절연 재료는 두께가 감소하는 일이 있다.

[0005] 절연 와이어의 인버터 서지 열화도 일반적인 부분 방전 열화와 동일한 메카니즘으로 진행되는 것으로 생각된다. 즉, 에나멜선의 인버터 서지 열화는, 인버터로 발생된 과고값이 높은 서지 전압에 의해 절연 와이어에 부분 방전이 일어나고, 그 부분 방전에 의해 절연 와이어의 도막이 열화를 일으키는 현상, 즉 고주파 부분 방전 열화이다.

[0006] 최근의 전기 기기에서는, 인버터 서지 열화를 방지하기 위하여, 수백 V의 서지 전압에 견딜 수 있는 절연 와이어가 요구되게 되었다. 즉, 절연 와이어는 부분 방전 개시 전압이 500V 이상인 것이 필요하게 된다. 여기서, 부분 방전 개시 전압이란, 시판되는 부분 방전 시험기로 불리는 장치로 측정하는 값이다. 측정 온도, 이용하는 교류 전압의 주파수, 측정 감도 등은 필요에 따라서 변경하는 것이지만, 상기 값은, 25℃, 50Hz, 10pC에서 측정하여, 부분 방전이 발생한 전압이다.

[0007] 부분 방전 개시 전압을 측정할 때는, 마그넷 와이어로서 이용되는 경우에 있어서의 가장 가혹한 상황을 상정하고, 밀착하는 2개의 절연 와이어 사이에 대해서 관측할 수 있는 시료 형상을 제작하는 방법이 이용된다. 예를 들면, 단면 원형의 절연 와이어에 대해서는, 2개의 절연 와이어를 나선 형상으로 꼬는 것으로 선접촉시키고, 2개의 사이에 전압을 건다. 또한, 단면 형상이 사각형의 절연 와이어에 대해서는, 2개의 절연 와이어의 장변인 면끼리를 면접촉시키고, 2개의 사이에 전압을 거는 방법이다.

[0008] 상술한 부분 방전에 의한, 절연 와이어의 에나멜층의 열화를 막기 위하여, 부분 방전을 발생시키지 않는, 즉 부분 방전 개시 전압이 높은 절연 와이어를 얻기 위해서는, 에나멜층에 비유전율이 낮은 수지를 이용하는 방법, 에나멜층의 두께를 늘리는 방법이 생각된다. 그러나, 통상 사용되는 수지 바니시의 수지의 대부분은 비유전율이 3~5 사이이며, 비유전율이 특별히 낮은 것이 없다. 또한, 에나멜층에 요구되는 다른 특성(내열성, 내용제성, 가요성(可撓性) 등)을 고려했을 경우, 반드시 비유전율이 낮은 수지를 선택할 수 없다는 것이 현실이다. 따라서, 높은 부분 방전 개시 전압을 얻기 위해서는, 에나멜층의 두께를 두껍게 하는 것이 불가결하다. 이들 비유전율 3~5의 수지를 에나멜층에 이용한 경우, 부분 방전 개시 전압을 목표의 500V 이상으로 하려면, 경험상 에나멜층

의 두께를 60 μ m 이상으로 할 필요가 있다.

- [0009] 그러나, 에나멜층을 두껍게 하기 위해서는, 제조 공정에 있어서 베이킹로(Baking furnace)를 통과하는 회수가 많아지고, 도체인 구리 표면의 산화 구리로 이루어지는 피막의 두께가 성장하고, 이것에 기인하여 도체와 에나멜층과의 접착력이 저하한다. 예를 들면, 두께 60 μ m 이상의 에나멜층을 얻는 경우, 베이킹로를 통과하는 회수가 12회를 넘는다. 12회를 초과하여 베이킹로를 통과하면, 도체와 에나멜층과의 접착력이 극단적으로 저하하는 것을 알 수 있었다.
- [0010] 한편, 베이킹로를 통과하는 회수를 늘리지 않기 위해서 1회의 베이킹으로 도포할 수 있는 두께를 두껍게 하는 방법도 있지만, 이 방법에서는, 바니시의 용매가 다 증발되지 못하고 에나멜층 중에 기포로서 남는다는 결점이 있었다.
- [0011] 그런데, 종래에, 에나멜선의 외측에 피복 수지를 마련하여 특성(부분 방전 개시 전압 이외의 특성)을 높이는 시도가 이루어져 왔다. 에나멜층에 압출 피복층(Extrusion coated layer)을 마련한 종래 기술로서는, 예를 들면, 특허문헌 1, 2 등을 들 수 있다. 이러한 피복 수지를 마련한 절연 와이어에 있어서는, 에나멜층과 피복 수지와 밀착성도 요구된다. 그러나, 특허문헌 1 및 2의 기술은, 부분 방전 개시 전압 및 도체와 에나멜층과의 밀착성을 양립시킨다는 관점에서는, 에나멜층이나 압출 피복의 두께 등의 점에서 반드시 만족할 수 있는 것은 아니었다.
- [0012] 한편, 부분 방전 개시 전압 및 도체와 에나멜층과의 밀착성의 관점에서 접근한 기술로서 특허문헌 3을 들 수 있다.
- [0013] 또한, 최근의 전기 기기에서는 각종 성능, 예를 들면 내열성, 기계적 특성, 화학적 특성, 전기적 특성, 신뢰성 등을 종래의 것보다도 한층 더 높이는 것이 요구되고 있다. 이러한 중에서 우주용 전기 기기, 항공기용 전기 기기, 원자력용 전기 기기, 에너지용 전기 기기, 자동차용 전기 기기용의 마그넷 와이어로서 이용되는 에나멜선의 절연 와이어에는, 우수한 내마모성, 내열 노화 특성, 내용제성이 요구되고 있다. 예를 들면, 최근의 전기 기기에 있어서, 우수한 내열 노화 특성을 보다 장기간에 걸쳐서 유지할 수 있는 것이 요구되는 경우가 있다.
- [0014] 한편, 최근, 모터나 트랜스로 대표되는 전기 기기는 이들 기기의 소형화 및 고성능화가 진전되어, 절연 전선을 매우 좁은 부분에 밀어 넣어서 사용하는 것 같은 사용법을 많이 볼 수 있게 되었다. 구체적으로는, 고정자 슬롯 중에 몇 라인의 전선을 넣을 수 있는가에 의해, 그 모터 등의 회전기의 성능이 결정된다고 해도 과언이 아니다. 그 결과, 고정자 슬롯 단면적에 대한 도체의 단면적의 비율(점적율)이 매우 높아지고 있다.
- [0015] 예를 들면, 고정자 슬롯의 내부에, 둥근 단면의 전선을 고밀도로 충전한 경우, 데드 스페이스가 되는 공극과 절연 피막의 단면적이 문제가 된다. 이 때문에, 사용자로서는, 둥근 단면의 전선이 변형될 만큼, 고정자 슬롯에 전선을 밀어 넣고, 조금이라도 점적율의 향상을 꾀하고 있다. 그러나, 절연 피막의 단면적을 줄이는 것은, 그 전기적인 성능(절연 파괴 등)을 희생하기 때문에, 바람직하다고는 할 수 없다.
- [0016] 이상의 이유로부터, 점적율을 향상시키는 수단으로서, 극히 최근에는 도체의 단면 형상이 사각형(정사각형이나 직사각형)과 유사한 평각선(Rectangular wire)을 사용하는 것이 시도되고 있다. 평각선의 사용은, 점적율의 향상에는 극적인 효과를 나타내지만, 평각 도체 상에 절연 피막을 균일하게 도포하는 것이 어렵고, 특히 단면적의 작은 절연 전선에는 절연 피막의 두께의 제어가 어려운 것으로부터, 별로 보급되어 있지 않다.
- [0017] 모터나 트랜스의 코일 감기를 행하는 경우에 필요한 절연 피막의 특성으로서, 코일 가공 전후에서의 전기 절연성 유지의 특성(이하, 가공 전후의 가공 전후에서의 전기 절연성 유지 특성이라고 한다)이 있다. 코일 가공 공정에 의해서, 전선 피막에 손상이 생길 때에는 전기 절연 성능이 저하하고, 제품의 신뢰성을 잃는 결과가 된다.
- [0018] 이 가공 전후에서의 전기 절연성 유지의 특성을 전선 피막에 부여하는 방법은 각종 방법이 생각되고 있다. 예를 들면, 피막에 윤활성을 부여하여 마찰 계수를 낮추고 코일 가공시의 외상을 줄이는 방법, 피막과 전기 도체간의 밀착성을 향상시켜서 그 피막이 도체로부터 박리하는 것을 방지하여 전기 절연 성능을 유지시키는 방법 등이다.
- [0019] 전자의 윤활 성능을 부여시키는 방법으로서, 전선의 표면에 왁스 등의 윤활제를 도포하는 방법, 절연 피막 중에 윤활제를 첨가하여 전선의 제조시에 그 윤활제를 전선 표면에 브리드 아웃(bleed out)시켜서 윤활 성능을 부여시키는 방법 등이 예전부터 취해지고 있고 그 실시에는 많다. 그렇지만, 피막에 윤활 성능을 부여시키는 방법은, 전선 피막 자체의 강도를 향상시키는 것은 아니기 때문에, 외상 요인에 대해서는 효과가 있는 것처럼 보이지만, 실제로는 코일 가공시의 효과에 한계가 있었다.

