



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0014291
(43) 공개일자 2025년02월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 9/00 (2018.01) H01B 9/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05K 9/0088 (2013.01)
H01B 9/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0094033
(22) 출원일자 2023년07월19일
심사청구일자 2023년07월19일

(71) 출원인
한국전력공사
전라남도 나주시 전력로 55(빛가람동)
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
권태혁
울산광역시 울주군 범서읍 구영로 101-7, 503동
1503호 (구영2차푸르지오)
권준혁
울산광역시 울주군 삼남읍 도호1길 30-14, 802호
김성태
울산광역시 울주군 범서읍 점촌1길 17-5, 204호
(74) 대리인
특허법인지원, 유미특허법인

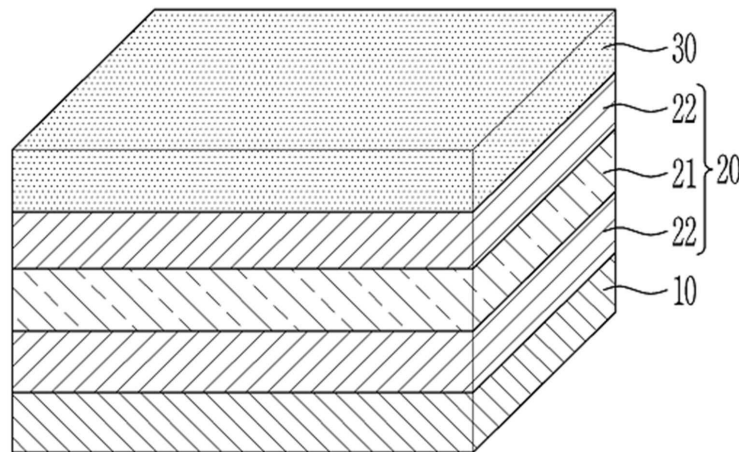
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 금속-탄소 복합물질을 이용한 다층구조의 극저주파 차폐필름 및 이의 제조방법

(57) 요약

송전시설에 적용할 수 있는 다층구조의 극저주파 차폐필름 및 이의 제조방법에 관한 것이다. 비결정성 금속 상에 고전도성 탄소층을 형성하고 최상층부에 자성체인 페라이트(ferrite)층을 배치하여, 높은 전기 전도성과 와전류 효과에 의한 전자기파 반사 특성을 갖는 극저주파 차폐필름 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
H05K 9/0084 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

금속-탄소 복합물질로 이루어진 다층 구조의 극저주파 차폐필름에 있어서,

철(Fe)을 포함하는 비결정성 금속 기관(10); 및

상기 금속 기관(10) 상에 형성되는 고전도성 탄소 물질을 포함하는 다층의 탄소 필름(20);을 차례로 적층한 구조인,

극저주파 차폐필름.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 비결정성 금속 기관(10)의 두께는 25,000 내지 100,000 범위인 것인,

극저주파 차폐필름.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 비결정성 금속 기관(10)은 니켈(Ni) 및 코발트(Co)를 포함하지 않는 금속 소재인,

극저주파 차폐필름.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 비결정성 금속 기관(10)은 철과 원소 M으로 이루어진 합금소재이고,

상기 원소 M은 Cu, Nb, Si, B으로 이루어진 군 중에서 선택되는 1종 이상인 것인,

극저주파 차폐필름.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 비결정성 금속 기관(10)의 두께는 15 μm 내지 20 μm 범위인 것인,

극저주파 차폐필름.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 고전도성 탄소 물질을 포함하는 탄소 필름(20)은 그래파이트 나노플레이트(GN) 및 카본 나노튜브(CNT)를 포함하는 GN+CNT 혼합층(22)과 카본 블랙(carbon black)층(21)을 교번하여 적층한 것이고,

상기 탄소 필름(20)의 최상단과 최하단은 GN+CNT 혼합층(22)이 배치되어 (2n+1)층(단, n은 1이상인 자연수)의 탄소 물질층이 적층된 구조인 것을 포함하는,

극저주파 차폐필름.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 고전도성 탄소 물질을 포함하는 탄소 필름(20)의 전체 두께는 80 μm 내지 300 μm 범위인 것인,
극저주파 차폐필름.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 고전도성 탄소 물질을 포함하는 탄소 필름(20)을 구성하는 상기 카본블랙층(21)의 두께는 10 μm 내지 30 μm 범위인 것인,
극저주파 차폐필름.

청구항 9

제1항에 있어서,
상기 고전도성 탄소 물질을 포함하는 탄소 필름(20)을 구성하는 상기 각 혼합층(22)의 두께는 10 μm 내지 50 μm 범위인 것인,
극저주파 차폐필름.

