

|                                                                                           |                                    |                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|          | (19) 대한민국특허청(KR)<br>(12) 공개특허공보(A) | (11) 공개번호 10-2014-0080842<br>(43) 공개일자 2014년07월01일            |
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br>H05K 9/00 (2006.01) C01B 31/02 (2006.01)<br>B82Y 30/00 (2011.01) |                                    | (71) 출원인<br>인하대학교 산학협력단<br>인천광역시 남구 인화로 100, 인하대학교 (용현동)      |
| (21) 출원번호                                                                                 | 10-2012-0149183                    | (72) 발명자<br>박수진<br>대전 유성구 대덕대로 617, 102동 301호 (도룡동, 로텐하우스아파트) |
| (22) 출원일자                                                                                 | 2012년12월20일                        | 임윤지<br>전라북도 전주시 완산구 효자동 560-885 현대아파트 103-805                 |
| 심사청구일자                                                                                    | 2012년12월20일                        | (74) 대리인<br>이은철                                               |

전체 청구항 수 : 총 10 항

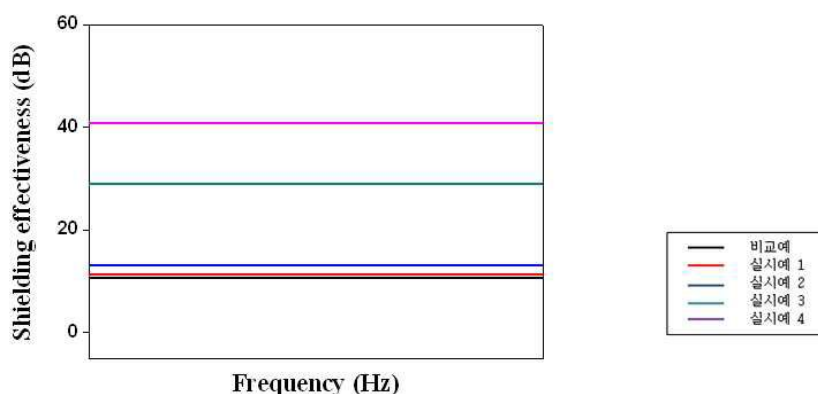
(54) 발명의 명칭 탄소나노튜브를 함유한 열가소성 수지 전자파 차폐재 제조방법

### (57) 요약

본 발명은 탄소나노튜브를 함유한 열가소성 수지 전자파 차폐재 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 전자파의 차폐를 위하여 내장재 등의 용도로 사용될 수 있도록 열가소성 수지에 표면개질된 탄소나노튜브를 첨가해 전기적 특성을 부여함으로써 전자파 차폐율이 우수한 열가소성 수지 전자파 차폐재를 제조하는 방법에 관한 것이다.

상기와 같은 본 발명에 따르면, 고분자 수지에 소량의 탄소나노튜브를 첨가하여 제조과정이 간단하고 무게가 경량이며 제조원가도 줄일 수 있는 경제적이고 효율적인 전자파 차폐재를 제조하여 전기, 전자 제품, 항공, 선박 등의 통신기기 등에 외부로부터 유입되는 전자파 차폐를 위하여 내장재 등의 용도로 사용될 수 있다. 이는 우수한 전자파 차폐성능과 효율적인 성형성을 동시에 만족시키는 효과가 있으며, 통상적으로 사용되는 0.3 내지 3 GHz의 전자파에 대해 우수한 전자파 차폐성능이 발휘된다.

### 대표도 - 도2



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

탄소나노튜브를 산 용액에서 5 내지 120 분 동안 60 내지 150 °C로 가열하여 표면 처리한 다음 pH를 6.5 내지 7.5로 조절하고 열가소성 수지와 혼합하는 것을 특징으로 하는 전자파 차폐재의 제조방법.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 열가소성 수지는 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 또는 폴리이소부틸렌인 것을 특징으로 하는 전자파 차폐재의 제조방법.

### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 전자파 차폐재는 탄소나노튜브 0.1 내지 15 중량%와 열가소성 수지 85 내지 99.9 중량%를 혼합하는 것을 특징으로 하는 전자파 차폐재의 제조방법.