[0020] 피막에 윤활성을 부여하는 그 외의 종래로부터 행해지고 있는 수단인, 상술한 절연 피막의 표면의 마찰 계수를 작게 하는 방법으로서, 특허문헌 4 등에 기재된, 절연 전선 표면에 왁스, 기름, 계면 활성제, 고체 윤활제 등을 도포하는 방법을 들 수 있다. 또한, 특허문헌 5 등에 기재된, 물에 유화 가능한 땀납과 물에 유화 가능하고 가열에 의해 고체화하는 수지로 이루어지는 감마제(Anti-friction composition)를 도포하고 베이킹하여 사용하는 방법을 들 수 있다. 또한 특허문헌 6 등에 기재된, 절연 도료 자체에 폴리에틸렌 미분말을 첨가하고 윤활화를 꾀하는 방법을 들 수 있다. 이상의 방법은, 절연 전선의 표면 윤활성을 향상시키고, 결과적으로 전선의 표면 미끄럼에 의해서 외상으로부터 절연층을 보호하려고 생각된 것이다.

[0021] 그러나, 이들 미분말을 첨가하는 방법은, 미분말의 첨가 수법이 복잡하고, 분산이 곤란하기 때문에, 많은 경우는 용제에 분산시킨 이들 미분말을 절연 도료 중에 첨가하는 방법이 취해지고 있다.

[0022] 이들 자기(自己) 윤활 성분은, 그 윤활 성분에 의해서 자기 윤활 성능(마찰 계수)의 향상은 보이지만, 가공 전후에서의 전기 절연성 유지 특성의 저하에 대해서는, 왕복 마모 등의 특성 향상은 보이지 않고, 전기 절연성 유지를 할 수 없다. 또한, 폴리에틸렌이나 폴리테트라플루오로에틸렌 등의 많은 자기 윤활 성분은, 절연 도료와의 비중의 차이에 의해서, 절연 도료 중에서 분리되어 버리고, 이들 도료를 사용하는 방법은 실시 상의 문제가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0023] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 평07-031944 호
(특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 소63-195913 호
(특허문헌 0003) 일본 공개특허공보 2005-203334 호
(특허문헌 0004) 일본 공개특허공보 소61-269808 호
(특허문헌 0005) 일본 공개특허공보 소62-200605 호
(특허문헌 0006) 일본 공개특허공보 소63-29412 호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0024] 본 발명은, 도체와 이것을 피복하는 수지층과의 접착 강도, 에나멜층과 압출 피복 수지층과 같은 피막층간에서의 접착 강도, 내마모성, 내용제성 및 가공 전후에서의 전기 절연성 유지 특성의 어느 것에도 우수하고, 부분 방전 개시 전압도 높고, 또한 장기간에 걸쳐서 우수한 내열 노화 특성을 유지할 수 있는 내 인버터 서지 절연 와이어 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0025] 본 발명자들은, 상기 종래 기술이 가지는 과제를 해결하기 위하여 예의 검토한 결과, 에나멜층의 외측에 압출 피복 수지층을 마련하고, 또한 해당 에나멜층과 압출 피복층의 사이에 접착층을 마련한 절연 와이어에 있어서, 압출 피복 수지층을 구성하는 수지의 특성, 접착층의 두께, 또한 에나멜층 및 압출 피복 수지층 각각의 두께 및 합계의 두께가 과제 해결에 중요하다는 것을 발견했다. 본 발명은, 이 발견에 근거하여 이루어진 것이다.

[0026] 즉, 상기 과제는 이하의 수단에 의해 해결된다.

[0027] (1) 사각형 형상의 단면을 가지는 도체의 외주에, 적어도 1층의 에나멜 베이킹층(Baked enamel layer)과, 그 외측에 적어도 1층의 압출 피복 수지층을 가지고, 해당 에나멜 베이킹층과 해당 압출 피복 수지층의 사이에 두께 2~20 μ m의 접착층을 가지고, 해당 접착층 상의 압출 피복층이 모두 동일한 수지로부터 이루어지고, 내 인버터 서지 절연 와이어의 단면에 있어서의 상기 에나멜 베이킹층과 상기 압출 피복 수지층의 단면 형상이 사각형 형상이며, 단면도에 있어서의 상기 도체를 둘러싸는 해당 에나멜 베이킹층과 해당 압출 피복 수지층이 형성하는 상기 사각형의 단면 형상에서, 해당 도체에 대해 상하 또는 좌우로 대향하는 2쌍의 2변 중 적어도 한 쌍의 2변이

모두, 해당 에나멜 베이킹층과 해당 압출 피복 수지층과의 합계 두께가 $80\mu\text{m}$ 이상, 상기 에나멜 베이킹층의 두께가 $60\mu\text{m}$ 이하, 상기 압출 피복 수지층의 두께가 $200\mu\text{m}$ 이하이며, 해당 압출 피복 수지층의 수지가 용점 300°C 이상 370°C 이하인 것을 특징으로 하는 내 인버터 서지 절연 와이어.

- [0028] (2) 상기 압출 피복층이, 1층인 것을 특징으로 하는 (1)에 기재된 내 인버터 서지 절연 와이어.
- [0029] (3) 상기 내 인버터 서지 절연 와이어가, 300°C 168시간 열처리 후의 절연 파괴 전압이 열처리 전의 절연 파괴 전압과 비교하여 90% 이상인 것을 특징으로 하는 (1) 또는 (2)에 기재된 내 인버터 서지 절연 와이어.
- [0030] (4) 상기 내 인버터 서지 절연 와이어의 피막층간의 접착 강도가, 100g 이상 400g 미만인 것을 특징으로 하는 (1)~(3) 중 어느 하나에 기재된 내 인버터 서지 절연 와이어.
- [0031] (5) 상기 압출 피복 수지층이, 폴리에테르에테르케톤, 변성 폴리에테르에테르케톤, 열가소성 폴리이미드 및 방향족 폴리이미드로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1종의 열가소성 수지의 층인 것을 특징으로 하는 (1)~(4) 중 어느 하나에 기재된 내 인버터 서지 절연 와이어.
- [0032] (6) 상기 접착층이, 폴리에테르이미드, 폴리페닐술폰 및 폴리에테르술폰으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1종의 열가소성 수지의 층인 것을 특징으로 하는 (1)~(5) 중 어느 하나에 기재된 내 인버터 서지 절연 와이어.
- [0033] (7) 상기 내 인버터 서지 절연 와이어의 부분 방전 개시 전압의 피크 전압이, 1200Vp 이상 3200Vp 이하인 것을 특징으로 하는 (1)~(6) 중 어느 하나에 기재된 내 인버터 서지 절연 와이어.
- [0034] (8) 상기 에나멜 베이킹층의 외주에, 바니시화된 수지를 베이킹하여 상기 접착층을 형성하고, 그 후, 해당 접착층에 이용하는 수지의 글래스 전이 온도보다도 높은 온도에서 용융 상태가 되는, 압출 피복 수지층을 형성하는 열가소성 수지를 해당 접착층에 압출하여 접착시키고, 해당 에나멜 베이킹층에 해당 접착층을 개재하여 해당 압출 피복 수지를 열융착시켜서 해당 압출 피복 수지층을 형성하는 것을 특징으로 하는 (1)~(7) 중 어느 하나에 기재된 내 인버터 서지 절연 와이어의 제조 방법.

발명의 효과

- [0035] 본 발명의 내 인버터 서지 절연 와이어는, 도체와 이것을 피복하는 수지층과의 접착 강도, 에나멜층과 압출 피복 수지층과 같은 피막층 사이에서의 접착 강도, 내마모성, 내용제성 및 가공 전후에서의 전기 절연성 유지 특성의 어느 것에도 우수하고, 부분 방전 개시 전압도 높고, 또한 장기간에 걸쳐서 우수한 내열 노화 특성을 유지할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 본 발명은, 도체의 외주에, 적어도 1층의 에나멜 베이킹층과, 그 외측에 적어도 1층의 압출 피복 수지층을 가지고, 또한 해당 에나멜층과 해당 압출 피복 수지층의 사이에 접착층을 가진다. 접착층의 두께는 $2\sim 20\mu\text{m}$ 이며, 에나멜 베이킹층과 압출 피복 수지층의 합계 두께가 $80\mu\text{m}$ 이상, 에나멜 베이킹층의 두께가 $60\mu\text{m}$ 이하, 압출 피복 수지층의 두께가 $200\mu\text{m}$ 이하이며, 또한 압출 피복 수지층의 수지가 용점 300°C 이상 370°C 이하인 내 인버터 서지 절연 와이어이다. 이러한 구성으로 하는 것으로, 본 발명의 내 인버터 서지 절연 와이어는, 도체와 이것을 피복하는 수지층과의 접착 강도, 에나멜층과 압출 피복 수지층과 같은 피막층 사이에서의 접착 강도, 내마모성, 내용제성 및 가공 전후에서의 전기 절연성 유지 특성의 어느 것에도 우수하고, 부분 방전 개시 전압도 높고, 또한 장기간에 걸쳐서 우수한 내열 노화 특성을 유지할 수 있다.
- [0037] 따라서, 본 발명의 내 인버터 서지 절연 와이어(이하, 단순히 「절연 와이어」로 한다)는, 내열 코일용으로 적합하고, 예를 들면, 인버터 관련 기기, 고속 스위칭 소자, 인버터 모터, 변압기 등의 전기 기기 코일이나 우주용 전기 기기, 항공기용 전기 기기, 원자력용 전기 기기, 에너지용 전기 기기, 자동차용 전기 기기용의 마그넷 와이어 등에 이용할 수 있다.
- [0038] 본 발명에서는, 도체가 사각형 형상의 단면을 가지고, 에나멜 베이킹층과 압출 피복 수지층의 합계 두께가, 해당 단면에 있어서 대향하는 한쪽의 2변 및 다른 쪽의 2변에 마련된 압출 피복 수지층 및 에나멜층 베이킹층의 합계 두께 중 적어도 한쪽이 되는 것이다. 즉, 사각형 형상의 단면을 가지는 도체의 외주에, 적어도 1층의 에나멜 베이킹층과, 그 외측에 적어도 1층의 압출 피복 수지층을 가지고, 해당 단면에 있어서 대향하는 한쪽의 2변 및 다른 쪽의 2변에 마련된 압출 피복 수지층 및 에나멜층 베이킹층의 합계 두께 중 적어도 한쪽의 합계 두께가 $80\mu\text{m}$ 이상, 에나멜 베이킹층의 두께가 $60\mu\text{m}$ 이하, 압출 피복 수지층의 두께가 $200\mu\text{m}$ 이하이며, 또한 압출 피복

수지층의 수지가 용점 300℃ 이상 370℃ 이하인, 사각형 형상의 단면을 가지는 내 인버터 서지 절연 와이어이다.