청구항 10

제1항에 있어서,
상기 탄소 필름(20) 상에 페라이트(ferrite)층(30);을 추가로 적층한 구조인,
극저주파 차폐필름.

청구항 11

제10항에 있어서,
상기 탄소 필름(20) 상에 추가로 적층되는 페라이트(ferrite)층(30) 두께는 10 μm 내지 30 μm 범위인 것인,
극저주파 차폐필름.

청구항 12

제1항에 있어서,
상기 다층 구조의 극저주파 차폐필름에서 측정되는 면저항은 0.1 Ω/sq 내지 10 Ω/sq 범위인 것인,
극저주파 차폐필름.

청구항 13

제1항에 있어서,
60 Hz 교류 자기장에 대해 인가자기장을 0 내지 200 mG로 하였을 때, 상기 극저주파 차폐필름의 차폐율은 64% 내지 72% 범위인 것인,
극저주파 차폐필름.

청구항 14

금속-탄소 복합물질로 이루어진 다층 구조의 극저주파 차폐필름의 제조방법에 있어서,
철(Fe)을 포함하는 비결정성 금속 기판(10)을 준비하는 준비단계; 및
고전도성 탄소 물질을 포함하는 다층의 탄소 필름(20)을 상기 비결정성 금속 기판(10) 상에 형성하는 탄소 필름(20) 형성단계;를 포함하는,
극저주파 차폐필름의 제조방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 준비단계는 투자율이 25,000 내지 100,000 범위이고, 두께가 15 μm 내지 20 μm 범위에 포함되는 비결정성 금속 기관(10)을 준비하는 것인,

극저주파 차폐필름의 제조방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 탄소 필름(20) 형성단계는 상기 비결정성 금속 기관 상에 그래파이트 나노플레이트(GN) 및 카본 나노튜브(CNT)를 포함하는 GN+CNT 혼합층(22)을 형성한 후 상기 혼합층(22) 상에 카본블랙층(21)을 형성하는 과정을 교번하여 수행하되,

상기 탄소 필름(20) 적층 방향의 최상단 및 최하단 모두 상기 GN+CNT 혼합층(22)으로 구성되는 것인,

극저주파 차폐필름의 제조방법.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 탄소 필름(20) 형성단계는 초음파 스프레이법을 이용하여 고전도성 탄소 물질을 포함하는 분산액을 적층하는 것인,

극저주파 차폐필름의 제조방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 초음파 스프레이법을 이용하여 고전도성 탄소 물질을 포함하는 분산액을 분사하는 속도는 0.1 ml/min 내지 0.4 ml/min 범위인 것인,

극저주파 차폐필름의 제조방법.

청구항 19

제14항에 있어서,

상기 탄소 필름(20) 상에 페라이트(ferrite)층(30)을 형성하는 페라이트층(30) 형성단계;를 추가로 포함하는,

극저주파 차폐필름의 제조방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 페라이트층(30) 형성단계는 초음파 스프레이법을 이용하여 페라이트 분산액을 적층하는 것인,

극저주파 차폐필름의 제조방법.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 초음파 스프레이법을 이용하여 페라이트 분산액을 분사하는 속도는 0.1 ml/min 내지 0.4 ml/min 범위인 것인,

극저주파 차폐필름의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 송전시설에 적용할 수 있는 다층구조의 극저주파 차폐필름 및 이의 제조방법에 관한 것이다. 비결정성 금속 상에 고전도성 탄소층을 형성하고 최상층부에 자성체인 페라이트(ferrite)층을 배치하여, 높은 전기 전도성과 와전류 효과에 의한 전자기파 반사 특성을 갖는 극저주파 차폐필름 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지중화 사업으로 송전선 및 케이블 매립이 증가하는 가운데 송전시 교류 자기장을 통해 발생하는 극저주파로 인해 민원이 발생하여 극저주파 차폐 연구가 필요함. 기존의 극저주파 차폐 방법은 고투자율을 가진 금속 합금 구조의 차폐 필름을 이용하는 것이 일반적이나 이 방법은 Ni, Co 등의 매장량이 한정된 금속을 사용하여 경제성에 한계가 있음. 따라서 이러한 계를 극복하기위해 본 발명은 고전도성 탄소(Graphite nanoplates, carbon nanotube, carbon black)와 고투자율을 가진 금속을 다층 구조의 복합 물질 형성을 통해 극저주파를 효과적으로 차폐하는 필름 및 이의 제조 방법을 제안한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명은 송전시설에 적용할 수 있는 다층구조의 극저주파 차폐필름 및 이의 제조방법을 제공하고자 한다. 구체적으로 비결정성 금속 상에 graphite nanoplates(GN), carbon nanotube(CNT), carbon black 등의 소재를 혼합하여 초음파 스프레이 방식으로 고전도성 탄소층을 형성하고, 최상층부에 자성체인 페라이트(ferrite)층을 배치한 형태의 극저주파 차폐필름 및 이의 제조방법을 제공하여, 상기 극저주파 차폐필름이 높은 전기 전도성과 와전류 효과에 의한 전자기파 반사 특성을 확보할 수 있도록 한다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 발명의 일 실시예에 따른 극저주파 차폐필름은, 금속-탄소 복합물질로 이루어진 다층 구조이며, 철(Fe)을 포함하는 비결정성 금속 기판(10); 및 상기 금속 기판(10) 상에 형성되는 고전도성 탄소 물질을 포함하는 다층의 탄소 필름(20);을 차례로 적층한 구조를 포함할 수 있다.