### 청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 전자파 차폐재는 저항값이 0.1 내지  $10^3 \text{ ohm} \cdot \text{cm}$ , 전자파 차폐율이 10 내지 80 dB인 것을 특징으로 하는 전자파 차폐재의 제조방법.

### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 전자파 차폐재는 두께가 1 내지 5 mm인 것을 특징으로 하는 전자파 차폐재의 제조방법.

### 청구항 6

탄소나노튜브를 1 내지 60 분 동안 무전해 도금 표면 처리한 다음 열가소성 수지와 혼합하는 것을 특징으로 하는 전자파 차폐재의 제조방법.

### 청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 열가소성 수지는 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 또는 폴리이소부틸렌인 것을 특징으로 하는 전자파 차폐재의 제조방법.

### 청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 전자파 차폐재는 탄소나노튜브 0.1 내지 15 중량%와 열가소성 수지 85 내지 99.9 중량%를 혼합하는 것을 특징으로 하는 전자파 차폐재의 제조방법.

## 청구항 9

제 6항에 있어서,

상기 전자파 차폐재는 저항값이 0.1 내지  $10^3 \text{ ohm} \cdot \text{cm}$ , 전자파 차폐율이 10 내지 80 dB인 것을 특징으로 하는 전자파 차폐재의 제조방법.

## 청구항 10

제 6항에 있어서,

상기 전자파 차폐재는 두께가 1 내지 5 mm인 것을 특징으로 하는 전자파 차폐재의 제조방법.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 탄소나노튜브를 함유한 열가소성 수지 전자파 차폐재 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 전자파의 차폐를 위하여 내장재 등의 용도로 사용될 수 있도록 열가소성 수지에 표면개질된 탄소나노튜브를 첨가해 전기적 특성을 부여함으로써 전자파 차폐율이 우수한 열가소성 수지 전자파 차폐재를 제조하는 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 최근 첨단 전자기술의 발달로 인하여 정보전달과 에너지원에 대한 관심이 급속도로 증가하고 있는 추세이며, 일상생활에 사용되고 있는 전기, 전자 제품과 항공, 선박 기타 각종 통신기기의 사용이 급증함에 따라 전자파의 이용과 발전 속도는 매우 빠르게 진행되고 있다. 이밖에 의료용 기구, 입자 가속기, 식품가공 등의 에너지원으로 전자파가 광범위하게 이용되고 있어 현대 인간의 생활 활동은 전자파에 둘러싸여 있다고 해도 과언이 아닐 만큼 무수한 전자파에 노출되어 있다.

[0003] 이렇게 산업 현장이나 일상생활에서의 각종 기기들로부터 발생하는 전자파는 상호 간섭으로 인해 다른 기기의 오작동을 일으키거나, 인체에 직접적인 영향을 미쳐 생체리듬의 변화, 가임 여성의 유산 및 기형아 출산, 시력 장애 등 여러 가지 질병들을 유발시킬 수 있다고 보고되고 있다.

[0004] 기존의 전자파 차폐기술은 주로 금속기재의 사용으로 가공이 어려우며, 무게가 많이 나가는 단점이 있다. 이에 반하여 고분자 복합 수지를 응용한 전자파 차폐재는 복합 수지를 사출하는 공정만으로 제품화가 가능하기 때문에 생산가격 및 생산성 측면에서 이점이 상당하다 할 수 있다.

[0005] 전자파 차폐효과(EMI shielding effectiveness)는 아래 식으로 표현이 가능하다.

[0006]  $SE(\text{dB})=A+R+M$

[0007] 상기 식에서 A는 전자파의 내부 흡수, R은 전자파의 표면반사 그리고 M은 다반사를 통한 손실을 의미한다. 금속재의 경우 전도성이 높고 임피던스가 낮아 전자파의 표면반사를 통한 전자파 차폐의 비율이 높다. 수지 복합재의 전자파 차폐효율을 높이기 위해서는 전기 전도성을 증대시켜 표면 반사를 증대시키고 동시에 고투자율 충전제로 전자파 흡수를 증가시켜야 고효율의 전자파 차폐재를 만들 수 있다.