[0039] 방전이 일어나는 쪽의 2변에 형성된 압출 피복 수지층 및 에나멜층 베이킹층의 합계 두께가 소정의 두께이면, 다른 쪽의 2변에 형성된 합계 두께가 그것보다 얇아도 부분 방전 개시 전압을 유지할 수 있고, 모터의 슬롯 내의 전체 단면적에 대한 도체의 전체 단면적의 비율(점적율)을 높일 수도 있다. 따라서, 한쪽의 2변 및 다른 쪽의 2변에 마련된 압출 피복 수지층 및 에나멜층 베이킹층의 합계 두께는, 방전이 일어나는 쪽의 2변, 즉 적어도 한편이 80 μ m 이상이면 좋고, 바람직하게는 한쪽의 2변 및 다른 쪽의 2변 모두 80 μ m 이상이다.

[0040] 이 합계 두께는, 2변이 모두 동일해도 좋고, 서로 달라도 좋고, 고정자 슬롯에 대한 점유율의 관점에서, 이하와 같이 서로 다른 것이 바람직하다. 즉, 모터 등의 고정자 슬롯 내에서 일어나는 부분 방전은 슬롯과 전선의 사이에서 일어나는 경우, 및 전선과 전선의 사이에서 일어나는 경우의 2 종류가 있다. 여기서, 절연 와이어에 있어서, 플랫폼면에 마련된 압출 피복 수지층의 두께가, 엷지면에 마련된 압출 피복 수지층의 두께와 다른 절연 와이어를 이용하는 것에 의해서, 부분 방전 개시 전압의 값을 유지하면서, 모터의 슬롯 내의 전체 단면적에 대한 도체의 전체 단면적의 비율(점적율)을 향상시킬 수 있다.

[0041] 여기서, 플랫폼면이란 평각선의 단면이 사각형의 쌍이 대향하는 2변 중 장변의 쌍을 말하고, 엷지면이란 대향하는 2변 중 단변의 쌍을 말한다.

[0042] 슬롯 내에 1열로 엷지면과 플랫폼면에서의 두께가 다른 전선을 나열할 때, 슬롯과 전선의 사이에서 방전이 일어나는 경우는 슬롯에 대해서 두꺼운 막의 면이 접하도록 나열하고, 서로 이웃하는 전선간의 막 두께는 얇은 쪽에서 나열한다. 막 두께가 얇은 만큼, 보다 많은 개수를 삽입할 수 있어서 점적율은 향상한다. 또한 이때, 부분 방전 개시 전압의 값은 유지할 수 있다. 이와 같이 전선과 전선의 사이에서 방전이 일어나기 쉬운 경우는, 막 두께의 두꺼운 면을 전선과 접하는 면으로 하고, 슬롯에 접하는 쪽은 얇게 하면, 필요 이상으로 슬롯의 크기를 크게 하지 않기 때문에 점적율은 향상한다. 또한 이때, 부분 방전 개시 전압의 값은 유지할 수 있다.

[0043] 압출 피복 수지층의 두께가, 해당 단면의 한 쌍의 대향하는 2변과, 다른 한 쌍의 대향하는 2변에서 다른 경우는, 한 쌍의 대향하는 2변의 두께를 1로 했을 때, 다른 한 쌍의 대향하는 2변의 두께는 1.01~5의 범위로 하는 것이 바람직하고, 더 바람직하게는 1.01~3의 범위이다.

[0044] (도체)

[0045] 본 발명의 절연 와이어에 있어서의 도체로서는, 종래, 절연 와이어로 이용되고 있는 것을 사용할 수 있지만, 바람직하게는, 산소 함유량이 30ppm 이하의 저산소동, 더 바람직하게는 20ppm 이하의 저산소동 또는 무산소동의 도체이다. 산소 함유량이 30ppm 이하이면, 도체를 용접하기 위해서 열로 용융시킨 경우, 용접 부분에 함유 산소에 기인하는 보이드(Void)의 발생이 없고, 용접 부분의 전기 저항이 악화되는 것을 방지함과 함께 용접 부분의 강도를 유지할 수 있다.

[0046] 또한, 도체는 그 횡단면이 소망의 형상의 것을 사용할 수 있지만, 고정자 슬롯에 대한 점유율의 점에서, 원형 이외의 형상을 가지는 것이 바람직하고, 특히 평각 형상의 것이 바람직하다. 또한, 각부(角部)에서의 부분 방전을 억제한다는 점에 있어서, 4 모서리에 모따기(반경 r)를 형성한 형상인 것이 바람직하다.

[0047] (에나멜 베이킹층)

[0048] 본 발명의 절연 와이어에 있어서의 에나멜 베이킹층(이하, 단순히 「에나멜층」으로도 칭한다)은, 에나멜 수지로 적어도 1층 형성되고, 1층이라도 좋고 복수층이라도 좋다.

[0049] 또한, 본 발명에 있어서, 1층이란, 층을 구성하는 수지 및 함유하는 첨가물이 완전히 동일한 층을 적층한 경우는 동일층으로 하는 것이고, 동일 수지로 구성되어 있어도 첨가물의 종류나 배합량이 다른 등, 층을 구성하는 조성물이 다른 경우를 층의 수로서 카운트한다.

[0050] 이것은, 에나멜층 이외의 다른 층에 있어서도 동일하다.

[0051] 에나멜층을 형성하는 에나멜 수지로서는, 종래 이용되고 있는 것을 사용할 수 있고, 예를 들면, 폴리이미드, 폴리아미드이미드, 폴리에스테르이미드, 폴리테트라메틸렌, 폴리이미드히단토인 변성 폴리에스테르, 폴리아미드, 포르말, 폴리우레탄, 폴리에스테르, 폴리비닐포르말, 에폭시, 폴리히단토인을 들 수 있다. 에나멜 수지는, 내열성이 우수한, 폴리이미드, 폴리아미드이미드, 폴리에스테르이미드, 폴리테트라메틸렌, 폴리이미드히단토인 변성 폴리에스테르 등의 폴리이미드계 수지가 바람직하고, 그 중에서도 폴리아미드이미드, 폴리이미드가 바람직하고,

폴리아미드이미드가 특히 바람직하다. 에나멜 수지는, 이들을 1종 단독으로 사용해도 좋고, 또한 2종 이상을 혼합하여 사용해도 좋다.

[0052] 본 발명에서는, 에나멜 수지층이 복수층으로 적층되는 경우는, 이들 층 사이에서 동일한 수지를 사용하는 것이 바람직하고, 각 층이 1종의 수지로 이루어지는 것이 바람직하다. 본 발명에서는, 에나멜층이 1층인 경우가 특히 바람직하다.

[0053] 에나멜층의 두께는, 높은 부분 방전 개시 전압을 실현할 수 있을 정도로 두꺼워져도, 에나멜층을 형성할 때의 베이킹로를 지나는 회수를 줄여서, 도체와 에나멜층과의 접착력이 극단적으로 저하하는 것을 방지할 수 있다는 점에서, 60 μ m 이하이며, 50 μ m 이하인 것이 바람직하다. 또한, 절연 와이어로서의 에나멜선에 필요한 특성인, 내전압 특성, 내열 특성을 떨어뜨리지 않기 위해서는, 에나멜층이 어느 정도의 두께를 가지고 있는 것이 바람직하다. 에나멜층의 두께는, 핀홀(Pin hole)이 생기지 않을 정도의 두께이면 특별히 제한되는 일은 없고, 바람직하게는 3 μ m 이상, 보다 바람직하게는 6 μ m 이상이며, 더 바람직하게는 30 μ m 이상이다. 이 적합한 실시 형태에 있어서는, 한쪽의 2면 및 다른 쪽의 2면에 마련된 에나멜층의 두께 각각이 60 μ m 이하로 되어 있다.

[0054] 이 에나멜층은, 상술한 에나멜 수지를 포함하는 수지 바니시를 도체 상에 바람직하게는 여러 차례 도포, 베이킹하여 형성할 수 있다. 수지 바니시를 도포하는 방법은, 통상의 방법으로 좋고, 예를 들면, 도체 형상의 얇은 필로 한 바니시 도포용 다이스를 이용하는 방법, 도체 단면 형상이 사각형이라면 우물 정(井) 형상으로 형성된 「유니버설 다이스」로 불리는 다이스를 이용하는 방법을 들 수 있다. 이들 수지 바니시를 도포한 도체는 통상의 방법으로 베이킹로에서 베이킹된다. 구체적인 베이킹 조건은 그 사용하는 로의 형상 등에 좌우되지만, 대략 5m의 자연 대류식의 수직로이면, 400~500℃에서 통과 시간을 10~90초로 설정하는 것에 의해 달성할 수 있다.