[0005] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 극저주파 차폐필름은, 상기 탄소 필름(20) 상에 페라이트(ferrite)층(30);을 추가로 적층한 구조를 포함할 수 있고, 최상층에 페라이트층을 갖는 극저주파 차폐필름일 수 있다.

[0006] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 극저주파 차폐필름의 제조방법은, 금속-탄소 복합물질로 이루어진 다층 구조의 극저주파 차폐필름의 제조방법이고, 철(Fe)을 포함하는 비결정성 금속 기판(10)을 준비하는 준비단계; 및 고전도성 탄소 물질을 포함하는 다층의 탄소 필름(20)을 상기 비결정성 금속 기판(10) 상에 형성하는 탄소 필름(20) 형성단계;를 포함할 수 있다. 아울러 전술한 극저주파 차폐필름의 제조방법에서 상기 탄소 필름(20) 상에 페라이트(ferrite)층(30)을 형성하는 페라이트층(30) 형성단계;를 추가로 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0007] 본 발명의 극저주파 차폐필름은 최상층부에 페라이트(ferrite)층을 배치한 다층 구조의 금속-탄소 복합물질로 구성되어, 높은 전기 전도성과 와전류 효과에 의한 전자기파 반사 특성을 나타내어 극저주파 차폐 효과를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 구조의 극저주파 차폐필름의 구조를 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예 및 비교예에 따라 제조된 극저주파 차폐필름의 구조별 면저항 측정 데이터를 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예 및 비교예에 따라 제조된 극저주파 차폐필름에 대해 인가자기장 세기에 따른 극저주파 차폐 성능을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 다른 설명이 없는 한, 각 도면에 제시된 동일한 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0010] 아래 설명하는 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있다. 아래 설명하는 실시예들은 발명의 범위를 설명된 실시 형태로 한정하려는 것이 아니며, 본 출원을 통해 권리로서 청구하고자 하는 범위는 이들에 대한 모든 변경, 균등 물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0011] 실시예에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 실시예를 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0012] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0013] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 금속-탄소 복합물질로 이루어진 다층 구조의 극저주파 차폐필름은, 철(Fe)을 포함하는 비결정성 금속 기판(10); 및 상기 금속 기판 상에 형성되는 고전도성 탄소 물질을 포함하는 다층의 탄소 필름(20);을 차례로 적층한 구조를 포함할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 극저주파 차폐필름은, 상기 탄소 필름(20) 상에 페라이트(ferrite)층(30);을 추가로 적층한 구조를 포함할 수 있다. 즉 진술한 차폐필름의 최상층부에 페라이트층을 추가로 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 비결정성 금속 기판의 투자율은 25,000 이상 100,000 이하의 범위일 수 있다. 상기 투자율이 25,000 이상 범위에 포함되는 경우 극저주파 차폐효과가 향상 될 수 있다. 반면 상기 투자율이 25,000 미만일 경우 극저주파 차폐효과가 미미 할 수 있다.
- [0017] 상기 비결정성 금속 기판(10)은 니켈(Ni) 및 코발트(Co)를 포함하지 않는 금속 소재일 수 있다. 기존에 극저주파 차폐필름에 사용되었던 니켈 및 코발트는 매장량이 비교적 적고 고가의 금속으로, 이들 금속을 사용 시 차폐필름에 소요되는 비용의 증가는 불가피하다. 그러나 본 발명에서는 상기 고가의 니켈, 코발트를 대체하여 철 기반의 고투자율 비결정성 금속을 사용함으로써 차폐필름의 비용을 절감할 수 있는 장점이 있다.
- [0018] 상기 비결정성 금속 기판(10)은 철과 원소 M으로 이루어진 합금소재일 수 있다. 상기 원소 M은 Cu, Nb, Si, B 으로 이루어진 군 중에서 선택되는 1종 이상일 수 있다.
- [0019] 상기 비결정성 금속 기판(10)의 두께는 15 μm 내지 20 μm 범위에 포함될 수 있다.
- [0020] 상기 비결정성 금속 기판(10)의 두께가 15 μm 내지 20 μm 범위에 포함되는 경우에는 고투자율에 의한 극저주파 차폐 효과가 발생할 수 있다. 반면 상기 비결정성 금속 기판(10)의 두께가 15 μm 미만인 경우에는 극저주파 차폐 성능 저하가 있을 수 있다. 상기 비결정성 금속 기판(10)의 두께가 20 μm 초과하는 경우에는 상기 극저주파 차폐필름이 나타내는 차폐 성능 대비 고비용이 발생하는 문제가 있을 수 있다.
- [0021] 상기 고전도성 탄소 물질을 포함하는 탄소 필름(20)은 카본 블랙(carbon black)층 양면에 그라파이트 나노플레이트(GN) 및 카본 나노튜브(CNT)를 포함하는 혼합층(22)이 배치된 것일 수 있다. 따라서 상기 탄소 필름(20)은 GN+CNT 혼합층(22)-카본 블랙(carbon black)층-GN+CNT 혼합층(22)으로 구성된 3층 구조의 탄소 필름(20)일 수 있다.
- [0022] 또한 상기 고전도성 탄소 물질을 포함하는 탄소 필름(20)은 그라파이트 나노플레이트(GN) 및 카본 나노튜브(CNT)를 포함하는 GN+CNT 혼합층(22)과 카본 블랙(carbon black)층을 교번하여 적층하고, 최상단과 최하단은 GN+CNT 혼합층(22)으로 하여 3층 이상의 구조를 갖는 탄소 필름(20)일 수 있다. 즉 상기 탄소 필름(20)은 (2n+1)층(단, n은 1 이상의 자연수)의 구성으로 형성될 수 있다.