[0008] 탄소나노튜브는 높은 전기 전도성, 열적 안정성, 인장 강도 및 복원성을 가지고 있어 다양한 복합재료의 첨가제로 널리 활용되고 있다. 복합재료의 첨가제로 탄소나노튜브가 사용되는 경우 탄소나노튜브의 다발이 얼마나 균일하게 분산되는지가 중요하다. 이에 따라 복합체의 전기 전도도, 전자파 차폐성능, 기계적 강도와 같은 물성이

달라지기 때문이다. 하지만 탄소나노튜브는 직경에 비하여 상대적으로 길이가 길고 탄소나노튜브 상호 간의 인력이 강한 특성으로 인해 고분자에 대하여 매우 낮은 분산도를 갖는 문제점이 있다. 따라서 탄소나노튜브는 우수한 물성에도 불구하고 다른 재료와의 상용성이 낮아서 다른 유용한 재료와 함께 사용하여 상승적 효과를 얻는데 한계가 있었다.

[0009] 종래기술로 대한민국 등록특허 제10-1135055호(전자파차폐 효율이 우수한 고분자/탄소나노튜브 복합체의 제조방법과 이를 이용하여 제조된 고분자/탄소나노튜브 복합체)와 대한민국 등록특허 제10-0642427호(탄소 나노튜브를 이용한 전자파차폐용 조성물)가 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 목적은, 표면개질된 탄소나노튜브를 함유한 열가소성 수지 전자파 차폐재를 제조하는 방법을 제공함으로써, 전기 전도성, 열적 안정성, 인장 강도 및 복원성은 우수하나 직경에 비해 길이가 길고 상호 간의 인력이 강한 특성으로 인하여 고분자에 대해 낮은 분산도를 지니는 탄소나노튜브를 표면개질시켜 분산도를 증진시키고, 고분자 복합 수지를 이용하여 복합 수지를 사출하는 공정만으로 제품화가 가능하여 생산가격 및 생산성 측면에서 큰 이점이 있는 효율적인 전자파 차폐재를 제조함에 있다.

### 과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 탄소나노튜브를 산 용액에서 5 내지 120 분 동안 60 내지 150 °C로 가열하여 표면 처리한 다음 pH를 6.5 내지 7.5로 조절하고 열가소성 수지와 혼합하는 것을 특징으로 하는 전자파 차폐재의 제조방법을 제공한다.

[0012] 상기 열가소성 수지는 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 또는 폴리아이소뷰틸렌인 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 전자파 차폐재는 탄소나노튜브 0.1 내지 15 중량%와 열가소성 수지 85 내지 99.9 중량%를 혼합하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 상기 전자파 차폐재는 저항값이 0.1 내지  $10^3 \text{ ohm} \cdot \text{cm}$ , 전자파 차폐율이 10 내지 80 dB인 것을 특징으로 한다.

[0015] 상기 전자파 차폐재는 두께가 1 내지 5 mm인 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 본 발명은 탄소나노튜브를 1 내지 60 분 동안 무전해 도금 표면 처리한 다음 열가소성 수지와 혼합하는 것을 특징으로 하는 전자파 차폐재의 제조방법을 제공한다.

[0017] 상기 열가소성 수지는 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 또는 폴리아이소뷰틸렌인 것을 특징으로 한다.

[0018] 상기 전자파 차폐재는 탄소나노튜브 0.1 내지 15 중량%와 열가소성 수지 85 내지 99.9 중량%를 혼합하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 상기 전자파 차폐재는 저항값이 0.1 내지  $10^3 \text{ ohm} \cdot \text{cm}$ , 전자파 차폐율이 10 내지 80 dB인 것을 특징으로 한다.