[0055] (압출 피복 수지층)

[0056] 본 발명의 절연 와이어에 있어서의 압출 피복 수지층은, 부분 방전 개시 전압이 높은 절연 와이어를 얻기 위해서, 에나멜층의 외측에 적어도 1층 마련되고, 1층이라도 좋고 복수층이라도 좋다. 또한, 본 발명에 있어서는, 압출 피복 수지층을 복수층 가지는 경우는, 각 층 사이에서 동일한 수지가 사용된다. 즉, 에나멜층 측에 가장 가까운 압출 피복 수지층에 포함되는 수지와 동일한 수지로 형성된 층이 적층된다. 여기서, 수지가 동일하면, 각 층 사이에서 수지 이외의 첨가물의 유무, 종류, 배합량이 달라도 좋다. 본 발명에서는, 압출 피복 수지층은 1층 또는 2층이 바람직하고, 1층이 특히 바람직하다.

[0057] 압출 피복 수지층은 열가소성 수지의 층이며, 압출 피복 수지층을 형성하는 열가소성 수지는, 압출 성형 가능한 열가소성 수지로서, 내열 노화 특성에 더하여, 가공 전후에서의 전기 절연성 유지 특성, 에나멜층과 압출 피복 수지층과 접착 강도 및 내용제성에도 우수한 점에서, 용점이 310℃ 이상 370℃ 이하의 열가소성 수지를 사용한다. 용점의 하한은 330℃ 이상이 바람직하고, 용점의 상한은 360℃ 이하가 바람직하다. 열가소성 수지의 용점은, 시차 주사 열량 분석(DSC)에 의하여, 후술하는 방법에 의해서, 측정할 수 있다.

[0058] 이 열가소성 수지는, 부분 방전 개시 전압을 한층 더 높게 할 수 있는 점에서, 비유전율이 4.5 이하가 바람직하고, 4.0 이하가 더 바람직하다. 여기서, 비유전율은 시판의 유전율 측정 장치로 측정할 수 있다. 측정 온도, 주파수에 대해서는, 필요에 따라서 변경하는 것이지만, 본 발명에 있어서는, 특별히 기재가 없는 한, 25℃, 50Hz에서 측정된 값을 의미한다.

[0059] 압출 피복 수지층을 형성하는 열가소성 수지로서는, 예를 들면, 폴리에테르에테르케톤(PEEK), 변성 폴리에테르에테르케톤(변성 PEEK), 열가소성 폴리이미드(PI), 방향 고리를 가지는 폴리아미드(방향족 폴리아미드라고 한다), 방향 고리를 가지는 폴리에스테르(방향족 폴리에스테르라고 한다), 폴리케톤(PK) 등을 들 수 있다. 이들 중에서도, 폴리에테르에테르케톤, 변성 폴리에테르에테르케톤, 열가소성 폴리이미드 및 방향족 폴리아미드로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1종의 열가소성 수지가 바람직하고, 특히 폴리에테르에테르케톤 수지, 변성 폴리에테르에테르케톤 수지가 바람직하다. 이들 열가소성 수지 중에서, 용점이 300℃ 이상이고, 바람직하게는 비유전율이 4.5 이하인 열가소성 수지를 이용한다. 열가소성 수지는 1종 단독으로 이용해도 좋고, 2종 이상을 이용해도 좋다. 또한, 열가소성 수지는, 적어도 용점이 상기 범위에서 벗어나지 않는 정도이면, 다른 수지나 엘라스토머 등을 혼합한 것이라도 좋다.

[0060] 본 발명에서는, 폴리에테르에테르케톤 수지, 변성 폴리에테르에테르케톤 수지가 바람직하지만, 이들 단독으로도 좋고 혼합한 것이라도 좋지만, 단독으로 사용하는 것이 그 중에서도 바람직하다.

[0061] 압출 피복 수지층의 두께는, 200 μ m 이하이며, 180 μ m 이하가 발명의 효과를 실현하는데 있어서 바람직하다. 압출 피복 수지층의 두께가 너무 두꺼우면, 후술하는 압출 피복 수지층의 피막 결정화도의 비율에 의하지 않고, 절연

와이어를 철심에 감고, 가열했을 때에 절연 와이어 표면에 백색화된 개소가 생기는 일이 있다. 이와 같이, 압출 피복 수지층이 너무 두꺼우면, 압출 피복 수지층 자체에 강성이 있기 때문에, 절연 와이어로서의 가요성이 부족해져서, 가공 전후에서의 전기 절연성 유지 특성의 변화에 영향을 주는 일이 있다. 한편, 압출 피복 수지층의 두께는, 절연 불량을 방지할 수 있는 점에서, 5 μ m 이상이 바람직하고, 15 μ m 이상이 보다 바람직하고, 40 μ m가 더 바람직하다. 이 적합한 실시 형태에 있어서는, 한쪽의 2번 및 다른 쪽의 2번에 마련된 압출 피복 수지층의 두께 각각이 200 μ m 이하로 되어 있다.

[0062] 여기서, 압출 피복 수지층의 결정화의 비율(피막 결정화도라고도 한다)이 50% 이상인 경우에 절연 성능의 하나인 가공 전후에서의 전기 절연성 유지 특성의 저하를 볼 수 없게 되고, 특히 철심에 감아 가열한 후에도 절연 파괴 전압을 유지할 수 있다. 이 때문에, 압출 피복 수지층은, 절연 성능, 특히 감아서 가열 후의 절연 파괴 전압을 유지할 수 있는 점에서, 피막 결정화도는 50% 이상이 바람직하고, 60% 이상이 보다 바람직하고, 65% 이상인 것이 특히 바람직하다. 압출 피복 수지층의 피막 결정화도는, 시차 주사 열량 분석(DSC)[예를 들면, 열분석장치 「DSC-60」(시마즈 세이사쿠쇼 제품)]을 이용하여 측정할 수 있다.

[0063] 구체적으로는, 압출 피복 수지층의 피막을 10mg 채취하고, 5℃/min의 속도로 승온시켰다. 이때, 300℃를 넘는 영역에서 보이는 용해에 기인하는 열량(용해 열량)과 150℃ 주변에서 볼 수 있는 결정화에 기인하는 열량(결정화 열량)을 산출하고, 용해 열량에 대한, 용해 열량으로부터 결정화 열량을 뺀 열량의 차이를, 피막 결정화도로 한다. 이 계산식을 이하에 나타낸다.

[0064] 식: 피막 결정화도(%) = [(용해 열량-결정화 열량)/(용해 열량)]×100

[0065] 압출 피복 수지층은, 도체에 형성된 에나멜층에 상술한 열가소성 수지를 압출 성형하여 형성할 수 있다. 압출 성형시의 조건, 예를 들면, 압출 온도 조건은, 이용하는 열가소성 수지에 따라서 적당하게 설정된다. 바람직한 압출 온도의 일례를 들면, 구체적으로는, 압출 피복에 적절한 용융 점도로 하기 위해서 용점보다도 약 40℃~60℃ 높은 온도로 압출 온도를 설정한다. 이와 같이, 압출 성형에 의해 압출 피복 수지층을 형성하면, 제조 공정에서 피복 수지층을 형성할 때에 베이킹로를 통과할 필요가 없기 때문에, 도체의 산화 피막층의 두께를 성장시키는 일 없이, 절연층, 즉 압출 피복 수지층의 두께를 두껍게 할 수 있다는 이점이 있다.

[0066] 압출 성형에 의해서 압출 피복 수지층을 형성하는 경우에, 열가소성 수지를 에나멜층 상에 압출 성형한 후에 10초 이상의 시간을 두고 냉각, 예를 들면 수냉하거나, 또는, 열가소성 수지를 에나멜층 상에 압출 성형한 후에 약 250℃까지, 예를 들면 수냉하고, 다음에 외기 온도에서 2초 이상 노출시키면, 압출 피복 수지층의 피막 결정화도를 50% 이상으로 할 수 있고, 소망의 절연 파괴 전압을 유지할 수 있다.

[0067] (접착층)

[0068] 접착층은, 열가소성 수지의 층이며, 열가소성 수지는 에나멜층에 압출 피복 수지층을 열융착 가능한 수지이면 어떤 수지를 이용해도 좋다. 이러한 수지로서, 바니시화할 필요성이 있는 것에서 용제에 녹기 쉬운 비결정성 수지인 것이 바람직하다. 또한, 절연 와이어로서의 내열성을 저하시키지 않기 위해서도 내열성이 우수한 수지인 것이 바람직하다. 이러한 것들을 고려하면, 바람직한 열가소성 수지로서 예를 들면, 폴리스ulfon(PSU), 폴리에테르 sulfon(PES), 폴리에테르이미드(PEI), 폴리페닐 sulfon(PPSU) 등을 들 수 있다. 이들 중에서도, 글래스 전이 온도(Tg)가 200℃를 넘고, 내열성이 우수한 비결정성 수지인, 폴리에테르이미드, 폴리페닐 sulfon 및 폴리에테르 sulfon으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1종의 열가소성 수지인 것이 바람직하고, 압출 피복 수지와 상용성(相溶性)이 높은 폴리에테르이미드가 더 바람직하다.