- [0023] 상기 고전도성 탄소 물질을 포함하는 탄소 필름(20)의 전체 두께는 $80\mu\text{m}$ 내지 $300\mu\text{m}$ 범위일 수 있다.
- [0024] 상기 고전도성 탄소 물질을 포함하는 탄소 필름(20)의 전체 두께가 $80\mu\text{m}$ 내지 $300\mu\text{m}$ 범위에 포함되는 경우에는 우수한 차폐성능 및 낮은 면저항을 달성할 수 있다. 반면 상기 고전도성 탄소 필름(20)의 전체 두께가 $80\mu\text{m}$ 미만인 경우에는 얇은 두께로 인한 차폐성능이 저하하는 문제점이 있을 수 있다. 상기 고전도성 탄소 필름(20)의 전체 두께가 $300\mu\text{m}$ 을 초과하는 경우에는 필름의 유연성 저하와 같은 문제가 발생할 수 있다.
- [0025] 상기 고전도성 탄소 물질을 포함하는 탄소 필름(20)을 구성하는 상기 카본블랙(carbon black)층의 두께는 $10\mu\text{m}$ 내지 $30\mu\text{m}$ 범위일 수 있다.
- [0026] 상기 고전도성 탄소 물질을 포함하는 탄소 필름(20)을 구성하는 상기 각 GN+CNT 혼합층(22)의 두께는 $10\mu\text{m}$ 내지 $50\mu\text{m}$ 범위일 수 있다.
- [0027] 상기 GN+CNT 혼합층(22)의 두께가 $10\mu\text{m}$ 내지 $50\mu\text{m}$ 범위에 포함되는 경우에는 전기 전도성이 향상 될 수 있다. 반면 상기 GN+CNT 혼합층(22)의 전체 두께가 $10\mu\text{m}$ 미만인 경우에는 면저항이 증가할 수 있다. 상기 GN+CNT 혼합층(22)의 전체 두께가 $50\mu\text{m}$ 초과하는 경우에는 금속층과 탄소층의 상호작용이 약해져 차폐성능 저하와 같은 문제가 발생할 수 있다.
- [0028] 상기 탄소 필름(20) 상에 형성되는 페라이트(ferrite)층(30) 두께는 $10\mu\text{m}$ 내지 $30\mu\text{m}$ 범위일 수 있다.
- [0029] 상기 페라이트(ferrite)층(30)의 두께가 $10\mu\text{m}$ 내지 $30\mu\text{m}$ 범위에 포함되는 경우에는 고투자율 물질에 의해 차폐성능을 향상시킬 수 있다. 반면 상기 페라이트(ferrite)층(30)의 전체 두께가 $10\mu\text{m}$ 미만인 경우에는 차폐효과 발생에 대한 영향력이 저감하여, 차폐성능이 미미할 수 있다. 상기 페라이트(ferrite)층(30)의 전체 두께가 $30\mu\text{m}$ 을 초과하는 경우에는 전기 전도성 감소 및 면저항 상승과 같은 문제가 발생할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 구조의 극저주파 차폐필름에서 측정되는 면저항은 $0.1\Omega/\text{sq}$ 내지 $10\Omega/\text{sq}$ 범위일 수 있다.