[0020] 상기 전자파 차폐재는 두께가 1 내지 5 mm인 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

[0021] 상기와 같은 본 발명에 따르면, 표면개질된 탄소나노튜브를 함유한 열가소성 수지 전자파 차폐재를 제조하는 방법을 제공함으로써, 고분자 수지에 소량의 탄소나노튜브를 첨가하여 제조과정이 간단하고 무게가 경량이며 제조 원가도 줄일 수 있는 경제적이고 효율적인 전자파 차폐재를 제조하여 전기, 전자 제품, 항공, 선박 등의 통신기기 등에 외부로부터 유입되는 전자파 차폐를 위하여 내장재 등의 용도로 사용될 수 있다. 이는 우수한 전자파 차폐성능과 효율적인 성형성을 동시에 만족시키는 효과가 있으며, 통상적으로 사용되는 0.3 내지 3 GHz의 전자파에 대해 우수한 전자파 차폐성능이 발휘된다.

### 도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 탄소나노튜브를 함유한 열가소성 수지 전자파 차폐재의 전기적 특성을 나타낸 것이다.

도 2는 탄소나노튜브를 함유한 열가소성 수지 전자파 차폐재의 약 1.8GHz의 주파수에서의 전자파 차폐 특성을

나타낸 것이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0024] 본 발명은 탄소나노튜브를 산 용액에서 5 내지 120 분 동안 60 내지 150 ℃로 가열하여 표면 처리한 다음 pH를 6.5 내지 7.5로 조절하고 열가소성 수지와 혼합하는 것을 특징으로 하는 전자파 차폐재의 제조방법을 제공한다.
- [0025] 이때, 탄소나노튜브는 산 용액에서 20 내지 40 분 동안 80 내지 100 ℃로 가열하여 표면 처리하는 것이 바람직하다.
- [0026] 상기 산 용액은 황산( $H_2SO_4$ ), 질산( $HNO_3$ ), 인산( $H_3PO_4$ ) 및 염산( $HCl$ )을 포함하는 군에서 선택된 1 이상인 것이 바람직하며, 산 용액에 과산화수소수( $H_2O_2 \cdot nH_2O$ ), 과망간산칼륨수용액( $KMnO_4 \cdot nH_2O$ ), 싸이오황산칼륨수용액( $K_2S_2O_8 \cdot nH_2O$ ), 이산화염소수( $Cl_2O \cdot nH_2O$ ) 및 하이포염소산나트륨수용액( $NaClO(aq)$ )을 포함하는 군에서 선택된 1 이상의 산화제 수용액을 혼합한 산 혼합물을 이용하는 것이 최적의 효과를 나타낸다.
- [0027] 상기 열가소성 수지는 폴리에틸렌 계열의 고분자로서, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 또는 폴리아이소뷰틸렌인 것이 바람직하다.
- [0028] 상기 전자파 차폐재는 탄소나노튜브 0.1 내지 15중량%와 열가소성 수지 85 내지 99.9중량%를 혼합하는 것이 바람직하며, 탄소나노튜브 10 내지 15 중량%와 열가소성 수지 85 내지 90 중량%를 혼합하는 것이 최적의 효과를 나타낸다.
- [0029] 상기 전자파 차폐재는 저항값이 0.1 내지  $10^3 \text{ ohm} \cdot \text{cm}$ , 전자파 차폐율이 10 내지 80 dB인 것을 특징으로 한다. 낮은 저항값으로 인하여 우수한 전도성이 부여되는 효과가 있다.
- [0030] 상기 전자파 차폐재는 두께가 1 내지 5 mm인 것을 특징으로 한다.
- [0031] 또한, 본 발명은 탄소나노튜브를 1 내지 60분 동안 무전해 도금 표면 처리한 다음 열가소성 수지와 혼합하는 것을 특징으로 하는 전자파 차폐재의 제조방법을 제공한다.
- [0032] 이때, 탄소나노튜브를 20 내지 40 분 동안 무전해 도금 표면 처리하는 것이 바람직하다.
- [0033] 상기 열가소성 수지는 폴리에틸렌 계열의 고분자로서, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 또는 폴리아이소뷰틸렌인 것이 바람직하다.
- [0034] 상기 전자파 차폐재는 탄소나노튜브 0.1 내지 15중량%와 열가소성 수지 85 내지 99.9중량%를 혼합하는 것이 바람직하며, 탄소나노튜브 10 내지 15 중량%와 열가소성 수지 85 내지 90 중량%를 혼합하는 것이 최적의 효과를 나타낸다.
- [0035] 상기 전자파 차폐재는 저항값이 0.1 내지  $10^3 \text{ ohm} \cdot \text{cm}$ , 전자파 차폐율이 10 내지 80dB인 것을 특징으로 한다.
- [0036] 상기 전자파 차폐재는 두께가 1 내지 5 mm인 것을 특징으로 한다.
- [0037] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지 않는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.
- [0038] **실시예 1.**
- [0039] 단일벽 탄소나노튜브를 폴리프로필렌 내에 균일하게 분산시키기 위하여, 다중벽 탄소나노튜브(MWCNT, Nanosolution, Korea)를 질산 용액에 첨가하고 30분 동안 100 ℃에서 가열하여 표면 처리한 다음 증류수를 이용하여 세척작업을 실시하고 pH를 7로 조절하였다.
- [0040] 이후, 상기 표면개질된 단일벽 탄소나노튜브 1중량%와 폴리프로필렌 99중량%를 기계식 방법으로 혼합하여 탄소나노튜브를 함유한 열가소성 수지 전자파 차폐재를 제조하였다.
- [0041] **실시예 2.**
- [0042] 상기 실시예 1.과 동일한 과정을 실시하되, 단일벽 탄소나노튜브 2중량%와 폴리프로필렌 98중량%를 혼합하여 전