[0069] 접착층의 두께는, 2~20 μ m이며, 3~15 μ m가 보다 바람직하고, 3~12 μ m가 더 바람직하고, 3~10 μ m가 특히 바람직하다.

[0070] 또한, 접착층은 2층 이상의 적층 구조라도 상관없지만, 이 경우, 각 층의 수지는 서로 동일한 수지가 바람직하다. 본 발명에 있어서는, 접착층은 1층이 바람직하다.

[0071] 압출 피복 수지층과 에나멜층의 사이의 접착력이 충분하지 않은 경우, 가혹한 가공 조건, 예를 들면 작은 반경으로 굽힘 가공되는 경우에는, 굽힘의 원호 내측에, 압출 피복 수지층의 주름이 발생하는 경우가 있다. 이러한 주름이 발생하면, 에나멜층과 압출 피복 수지층의 사이에 공간이 생기는 것으로부터, 부분 방전 개시 전압이 저하하는 현상으로 연결되는 경우가 있다. 이 부분 방전 개시 전압의 저하를 방지하기 위해서는, 굽힘 원호 내측에 주름이 생기지 않도록 할 필요가 있고, 에나멜층과 압출 피복 수지층의 사이에 접착 기능을 가지는 층을 도입하여 접착 강도를 더 높이는 것으로, 상기와 같은 주름의 발생을 고도로 방지할 수 있다. 즉, 본 발명의 절연 와이어는, 에나멜층과 압출 피복 수지층과의 접착 강도가 높기 때문에 높은 부분 방전 개시 전압을 발휘하지만, 에나멜층과 압출 피복 수지층의 사이에 접착층을 마련하는 것으로, 한층 더 높은 부분 방전 개시 전압을 발휘시

키고, 인버터 서지 열화를 효과적으로 방지할 수 있다. 또한, 에나멜층과 압출 피복 수지층과의 접착 강도를 더 높이는 것에 의해서, 가공시의 층간 박리 등의 문제를 해결할 수 있다.

[0072] 접착층은, 도체에 형성된 에나멜층에 상술한 열가소성 수지를 베이킹하여 형성할 수 있다. 이러한 접착층을 가지는, 본 발명의 다른 적합한 실시 형태에 있어서의 절연 와이어는, 적합하게는, 에나멜층의 외주에, 바니시화된 열가소성 수지를 베이킹하여 접착층을 형성하고, 그 후, 압출 피복 공정에 있어서 접착층에 이용되는 수지의 글래스 전이 온도보다도 높은 온도에서 용융 상태에 있는, 압출 피복 수지층을 형성하는 열가소성 수지를 접착층 상에 압출하여 접착시키는 것으로, 에나멜층과 압출 피복 수지층을 열융착시켜서, 제조할 수 있다.

[0073] 이 제조 방법에 있어서, 접착층, 즉 에나멜층과 압출 피복 수지층을 충분히 열융착시키기 위해서는, 압출 피복 공정에 있어서의, 압출 피복 수지층을 형성하는 열가소성 수지의 가열 온도는, 접착층을 형성하는 열가소성 수지의 글래스 전이 온도(Tg) 이상인 것이 바람직하고, 더 바람직하게는 Tg보다도 30℃ 이상 높은 온도, 특히 바람직하게는 Tg보다도 50℃ 이상 높은 온도이다. 여기서, 압출 피복 수지층을 형성하는 열가소성 수지의 가열 온도는, 다이스부의 온도이다.

[0074] 접착층을 형성하는 열가소성 수지를 바니시화하는 용제는, 선택된 열가소성 수지를 용해시킬 수 있는 용제이면 어느 것이라도 좋다.

[0075] 이 적합한 실시 형태에 있어서, 에나멜층과 압출 피복 수지층과의 합계 두께는 80 μ m 이상이다. 합계 두께가 50 μ m 이상이면, 절연 와이어의 부분 방전 개시 전압(V)의 피크 전압(Vp)이 1000Vp 이상이 되고, 80 μ m 이상이면 1200Vp 이상이 되고, 인버터 서지 열화 방지의 관점에서 바람직하다. 이 합계 두께는, 한층 더 높은 부분 방전 개시 전압을 발현하고, 인버터 서지 열화를 고도로 방지할 수 있다는 점에서, 100 μ m 이상인 것이 특히 바람직하다. 이 적합한 실시 형태에 있어서, 적어도, 한쪽의 2변의 에나멜층과 압출 피복 수지층과의 합계 두께는 80 μ m 이상이고 다른 쪽의 1변의 에나멜층과 압출 피복 수지층과의 합계 두께는 50 μ m 이상인 것이 바람직하고, 양쪽 모두의 2변에 마련된 에나멜층 및 압출 피복 수지층의 합계 두께가 합계 80 μ m 이상이 되어 있는 경우가 그 중에서도 바람직하고, 적어도 한쪽의 2변의 상기 합계 두께가 100 μ m 이상인 경우가 더 바람직하고, 양쪽의 2변의 상기 합계 두께가 모두 100 μ m 이상인 경우가 특히 바람직하다.

[0076] 또한, 본 발명에서는, 절연 와이어의 부분 방전 개시 전압(V)의 피크 전압(Vp)은, 1200~3200Vp가 바람직하다.

[0077] (부분 방전 개시 전압의 측정)

[0078] 절연 와이어의 부분 방전 개시 전압의 측정은, 부분 방전 시험기(예를 들면, 기쿠스이 덴시코교 제품의 부분 방전 시험기 「KPD2050」)를 이용하여, 이하와 같이 하여 측정한다.

[0079] 우선, 단면 형상이 사각형의 절연 와이어를, 2개의 절연 와이어의 장변이 되는 면끼리를 길이 150mm에 걸쳐서 간극이 없도록 밀착시킨 시료를 제작한다. 이 2개의 도체 사이에 전극을 연결하고, 온도는 25℃에서, 50Hz의 교류 전압을 걸면서 연속적으로 승압하고, 10pC의 부분 방전이 발생한 시점의 전압(V)을 피크 전압(Vp)으로 읽어낸다.

[0080] 이와 같이, 에나멜층의 두께를 60 μ m 이하, 압출 피복 수지층의 두께를 200 μ m 이하, 또한 에나멜층 및 압출 피복 수지층의 합계 두께를 80 μ m 이상으로 하면, 적어도, 절연 와이어의 부분 방전 개시 전압, 즉 인버터 서지 열화의 방지, 도체와 이것을 피복하는 수지층과의 접착 강도, 에나멜층과 압출 피복 수지층과 같은 피막층간에서의 접착 강도를 만족할 수 있다. 또한, 에나멜층과 압출 피복 수지층과의 합계 두께는, 260 μ m 이하가 바람직하고, 가공 전후에서의 전기 절연성 유지 특성을 고려하여, 문제 없이 가공할 수 있게 하기 위해서는 235 μ m 이하가 더 바람직하다.

[0081] 따라서, 이 적합한 실시 형태에 있어서의 절연 와이어는, 도체와 에나멜층 등의 피복층과의 접착 강도 및 피막층 사이의 접착 강도의 접착 강도가 모두 높다. 이들 접착 강도는, 예를 들면, JIS C 3003 에나멜선 시험 방법의, 8. 밀착성, 8.1 b) 꼬는 법과 동일한 요령으로 행하고, 에나멜층의 들뜸이 생길 때까지의 회전수로 평가할 수 있다. 단면 사각형의 평각선에 있어서도 동일하게 행할 수 있다. 본 발명에 있어서, 에나멜층의 들뜸, 혹은, 피막층 사이에서는 상층의 피막층의 들뜸이 생길 때까지의 회전수는 15회전 이상인 것을 밀착성이 좋은 것으로 하고, 이 적합한 실시 형태에 있어서의 절연 와이어는 15회전 이상의 회전수가 된다.

[0082] 도체와 피복층(피막층)의 접착 강도 및 피막층 사이의 접착 강도는 구체적으로는 이하와 같이 하여 측정되고, 이들의 바람직한 접착 강도는 이하와 같다.