- [0031] 상기 극저주파 차폐필름의 면저항이 $0.1\Omega/\text{sq}$ 내지 $10\Omega/\text{sq}$ 범위에 포함되는 경우에는 와전류에 의한 극저주파 차폐성능 향상이 있을 수 있다. 반면 상기 극저주파 차폐필름의 면저항이 $10\Omega/\text{sq}$ 을 초과하는 경우에는 와전류에 의한 극저주파 차폐 성능이 저하하는 문제가 발생할 수 있다.
- [0032] 60 Hz 교류 자기장에 대해 인가자기장을 0 내지 200 mG로 하였을 때, 상기 극저주파 차폐필름의 차폐율은 60% 내지 72% 범위일 수 있다. 바람직하게는 64% 내지 72% 범위일 수 있다.
- [0033] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 극저주파 차폐필름의 제조방법은 금속-탄소 복합물질로 이루어진 다층 구조를 갖는 극저주파 차폐필름을 형성하는 방법일 수 있다.
- [0034] 상기 극저주파 차폐필름의 제조방법은, 철(Fe)을 포함하는 비결정성 금속 기판(10)을 준비하는 준비단계; 및 고전도성 탄소 물질을 포함하는 다층의 탄소 필름(20)을 상기 비결정성 금속 기판 상에 형성하는 탄소 필름(20) 형성단계;를 포함할 수 있다. 또한 최상단부에 페라이트(ferrite)층(30)을 포함하는 극저주파 차폐필름을 제조하고자 하는 경우, 전술한 극저주파 차폐필름 제조방법에 상기 탄소 필름(20) 상에 페라이트(ferrite)층(30)을 형성하는 페라이트층 형성단계;를 추가로 포함할 수 있다.
- [0035] 상기 준비단계는 투자율이 25,000 내지 100,000 범위이고, 두께가 $15\mu\text{m}$ 내지 $20\mu\text{m}$ 범위에 포함되는 비결정성 금속 기판을 준비하는 단계일 수 있다.
- [0036] 상기 탄소 필름(20) 형성단계는 상기 비결정성 금속 기판 상에 그래파이트 나노플레이트(GN) 및 카본 나노튜브(CNT)를 포함하는 GN+CNT 혼합층(22)을 형성한 후 상기 GN+CNT 혼합층(22) 상에 카본블랙(carbon black)층을 형성하는 과정을 교번하여 수행하는 것일 수 있다. 아울러 상기 탄소 필름(20) 적층 방향의 최상단 및 최하단은 모두 상기 GN+CNT 혼합층(22)으로 구성되는 것일 수 있다.
- [0037] 상기 탄소 필름(20)의 최상단 및 최하단을 모두 GN+CNT 혼합층(22)으로 구성하는 경우, 전기 전도성 증가 및 면저항 감소가 달성될 수 있다. 그러나 탄소 필름(20)의 어느 일면만을 GN+CNT 혼합층(22)으로 구성하거나, 탄소 필름(20)에 상기 GN+CNT 혼합층(22)을 포함하지 않는 경우에는 전기 전도성 감소 및 면저항 증가와 같은 문제가 발생할 수 있다.
- [0038] 상기 탄소 필름(20) 형성단계는 초음파 스프레이법을 이용하여 고전도성 탄소 물질을 포함하는 용액을 적층하는 것일 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서는 초음파 스프레이법을 이용하여 탄소 필름(20) 내 탄소층(21 및 22)을