자과 차폐재를 제조하였다.

**실시예 3.**

상기 실시예 1.과 동일한 과정을 실시하되, 단일벽 탄소나노튜브 5중량%와 폴리프로필렌 95중량%를 혼합하여 전자과 차폐재를 제조하였다.

**실시예 4.**

상기 실시예 1.과 동일한 과정을 실시하되, 단일벽 탄소나노튜브 10중량%와 폴리프로필렌 90중량%를 혼합하여 전자과 차폐재를 제조하였다.

**비교예.**

폴리프로필렌을 이용하여 두께 1mm의 전자과 차폐재를 제조하였다.

**실험예 1.**

상기 실시예 1 내지 4에서 제조한 전자과 차폐재의 전기적 특성을 관찰하기 위하여 4단자법에 의한 면저항 측정기(Mitsubishi Chemical Co., Japan)를 사용하였으며, 그 결과를 도 1에 나타내었다.

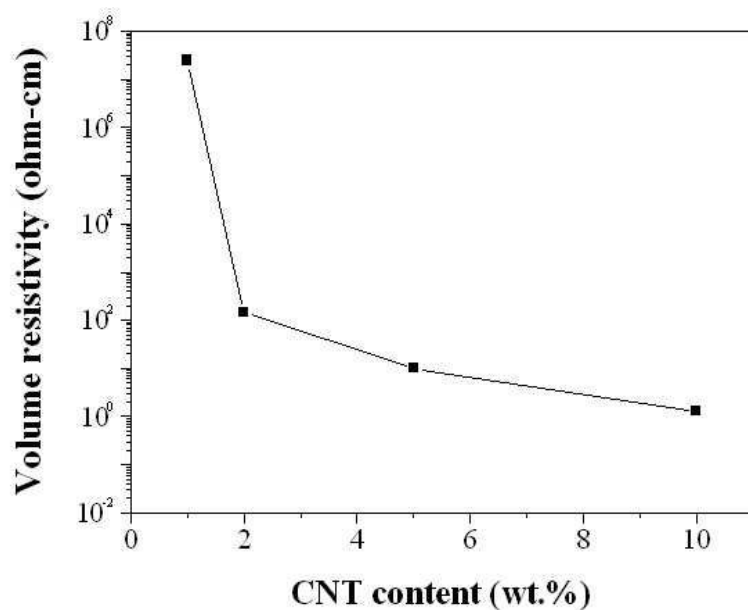
**실험예 2.**

상기 실시예 1 내지 4 및 비교예에서 제조한 전자과 차폐재의 차폐 특성을 관찰하기 위하여 ASTM D4935-89에 준하여 전자과차폐 측정기(AGILENT, USA)를 사용하여 분석하였으며, 그 결과를 도 2에 나타내었다.

이상, 본 발명내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 실시태양일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의해 정의된다고 할 것이다.

**도면**

**도면1**



도면2