- [0083] (도체와의 접착 강도)
- [0084] 절연 와이어의 도체에 가장 가까운 절연 피복층만을 일부 박리한 전선 시료를 인장 시험기(예를 들면, 시마즈 세이사쿠쇼 제품의 인장 시험기 「오토 그래프 AG-X」)에 세트하고, 4mm/min의 속도로 압출 피복 수지층을 상방으로 떼어낼(180℃ 박리) 때에, 들뜸이 생긴 인장 하중이 접착 강도이다.
- [0085] 들뜸이 생긴 인장 하중이, 20g 이상 40g 미만인 경우가 바람직하고, 40g 이상 100g 미만이 그 중에서도 바람직하다.
- [0086] (피막층 사이의 접착 강도)
- [0087] 절연 와이어의 압출 피복 수지층만을 일부 박리한 전선 시료를 인장 시험기(예를 들면, 시마즈 세이사쿠쇼 제품의 인장 시험기 「오토 그래프 AG-X」)에 세트하고, 4mm/min의 속도로 압출 피복 수지층을 상방으로 떼어낼(180℃ 박리) 때에, 들뜸이 생긴 인장 하중이 접착 강도이다.
- [0088] 들뜸이 생긴 인장 하중이, 100g 이상 400g 미만인 경우가 바람직하다.
- [0089] 피막층 사이의 접착 강도가 400g 이상인 경우, 접착 강도가 너무 강하기 때문에, 2층 중 한쪽의 층이 산화 열화 혹은 열열화하여 피막에 균열이 생긴 경우에, 다른 한쪽의 층은 열화하고 있지 않아도 균열 발생의 원인이 된 층과 함께 균열을 일으키는 경우가 있다.
- [0090] 본 발명의 절연 와이어는, 내열 노화 특성이 우수하다. 이 내열 노화 특성은, 고온의 환경에서 사용되어도 장시간, 절연 성능이 저하하지 않는다는 신뢰성을 유지하기 위한 지표가 되는 것이고, 300℃ 168시간 열처리 후의 절연 파괴 전압이 열처리 전의 절연 파괴 전압과 비교하여 90% 이상인 것이 특히 바람직하다.
- [0091] 300℃ 열처리 후의 절연 파괴 전압은 이하와 같이 하여 측정할 수 있다.
- [0092] (300℃ 열처리 후 절연 파괴 전압 측정)
- [0093] 직선 형상 조각의 절연 와이어를 300mm 잘라내고, 300℃ 168시간 가열 처리한다. 가열 처리 후, 중앙부에 알루미늄 호일을 감고, 300mm의 한쪽의 단말의 피복층을 박리하고, 단말 박리 개소와 알루미늄 호일부의 사이에 통전한다. 500V/min로 승압시키고, 절연 파괴를 일으킨 전압을 「가열 후 절연 파괴 전압」으로 하고, (「가열 후 절연 파괴 전압」/「가열 전 절연 파괴 전압」)×100으로 산출한다.
- [0094] 또한, 절연 와이어의 내열 노화 특성은, JIS C 3003 에나멜선 시험 방법의, 7. 가요성에 따라 감은 것을, 190℃ 고온 수조에 1000시간 가만히 놔둔 후의, 에나멜층 또는 압출 피복 수지층에 발생하는 균열의 유무를 눈으로 보아 평가하는 방법도 있고, 본 발명의 절연 와이어는 이 평가에서도 균열을 일으키지 않는다.
- [0095] 본 발명에 있어서는, 가공 전후에서의 전기 절연성 유지 특성도 우수하다.
- [0096] 가공 전후에서의 전기 절연성 유지 특성은, 이하와 같이, 철심에 감고, 가열 전후에서의 절연 파괴 전압을 측정하여 평가한다.
- [0097] (철심 감기, 가열 후 절연 파괴 전압 측정)
- [0098] 가열 전후에서의 전기 절연성 유지 특성을 다음과 같이 하여 평가한다.
- [0099] 절연 와이어를 직경이 30mm의 철심에 감아서 항온조 내에서 280℃까지 승온시켜서 30분 유지한다. 항온조에서 꺼낸 후에, 철심에 감은 채의 상태에서 철심을 구리 분말에 삽입하여 감은 일단을 전극에 연결하고, 10kV의 전압에서 절연 파괴를 일으키는 일 없이 1분간의 통전을 유지할 수 있는 것이 바람직하다.
- [0100] 본 발명의 절연 와이어는, 상술한 바와 같이, 압출 피복 수지층을 형성하는 열가소성 수지를 선택하여, 도체와 피복층이나 피막층 사이의 접착 강도가 높기 때문에, 최근 절연 와이어에 요구되고 있는, 내마모성 및 내용제성에도 우수하다. 내마모성은, 절연 와이어를 모터 등으로 가공된 경우에 받는 손상의 정도의 지표가 되고, 정마찰계수는 고정자 슬롯 중에 삽입하기 용이한 정도가 된다. 내용제성은 사용 환경이나 조립 공정의 다양화로부터 절연 와이어에 필요하다고 되어 있다.
- [0101] 내마모성은, 예를 들면, 25℃에서, JIS C 3003 에나멜선 시험 방법의, 9. 내마모(동근 선)와 동일한 요령으로 평가할 수 있다. 단면 사각형의 평각선의 경우는 4모서리의 코너에 대해서 행한다. 구체적으로는, JIS C 3003에서 결정된 마모 시험기를 이용하여, 어떤 하중 아래에서 피막이 박리할 때까지 한방향으로 미끄러지게 한다. 피막이 박리된 눈금을 읽어내고, 이 눈금치와 사용한 하중과의 곱이 2000g 이상이면 매우 우수한 것으로 평가할

수 있다. 본 발명의 절연 와이어는, 상술한 눈금치와 사용한 하중의 곱이 2000g 이상이 된다.

[0102] 내용제성은, 예를 들면, JIS C 3003 에나멜선 시험 방법의, 7. 개요성에 따라 감은 것을 용제에 10초간 침지 후, 에나멜층 또는 압출 피복 수지층의 표면을 눈으로 보아 확인하여 행할 수 있다. 본 발명에 있어서는, 아세톤, 크실렌 및 스티렌의 3종류 용제를 이용하여 행하고, 온도는 상온과 150℃(시료를 150℃×30분 가열 후에 뜨거운 상태에서 용제에 침지한다)의 2수준에 의해서 행하고, 에나멜층 또는 압출 피복 수지층의 표면에 모두 이상이 없으면 매우 우수한 것으로 평가할 수 있다. 본 발명의 절연 와이어는, 아세톤, 크실렌 또는 스티렌의 어떤 용제라도, 또한 상온 및 150℃라도, 에나멜층 및 압출 피복 수지층의 표면에도 이상은 볼 수 없다.

[0103] (절연 와이어의 제조 방법)

[0104] 절연 와이어의 제조 방법은, 각각의 층에서 설명한 대로이다.

[0105] 즉, 상기 에나멜 베이킹층의 외주에, 바니시화 된 수지를 베이킹하여 상기 접착층을 형성하고, 그 후, 해당 접착층에 이용하는 수지의 글래스 전이 온도보다도 높은 온도에서 용융 상태가 되는, 압출 피복 수지층을 형성하는 열가소성 수지를 해당 접착층에 압출하여 접착시키고, 해당 에나멜 베이킹층에 해당 접착층을 개재하여 해당 압출 피복 수지를 열융착시켜서 해당 압출 피복 수지층을 형성한다.

[0106] 여기서, 본 발명에서는, 접착층은, 압출 가공으로 피복하는 것이 아니라, 바니시화한 수지를 도포하여 마련하는 것이다.

[0107] [실시예]

[0108] 이하에 본 발명을 실시예에 근거하여 더 상세하게 설명하지만, 본 발명은 이것들로 한정되는 것은 아니다.

[0109] (실시예 1)

[0110] 1.8×3.4mm(두께×폭)로 4 모서리의 모따기 반경 r=0.3mm의 평각 도체(산소 함유량 15ppm의 구리)를 준비했다. 에나멜층의 형성 시에는, 도체의 형상과 닮은 꼴의 다이스를 사용하여, 폴리아미드이미드 수지(PAI) 바니시(히타치카세이(주) 제품, 상품명: HI406)을 도체에 코팅하고, 450℃로 설정한 로 길이 8m의 베이킹로 내를, 베이킹 시간 15초가 되는 속도로 통과시키고, 이 1회의 베이킹 공정으로 두께 5μm의 에나멜을 형성했다. 이것을 반복하여 8회 행하는 것으로 두께 40μm의 에나멜층을 형성하고, 에나멜선을 얻었다.

[0111] 다음에, N-메틸-2-피롤리돈(NMP)에 폴리에테르이미드 수지(PEI)(사빅 이노베이트프 프라스틱스(SABIC INNOVATIVE PLASTICS) 제품, 상품명: 울템 1010)를 용해시키고, 20질량% 용액으로 한 수지 바니시를, 도체의 형상과 닮은 꼴의 다이스를 사용하여, 상기 에나멜선에 코팅하고, 450℃로 설정한 로 길이 8m의 베이킹로 내를, 베이킹 시간 15초가 되는 속도로 통과시키고, 이것을 반복하여 1회 행하는 것으로 두께 5μm의 접착층을 형성하고(1회의 베이킹 공정으로 형성되는 두께는 5μm), 두께 45μm의 접착층 부착 에나멜선을 얻었다.

[0112] 얻어진 접착층 부착 에나멜선을 심선으로 하고, 압출기의 스크류는, 30mm 풀 플라이트(Full-flight), L/D = 20, 압축비 3을 이용했다. 재료는 폴리에테르에테르케톤(PEEK)(솔베이 스페셜티 폴리머즈(SOLVAY-SPECIALTY-POLYMERS) 제품, 상품명: 키이타스파이어 KT-820, 비유전율 3.1)을 이용하고, 압출 온도 조건은 표 1에 따라서 행했다. C1, C2, C3는 압출기 내의 실린더 온도를 나타내고, 수지 투입측으로부터 순서대로 3영역의 온도를 각각 나타낸다. H는 헤드부, D는 다이스부의 온도를 나타낸다. 또한, 이때의, 압출 피복 수지층을 형성하는 열가소성 수지의 압출 온도는, D지점(400℃)에서 접착층을 형성하는 PEI의 글래스 전이 온도(217℃)보다도 183℃ 높았다. 압출 다이를 이용하여 PEEK의 압출 피복을 행한 후, 10초의 시간을 두고 수냉하여 에나멜층의 외측에 두께 40μm의 압출 피복 수지층을 형성했다. 이와 같이 하여, 합계 두께(에나멜층과 압출 피복 수지층의 두께의 합계) 80μm의, PEEK 압출 피복 에나멜선으로 이루어지는 절연 와이어를 얻었다.

[0113] (실시예 2~18, 및 비교예 1~10 및 13)

[0114] 에나멜층의 수지, 접착층의 수지, 압출 피복 수지층의 수지의 종류 및 두께를 하기 표 2~6에 나타내는 바와 같이 변경한 것 외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 각 절연 와이어를 얻었다. 또한, 압출 온도 조건은 표 1에 따라서 행했다. 또한, 표 2~6에서는 압출 수지 피복층을 「압출 피복층」으로 하여 나타내고 있다.