다층으로 적층하는 과정을 나타내었으나, 적층 방법을 이에 한정하는 것은 아니다. 당업자로 하여금 인지될 수 있는 적층 기술, 박막 형성 공정을 적용하여 상기 탄소 필름(20)을 형성하는 것을 포함할 수 있다.

[0039] 상기 초음파 스프레이법을 이용하여 고전도성 탄소 물질을 포함하는 분산액을 분사하는 속도는 0.1 ml/min 내지 0.4 ml/min 범위에 포함될 수 있다. 상기 탄소 물질 분산액 분사 속도가 0.1 ml/min 내지 0.4 ml/min 범위에 포함되는 경우, 균일한 필름을 형성할 수 있다. 반면 상기 탄소 물질 분산액 분사 속도가 0.1 ml/min 미만인 경우에는, 비결정성 금속 기판(10)상에 탄소물질이 적게 도포되어 면저항 감소 및 차폐성능 감소가 발생할 수 있다. 상기 탄소 물질 분산액 분사 속도가 0.4 ml/min을 초과하는 경우에는 탄소층이 불균일하게 형성되는 문제점이 발생할 수 있다.

[0040] 상기 페라이트층(30) 형성단계는 초음파 스프레이법을 이용하여 페라이트 분산액을 적층하는 것일 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서는 초음파 스프레이법을 이용하여 탄소 필름(20) 상에 페라이트층(30)을 적층하는 것을 나타내었으나, 적층 방법을 이에 한정하는 것은 아니다. 당업자로 하여금 인지될 수 있으면서 페라이트층(30)을 탄소층 상부에 형성할 수 있는 적층 기술, 박막 형성 공정 등이 적절히 선택되어 적용하는 것을 포함할 수 있다.

[0041] 상기 초음파 스프레이법을 이용하여 페라이트 분산액을 분사하는 속도는 0.1 ml/min 내지 0.4 ml/min 범위에 포함될 수 있다. 상기 페라이트분산액 분사 속도가 0.1 ml/min 내지 0.4 ml/min 범위에 포함되는 경우, 안정적인 필름형성이 가능하고 아울러 차폐성능을 향상시킬 수 있다. 반면 상기 페라이트 분산액 분사 속도가 0.1 ml/min 미만인 경우에는 두께가 얇은 필름이 형성되어 차폐성능 저하가 있을 수 있다. 상기 페라이트 분산액 분사 속도가 0.4 ml/min을 초과하는 경우에는 페라이트층이 불균일하게 형성되는 문제점이 발생할 수 있다.

[0042] 다음은 본 발명의 금속-탄소 복합물질을 이용한 다층 구조의 극저주파 차폐필름 및 이의 제조방법에 대한 일 실시예 및 비교예를 설명한다.

[0043] (제조예) 극저주파 차폐필름의 제조방법

[0044] 본 발명의 극저주파 차폐필름은 하기의 단계 S1 내지 S6에 의해 제조된다.

[0045] S1. 비결정성 금속 기판을 70℃의 열판에 부착하여 준비한다.

[0046] S2. 상기 S1단계에서 준비된 비결정성 금속 기판 상에, 초음파스프레이를 이용하여 graphite nanoplates(GN)와 carbon nanotube(CNT) 분산액을 0.2ml/min의 분사조건으로 질소(N₂) 또는 아르곤(Ar)과 같은 불활성 기체 분위기에서 7 cycle 동안 분사하여 GN+CNT 혼합층(22)을 형성한다. 상기 GN+CNT 분산액은 graphite nanoplates(GN) 및 carbon nanotube(CNT)를 물 또는 알코올(에탄올, IPA 등)중 선택된 1종을 분산매로 하여 분산한 것이다.

[0047] S3. 상기 S2단계에서 형성한 GN+CNT 혼합층(22) 상에, 카본블랙(carbon black) 분산액을 0.2 ml/min의 분사조건으로 질소 혹은 아르곤환경에서 7 cycle 동안 분사하여 카본블랙(carbon black) 층을 형성한다. 상기 카본블랙(carbon black) 분산액은 카본블랙을 물 또는 알코올(에탄올, IPA 등)중 선택된 1종을 분산매로 하여 분산한 것이다.

[0048] S4. 상기 S3단계에서 형성한 카본블랙(carbon black) 층 상에, Graphite nanoplates(GN)와 carbon nanotube(CNT) 분산액을 0.2 ml/min의 분사조건으로 질소, 혹은 아르곤 환경에서 7 cycle 동안 분사하여 GN+CNT 혼합층(22)을 형성한다.

[0049] S5. 상기 S4단계에서 형성한 GN+CNT 혼합층(22) 상에, 페라이트(ferrite) 물질을 분산시킨 분산액을 초음파 스프레이를 통해 0.4 ml/min의 분사조건으로 20 cycle 분사하여 페라이트(ferrite)층을 형성하여, 극저주파 차폐필름을 제조한다. 상기 페라이트(ferrite) 분산액은 페라이트를 물 또는 알코올(에탄올, IPA 등)중 선택된 1종을 분산매로 하여 분산한 것이다.