[0115] 여기서, 표 2~6에 있어서, 실시예 13의 에나멜층에는 폴리아미드 수지(PI) 바니시(유니치카(UNITIKA) 제품, 상품명: U이미드), 실시예 9, 10 및 비교예 2의 접착층에는 폴리페닐술폰 수지(PPSU)(솔베이 스페셜티 폴리머즈 제품, 상품명: 레이델 R5800, 글래스 전이 온도 220℃)를 사용했다. 또한, 압출 피복 수지층은, 실시예 14에서는, 변성 폴리에테르에테르케톤 수지(변성 PEEK)(솔베이 스페셜티 폴리머즈 제품, 상품명: 아바스파이어 AV-

650, 비유전율 3.1), 비교예 10에서는, 폴리페닐렌술퍼드 수지(PPS)(DIC 제품, 상품명: FZ-2100, 비유전율 3.4)를 사용했다.

(압출 온도 조건)

실시에 및 비교예에 있어서의 압출 온도 조건을 하기 표 1에 나타낸다.

표 1에 있어서, C1, C2, C3는 압출기의 실린더 부분에 있어서의 온도 제어를 나누어서 행하고 있는 3영역을 재료 투입측으로부터 순서대로 나타낸 것이다. 또한, H는 압출기의 실린더의 뒤에 있는 헤드를 나타낸다. 또한, D는 헤드의 끝에 있는 다이를 나타낸다.

표 1

압출 피복수지층을 형성하는 열가소성 수지		PEEK	변성 PEEK	PPS
압출온도조건	C1(℃)	300	300	260
	C2(℃)	380	380	300
	C3(℃)	380	380	310
	H(℃)	390	390	320
	D(℃)	400	400	330

(비교예 11 및 12)

에나멜층의 수지에, 실시예 1에서 사용한 폴리아미드이미드 수지(PAI)를 사용하고, 접착층의 수지에 페녹시 수지를 사용하여, 실시예 1과 동일하게 하여, 하기 표 6에 나타내는 두께의 접착층 부착 에나멜선을 얻었다. 압출 피복 수지층을, 하기 표 6에 나타내는 바와 같이 다른 수지로, 접착층 측에, 폴리에테르설폰 수지(PES)(스미토모카세이(주) 제품, 상품명: 스미카엑셀 4800G), 접착층과 반대측에 실시예 14에서 사용한 변성 폴리에테르에테르케톤 수지(변성 PEEK) 또는 비교예 10에서 사용한 폴리페닐렌술퍼드 수지(PPS)가 되도록 압출 피복 수지층을 형성했다. 또한, 실시예 1과는 달리, 압출 다이를 이용하여 압출 피복을 행한 후의 수냉은 행하지 않았다.

이와 같이 하여 제조한, 실시예 1~18 및 비교예 1~13의 절연 와이어에 대해서 이하의 평가를 행했다.

(융점)

압출 피복 수지층 10mg을, 열분석 장치 「DSC-60」(시마즈 세이사쿠쇼 제품)을 이용하여, 5℃/min의 속도로 승온시켰을 때의, 250℃를 넘는 영역에서 보이는 융해에 기인하는 열량의 피크 온도를 읽어내고, 융점으로 했다. 또한, 피크 온도가 복수 존재하는 경우에는, 보다 고온의 피크 온도를 융점으로 한다.

(철심 감기, 가열 후 절연 파괴 전압 측정)

가열 전후에서의 전기 절연성 유지 특성을 다음과 같이 하여 평가했다. 즉, 절연 와이어를 직경이 30mm의 철심에 감아서 항온조 내에서 280℃까지 승온시켜서 30분 유지했다. 항온조에서 꺼낸 후에, 철심에 감아 붙인 채의 상태에서 철심을 구리 분말에 삽입하여 감은 일단을 전극에 연결하고, 10kV의 전압에 있어서 절연 파괴를 일으키는 일 없이 1분간의 통전을 유지할 수 있으면 합격으로 했다. 표 2~6에 있어서, 합격을 「○」로 나타내고, 불합격을 「×」로 나타냈다. 또한, 10kV의 전압의 통전을 1분간 유지하지 못하고, 절연 파괴한 경우를 불합격으로 했다. 절연 파괴하는 경우, 전선의 가요성이 부족해져서 전선 표면에 백화 등 변화가 생기고, 균열까지 생기는 경우도 있다.

(도체와의 접착 강도)

우선, 절연 와이어의 도체에 가장 가까운 절연 피복층만을 일부 박리한 전선 시료를 시마즈 제작소제의 인장 시험기 「오토 그래프 AG-X」에 세트하고, 4mm/min의 속도로 압출 피복 수지층을 상방으로 떼어냈다(180℃ 박리).

그때에 읽어낸 인장 하중이 40g 이상 100g 미만인 경우를 표 2~6에 「◎」로 나타내고, 20g 이상 40g 미만인 경우를 「○」로 나타내고, 20g 미만인 경우를 「×」로 나타냈다.

(피복층 사이의 접착 강도)

우선, 절연 와이어의 압출 피복 수지층만을 일부 박리한 전선 시료를 시마즈 세이사쿠쇼 제품의 인장 시험기 「

오토 그래프 AG-X」에 세트하고, 4mm/min의 속도로 압출 피복 수지층을 상방으로 떼어냈다(180℃ 박리).

[0132] 그때에 읽어낸 인장 하중이 100g 이상 400g 미만인 경우를 표 2~6에 「◎」로 나타내고, 40g 이상 100g 미만인 경우를 「○」로 나타내고, 40g 미만인 경우를 「×」로 나타냈다.

[0133] (부분 방전 개시 전압의 측정)

[0134] 절연 와이어의 부분 방전 개시 전압의 측정에는, 기쿠스이덴시교 제품인 부분 방전 시험기 「KPD2050」를 이용했다. 단면 형상이 사각형의 절연 와이어를, 2개의 절연 와이어의 장변이 되는 면끼리를 길이 150mm에 걸쳐서 간극이 없도록 밀착시킨 시료를 제작했다. 이 2개의 도체 사이에 전극을 연결하고, 온도는 25℃에서, 50Hz의 교류 전압 걸면서 연속적으로 승압하고, 10pC의 부분 방전이 발생한 시점의 전압(V)을 피크 전압(Vp)으로 읽어냈다. 1200~3200Vp가 합격 레벨이다.

[0135] (300℃ 열처리 후 절연 파괴 전압 측정)

[0136] 직선 형상 조각의 절연 와이어를 300mm 잘라내고, 300℃ 168시간 가열 처리했다. 가열 처리 후, 중앙부에 알루미늄 호일을 감고, 300mm의 한쪽 단말의 피복층을 박리하고, 단말 박리 개소와 알루미늄 호일부의 사이에 통전하였다. 500V/min로 승압시키고, 절연 파괴를 일으킨 전압을 「가열 후 절연 파괴 전압」으로 했다. (「가열 후 절연 파괴 전압」/「가열 전 절연 파괴 전압」)×100으로 산출했다. 얻어진 값이 90% 이상 100% 이하인 경우를 표 2~6에 「◎」로 나타내고, 70% 이상 90% 미만의 경우를 「○」로 나타내고, 30% 이상 70% 미만의 경우를 「△」으로 나타내고, 30% 미만의 경우를 「×」로 나타냈다.

[0137] (종합 평가)

[0138] 종합 평가는, 우수한 내열 노화 특성을 보다 장기간에 걸쳐서 유지할 수 있는 것이 요구되는 최근의 전기 기기에 적용 가능한지 아닌지를 기준으로 했다. 즉, 철심 감기, 가열 후 절연 파괴 전압, 도체와의 접착 강도 및 피막간의 접착 강도가 모두 「○」이고, 또한 「300℃ 내열 특성의 평가가 「◎」인 경우, 종합 평가는 「○」이고, 그 이외의 경우의 종합 평가는 「×」이다.

[0139] 이들의 결과를 정리하여, 하기 표 2~6에 나타낸다.