[0050] S6. 상기 S5단계에서 제조 완료된 극저주파 차폐필름을 상기 열판으로부터 분리한다.

[0051] (실시예)

[0052] 실시예 1. 비결정성 금속 기판(10)/GN+CNT(22)/carbon black(21)/GN+CNT(22) 구조

[0053] 비결정성 금속 기판 위에 초음파 스프레이 방법을 이용하여 graphite nanoplates(GN)과 carbon nanotube(CNT)를 혼합한 탄소층을 형성하였다. 상기 GN+CNT 혼합층(22) 상에 카본블랙(carbon black)층을 형성한 후, 상기 카본블랙(carbon black)층 상에 GN+CNT 혼합층(22)을 적층하여 비결정성 금속 기판/GN+CNT 혼합층(22)/카본블랙층

(21)/GN+CNT 혼합층(22) 구조를 갖는 극저주파 차폐필름을 제조하였다. 이때, 비결정성 금속 기판의 두께는 15 μm 내지 20 μm 범위에 포함되며, 상기 GN+CNT 혼합층(22)의 두께는 10 μm 내지 30 μm 범위에 포함된다. 또한 상기 카본블랙(carbon black)층의 두께는 10 μm 내지 20 μm 범위에 포함된다.

[0054] **실시예 2. 비결정성 금속 기판(10)/GN+CNT(22)/carbon black(21)/GN+CNT(22)/ferrite(30) 구조**

[0055] 실시예 2는 전술한 실시예 1에 따라 형성한 극저주파 차폐필름 적층 구조의 최상층부에, 페라이트(ferrite)층(30)을 적층하는 과정을 추가로 포함한다.

[0056] 비결정성 금속 기판(10)/GN+CNT 혼합층(22)/카본블랙층(21)/GN+CNT 혼합층(22) 구조에서, 상기 카본블랙층(21) 상에 형성된 GN+CNT 혼합층(22) 상단부에, 초음파 스프레이를 이용하여 ferrite 분산액을 분사하여 페라이트(ferrite)층(30)을 추가로 형성하였다. 이때, 비결정성 금속 기판의 두께는 15 μm 내지 20 μm 범위에 포함되며, 상기 GN+CNT 혼합층(22)의 두께는 10 μm 내지 30 μm 범위에 포함된다. 또한 상기 카본블랙(carbon black)층(21)의 두께는 10 μm 내지 20 μm 범위에 포함된다. 상기 차폐필름의 최상단부에 추가로 적층된 페라이트(ferrite)층(30)의 두께는 10 μm 내지 30 μm 범위에 포함된다.

[0057] **(비교예)**

[0058] **비교예 1. 비결정성 금속 기판(10) 단독층 구조**

[0059] 철을 기반으로 하여 Cu, Nb, Si, B으로 구성된 합금 구조의 비결정성 금속 기판을 단독층으로 구성한 것을 준비하였다. 상기 비결정성 금속 기판의 두께는 15 μm 내지 20 μm 범위에 포함된다.

[0060] **비교예 2. 비결정성 금속 기판(10)/CNT 구조**

[0061] 철을 기반으로 하여 Cu, Nb, Si, B으로 구성된 합금 구조의 비결정성 금속 기판 상에 초음파 스프레이를 이용하여 carbon nanotube(CNT)층을 적층한 구조이다. 이때, 비결정성 금속 기판의 두께는 15 μm 내지 20 μm 범위에 포함되며, 상기 CNT층의 두께는 10 μm 내지 30 μm 범위에 포함된다.

[0062] **비교예 3. 비결정성 금속 기판(10)/carbon black 구조**

[0063] 철을 기반으로 하여 Cu, Nb, Si, B으로 구성된 합금 구조의 비결정성 금속 기판 상에 초음파 스프레이를 이용하여 카본블랙(carbon black)층을 적층한 구조이다. 이때, 비결정성 금속 기판의 두께는 15 μm 내지 20 μm 범위에 포함되며, 상기 카본블랙(carbon black)층의 두께는 10 μm 내지 20 μm 범위에 포함된다.