표 2

		요구치	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	실시예5	실시예6
	에나멜층	60um 이하	PAI (두께40um)	PAI (두께55um)	PAI (두께20um)	PAI (두께35um)	PAI (두께15um)	PAI (두께31um)
	접착층	2~20um	PEI (두께5um)	PEI (두께6um)	PEI (두께5um)	PEI (두께5um)	PEI (두께6um)	PEI (두께9um)
	압출 피복층	200um 이하	PEEK (두께40um)	PEEK (두께30um)	PEEK (두께72um)	PEEK (두께70um)	PEEK (105um)	PEEK (두께97um)
	에나멜층+압출 피복층 합계 두께	80um 이상	80um	85um	92um	105um	120um	128um
	전체 두께		85um	91um	97um	110um	126um	137um
압출 피복수지층의 수지의 용점		300~370℃	343℃	343℃	343℃	343℃	343℃	343℃
전선특성	철심감기, 가열후 절연 파괴전압평가	○	○	○	○	○	○	○
	도체와의 접착강도	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	피막층간의 접착강도	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	부분 방전개시전압	1200~3200Vp	1350Vp	1400Vp	1420Vp	1600Vp	1750Vp	1870Vp
300℃ 내열특성		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
종합평가		○	○	○	○	○	○	○

[0140]

표 3

		요구치	실시예7	실시예8	실시예9	실시예10	실시예11	실시예12
	에나멜층	60um 이하	PAI (두께45um)	PAI (두께60um)	PAI (두께30um)	PAI (두께31um)	PAI (두께15um)	PAI (두께31um)
	접착층	2~20um	PEI (두께7um)	PEI (두께8um)	PPSU (두께9um)	PPSU (두께10um)	PEI (두께6um)	PEI (두께11um)
	압출 피복층	200um 이하	PEEK (두께91um)	PEEK (두께73um)	PEEK (두께126um)	PEEK (두께151um)	PEEK (두께172um)	PEEK (두께153um)
	에나멜층+압출 피복층 함께 두께	80um 이상	136um	133um	156um	182um	187um	184um
	전체 두께		143um	141um	165um	192um	193um	195um
	압출 피복수지층의 수지의 용점	300~370℃	343℃	343℃	343℃	343℃	343℃	343℃
전선평가	철심감기, 가열후 절연 과피전압평가	○	○	○	○	○	○	○
	도체와의 접착강도	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	피막층간의 접착강도	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	부분 방전개시전압	1200~3200Vp	1910Vp	1900Vp	2150Vp	2520Vp	2500Vp	2450Vp
	300℃ 내열특성	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
종합평가		○	○	○	○	○	○	○

[0141]

표 4

		요구치	실시예13	실시예14	실시예15	실시예16	실시예17	실시예18
	에나멜층	60um 이하	PI (두께32um)	PAI (두께35um)	PAI (두께30um)	PAI (두께10um)	PAI (두께35um)	PAI (두께60um)
	접착층	2~20um	PEI (두께9um)	PEI (두께7um)	PEI (두께10um)	PEI (두께6um)	PEI (두께7um)	PEI (두께6um)
	압출 피복층	200um 이하	PEEK (두께154um)	PEEK (두께149um)	PEEK (두께171um)	PEEK (두께198um)	PEEK (두께198um)	PEEK (두께181um)
	에나멜층+압출 피복층 함께 두께	80um 이상	186um	184um	201um	208um	233um	241um
	전체 두께		195um	191um	211um	214um	240um	247um
	압출 피복수지층의 수지의 용점	300~370℃	343℃	343℃	343℃	343℃	343℃	343℃
전선평가	철심감기, 가열후 절연 과피전압평가	○	○	○	○	○	○	○
	도체와의 접착강도	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	피막층간의 접착강도	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	부분 방전개시전압	1200~3200Vp	2500Vp	2400Vp	2620Vp	2400Vp	3050Vp	3120Vp
	300℃ 내열특성	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
종합평가		○	○	○	○	○	○	○

[0142]

표 5

		요구치	비교예1	비교예2	비교예3	비교예4	비교예5	비교예6	비교예7
	에나멜층	60um 이하	PAI (두께45um)	-	-	PAI (두께38um)	PAI (두께15um)	PAI (두께40um)	PAI (두께65um)
	접착층	2~20um	-	PPSU (두께10um)	-	PEI (두께10um)	PEI (두께6um)	PEI (두께6um)	PEI (두께10um)
	압출 피복층	200um 이하	PEEK (두께102um)	PEEK (두께145um)	PEEK (두께171um)	-	PEEK (두께42um)	PEEK (두께20um)	PEEK (두께91um)
	에나멜층+압출 피복층 함께 두께	80um 이상	147um	145um	171um	38um	57um	60um	156um
	전체 두께		147um	155um	171um	48um	63um	66um	166um
	압출 피복수지층의 수지의 용점	300~370℃	343℃	343℃	343℃	-	343℃	343℃	343℃
전선평가	철심감기, 가열후 절연 과피전압평가	○	○	×	○	○	○	○	○
	도체와의 접착강도	○	◎	×	◎	◎	◎	◎	×
	피막층간의 접착강도	○	×	◎	-	◎	◎	◎	◎
	부분 방전개시전압	1200~3200Vp	1950Vp	2050Vp	2220Vp	950Vp	1000Vp	1020Vp	2140Vp
	300℃ 내열특성	◎	◎	◎	×	×	◎	◎	◎
종합평가		○	×	×	×	×	×	×	×

[0143]

표 6

		요구치	비교예8	비교예9	비교예10	비교예11	비교예12	비교예13
	에나멜층	60um 이하	PAI (두께70um)	PAI (두께35um)	PAI (두께35um)	PAI (두께40um)	PAI (두께40um)	PAI (두께25um)
	접착층	2~20um	PEI (두께5um)	PEI (두께7um)	PEI (두께10um)	페녹시 (두께5um)	페녹시 (두께5um)	-
	압출 피복층	200um 이하	PEEK (두께173um)	PEEK (두께220um)	PPS (두께121um)	PES(50um)+ 변성PEEK(50um)	PES(50um)+ PPS(50um)	PEEK (두께75um)
	에나멜층+압출 피복층 합계 두께	80um 이상	243um	255um	156um	140um	140um	100um
	전체 두께		248um	262um	166um	145um	145um	100um
압출 피복수지층의 수지의 용점		300~370℃	343℃	343℃	278℃	340℃	278℃	343℃
전선특성	철심감기, 가열후 절연 파괴전압평가	○	○	×	○	○	○	○
	도체와의 접착강도	○	×	◎	◎	◎	◎	◎
	피막층간의 접착강도	○	◎	◎	○	×	×	×
	부분 방전개시전압	1200~3200Vp	3100Vp	3180Vp	2150Vp	1800Vp	1800Vp	1540Vp
	300℃ 내열특성	◎	◎	◎	×	◎	×	◎
종합평가		○	×	×	×	×	×	×

[0144]

[0145]

상기 표 2~6으로부터 명백한 바와 같이, 두께 2~20 μ m의 접착층을 가지고, 에나멜 베이킹층과 압출 피복 수지층과의 합계 두께가 80 μ m 이상, 에나멜 베이킹층의 두께가 60 μ m 이하, 상기 압출 피복 수지층의 두께가 200 μ m 이하이며, 압출 피복 수지층의 수지가 용점 300℃ 이상 370℃ 이하이면, 가공 전후에서의 전기 절연성 유지 특성인 가열 전후의 절연 파괴 전압 평가가 우수하고, 도체와 피복층의 접착 강도 및 피막층 사이의 접착 강도가 강하고, 부분 방전 개시 전압도 높고, 또한 내마모성 및 내용제성의 어느 것에도 우수하고, 이것에 더하여, 300℃ 내열 특성으로부터, 장기간에 걸쳐서 우수한 내열 노화 특성을 유지할 수 있는 것을 알 수 있었다.

[0146]

구체적으로는, 실시예 1~18과 비교예 1~4, 13의 비교로부터, 에나멜 베이킹층, 접착층 및 압출 피복 수지층을 모두 가지는 것이 필요하다는 것을 알 수 있다. 특히 비교예 3과 같이 압출 피복 수지층뿐이거나, 비교예 4와 같이 압출 피복 수지층을 마련하지 않는 경우, 300℃ 내열 특성이 떨어지고, 비교예 1, 13과 같이 접착층이 없는 경우, 피막층 사이의 접착 강도가 떨어진다. 또한, 비교예 2와 같이 에나멜층이 없거나, 비교예 8과 같이 에나멜층의 두께가 두꺼우면 도체와의 접착 강도가 떨어진다. 반대로, 비교예 9와 같이, 압출 피복 수지층이 200 μ m를 넘으면, 철심 감기, 가열 후 절연 파괴 전압 평가가 떨어지고, 비교예 7과 같이, 에나멜층의 두께가 두꺼우면 도체와 피복층의 접착 강도가 떨어진다.

[0147]

또한, 비교예 5, 6과 같이, 에나멜층과 압출 피복 수지층의 합계의 두께가 80 μ m 미만이면, 부분 방전 개시 전압이 저하한다.

[0148]

또한, 압출 피복 수지층을 형성하는 수지에, 용점이 300℃ 이상의 열가소성 수지를 이용하면 장기간에 걸친 내열 노화 특성을 만족할 수 있고, 한편 용점이 300℃ 미만의 열가소성 수지를 이용하면, 비교예 10 및 12와 같이 300℃의 내열 특성이 떨어진다. 또한, 비교예 11 및 12에서는 피막층 사이의 접착 강도가 떨어지고 있다. 이것은, 주로, 압출 피복 수지층이 다른 수지로 형성되는 2층의 적층 구조 때문에, 특히, 이 압출 피복 수지층 사이의 접착 강도가 떨어지기 때문이라고 생각할 수 있다.

[0149]

또한, 실시예 1~18에 있어서의 압출 피복 수지층의 상술한 측정 방법에 의한 피막 결정화도는 모두 50% 이상이었다. 실시예 중에서 실시예 10에서는 62%, 실시예 12에서는 65%, 실시예 13에서는 71%였다. 또한, 실시예 1~18의 각 절연 전선이 상술한 내마모성 및 내용제성을 만족하고 있는 것을 확인할 수 있다.

[0150]

본 발명을 그 실시 형태와 함께 설명했지만, 우리는 특별하게 지정하지 않는 한 우리의 발명을 설명의 어느 세부에 있어서도 한정하려고 하는 것이 아니고, 첨부된 청구의 범위에 나타난 발명의 정신과 범위에 반하는 일 없이 폭넓게 해석되는 것이 당연하다고 생각한다.

[0151]

본원은, 2012년11월30일에 일본에서 특허 출원된 일본 특허 출원 2012-263749에 근거하는 우선권을 주장하는 것이며, 이들은 여기에 참조하여 그 내용을 본 명세서의 기재의 일부로서 넣는다.