[0064] **비교예 4. 비결정성 금속 기판(10)/ferrite(30)/GN+CNT(22)/carbon black(21)/GN+CNT(22) 구조**

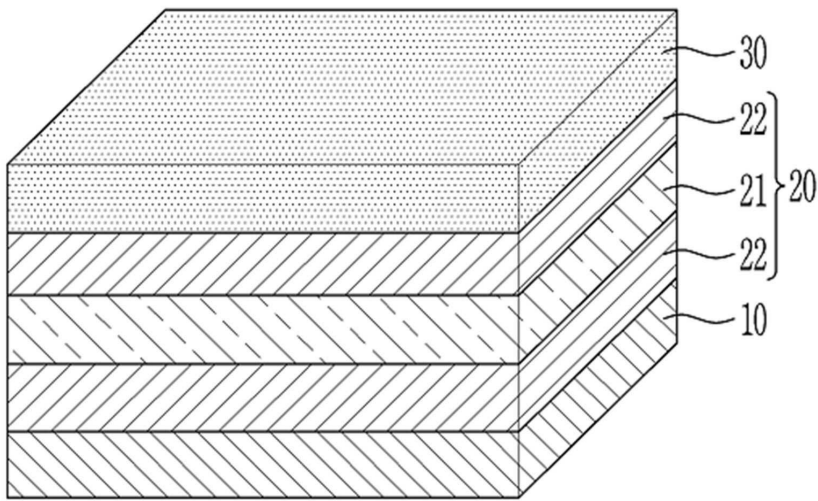
[0065] 철을 기반으로 하여 Cu, Nb, Si, B으로 구성된 합금 구조의 비결정성 금속 기판 상에 초음파 스프레이를 이용하여 페라이트(ferrite) 분산액을 분사하여 페라이트(ferrite)층을 먼저 형성하였다. 상기 페라이트(ferrite)층(30) 상에 GN+CNT 혼합층(22) - 카본블랙(carbon black)층(21) - GN+CNT 혼합층(22) 순으로 초음파 스프레이를 이용하여 적층하여, 극저주파 차폐필름을 제조하였다. 이때, 비결정성 금속 기판의 두께는 15 μm 내지 20 μm 범위에 포함되며, 상기 비결정성 금속 기판 상 적층된 페라이트(ferrite)층의 두께는 10 μm 내지 30 μm 범위에 포함된다. 상기 페라이트(ferrite)층 및 카본블랙(carbon black)층 상에 적층된 각각의 GN+CNT 혼합층(22) 두께는 10 μm 내지 30 μm 범위에 포함된다. 또한 상기 카본블랙(carbon black)층의 두께는 10 μm 내지 20 μm 범위에 포함된다.

부호의 설명

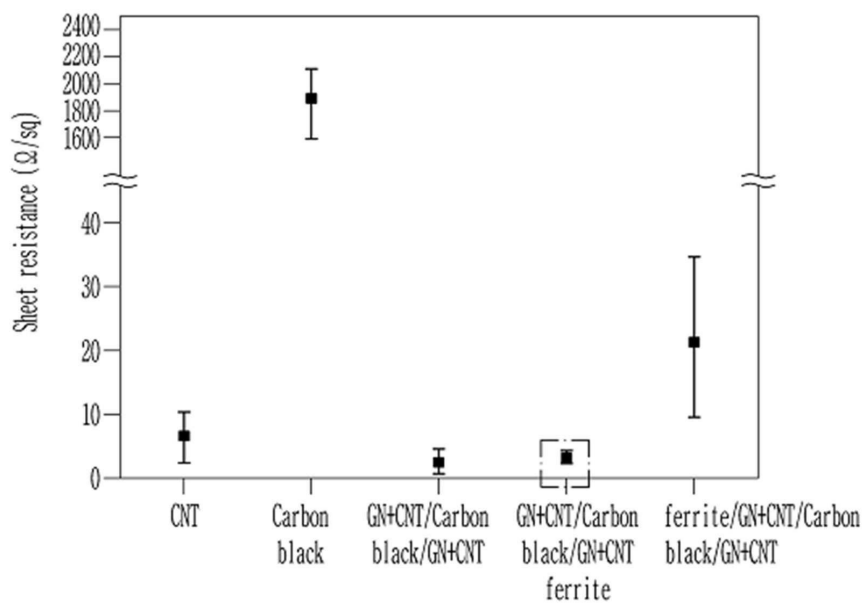
- [0066] 10 : 비결정성 금속 기판
 20 : 고전도성 탄소 물질을 포함하는 다층의 탄소 필름
 21 : 카본블랙(carbon black)층
 22 : GN+CNT 혼합층 (GN:graphite nanoplates/CNT:carbon nanotube)
 30 : 페라이트(ferrite)층

도면

도면1



도면2



도면3

