



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년03월14일  
(11) 등록번호 10-1244022  
(24) 등록일자 2013년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H05K 9/00* (2006.01) *B32B 15/02* (2006.01)

*B32B 15/01* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0087370

(22) 출원일자 2008년09월04일  
심사청구일자 2011년04월27일

(65) 공개번호 10-2010-0028365

(43) 공개일자 2010년03월12일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020060107182 A\*

KR1020060054416 A\*

JP2004039703 A\*

KR1020080037265 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 캄파니

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 피.오. 박  
스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자

허은광

경기도 화성시 삼성1로5길 7, 3호 M Innovation  
Center (석우동)

서정주

경기도 화성시 삼성1로5길 7, 3호 M Innovation  
Center (석우동)

이정환

경기도 화성시 삼성1로5길 7, 3호 M Innovation  
Center (석우동)

(74) 대리인

김성기

심사관 : 심병로

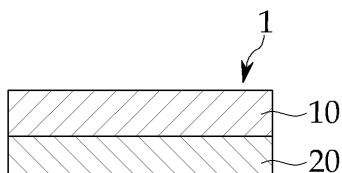
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 전자기파간섭 억제용 복합시트

### (57) 요 약

본 발명의 전자기파간섭 억제용 복합시트에 대한 것으로서, 상기 복합시트는 전기 전도성 물질을 포함하는 전자기파 차폐층의 일측에, 페라이트 입자를 함유하는 전자기파 흡수층이 적층됨으로써, 전자기기의 외부나 내부에서 방출되는 전자기파로부터 전자기기를 보호할 수 있다.

대 표 도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

전기 전도성 물질을 함유하는 전자기파 차폐층; 및

상기 전자기파 차폐층의 일측에 적층되며, 페라이트 입자를 함유하는 전자기파 흡수층을 포함하는 전자기파간섭 억제용 복합시트로서,

상기 페라이트 입자는 그 입자의 형태가 판상(板狀) 또는 침상이며, 길이 방향에 대하여 수직인 단면의 길이(두께)가 2 내지 10  $\mu\text{m}$  범위이고, 길이 방향의 길이가 30 내지 100  $\mu\text{m}$  범위이며,

상기 페라이트 입자는

페라이트 형성용 금속산화물과 철산화물을 혼합하는 단계;

상기 혼합물을 1차 소결하여 1차 소결물을 형성하는 단계;

상기 1차 소결물을 1차 기계적 분쇄하여 페라이트 미분말을 형성하는 단계;

바인더 수지를 용매에 용해시켜 제조된 용액에, 상기 페라이트 미분말을 분산하여 분산액을 제조하는 단계;

상기 분산액을 이형 필름의 표면에 코팅하고 건조하여 코팅층을 형성한 후, 상기 이형 필름의 표면으로부터 상기 코팅층을 분리하는 단계;

상기 분리된 코팅층을 2차 소결하여 2차 소결물을 형성하는 단계; 및

상기 2차 소결물을 2차 기계적 분쇄하는 단계

를 포함하는 방법에 의해서 제조되는 것인 전자기파간섭 억제용 복합시트.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 판상 또는 침상의 페라이트 입자는 투자율이 30 내지 400인 것인 전자기파간섭 억제용 복합시트.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 페라이트 형성용 금속산화물은 니켈산화물, 망간산화물, 아연산화물 및 이들의 혼합체로 이루어진 군에서 선택되는 것인 전자기파간섭 억제용 복합시트.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 페라이트 입자는 Ni-Zn계 페라이트, Mn-Zn계 페라이트, Mg-Zn계 페라이트 및 Ni-Mn-Zn계 페라이트로 이루어진 군에서 선택되는 것인 전자기파간섭 억제용 복합시트.

### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 전기 전도성 물질은 Al, Cu, Ni, Ag, Au 및 이들의 비정질 합금, Ni-Fe 합금, Fe-Ni-Mo 합금, Fe-Si-Al 합금, Fe-Si 합금 및 Fe-Co 합금으로 이루어진 군에서 선택되는 것인 전자기파간섭 억제용 복합시트.

### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 전자기파 차폐층과 전자기파 흡수층 사이에 삽입된 제1 절연층을 포함하는 것인 전자기파 간섭 억제용 복합시트.

### 청구항 7

제1항 또는 제6항에 있어서, 상기 전자기파 차폐층 및 전자기파 흡수층 중 적어도 어느 하나의 표면 상에 적층된 제2 절연층을 포함하는 것인 전자기파간섭 억제용 복합시트.

### 청구항 8

제1항 또는 제6항에 있어서, 상기 전자기파 차폐층 및 전자기파 흡수층 중 적어도 어느 하나의 표면 상에 적층된 점착층을 포함하는 것인 전자기파간섭 억제용 복합시트.

### 청구항 9

제8항에 있어서, 상기 전자기파 차폐층의 표면 상에 적층된 점착층은 도전성 점착층인 것인 전자기파간섭 억제용 복합시트.

### 청구항 10

제7항에 있어서, 상기 제2 절연층 상에 적층된 점착층을 포함하는 것인 전자기파간섭 억제용 복합시트.

### 청구항 11

(i) 전기 전도성 물질을 이형 필름에 증착 또는 도금하여 전자기파 차폐층을 형성하는 단계;

(ii) 페라이트 입자를 마련하는 단계;

(iii) 용매에 바인더 수지를 용해시켜 제조된 고분자 용액에, 페라이트 입자를 첨가 및 혼합하는 단계; 및

(iv) 상기 (iii) 단계의 바인더 수지와 페라이트 입자의 혼합물을, 상기 (i) 단계의 전자기파 차폐층에 코팅하고 건조하는 단계

를 포함하는 전자기파간섭 억제용 복합시트의 제조방법으로서,

상기 페라이트 입자를 마련하는 단계는

페라이트 형성용 금속산화물과 철산화물을 혼합하는 단계;

상기 혼합물을 1차 소결하여 1차 소결물을 형성하는 단계;

상기 1차 소결물을 1차 기계적 분쇄하여 페라이트 미분말을 형성하는 단계;

바인더 수지를 용매에 용해시켜 제조된 용액에, 상기 페라이트 미분말을 분산하여 분산액을 제조하는 단계;

상기 분산액을 이형 필름의 표면에 코팅하고 건조하여 코팅층을 형성한 후, 상기 이형 필름의 표면으로부터 상기 코팅층을 분리하는 단계;

상기 분리된 코팅층을 2차 소결하여 2차 소결물을 형성하는 단계; 및

상기 2차 소결물을 2차 기계적 분쇄하는 단계

를 포함하는 것인 전자기파간섭 억제용 복합시트의 제조방법.

### 청구항 12

전기 도선의 내부 또는 외부에 피복된 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 전자기파간섭 억제용 복합시트를 구비하는 케이블.

### 청구항 13

삭제

### 청구항 14

삭제

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술분야

[0001] 본 발명은 전자기파간섭 억제용 복합시트에 관한 것이며, 보다 상세하게는 전자기파의 차폐와 흡수 기능뿐만 아

니라 접지 기능을 구비하여 정전방지 기능도 겸비한 전자기파간섭 억제용 복합시트에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 최근 휴대폰, 디지털 카메라, 노트북 컴퓨터, Full HD PDP/LCD TV 등과 같은 전자기기의 사용이 증가하고 있다. 또한, 이들의 상호 연동을 위한 무선 통신기능과 대용량의 음성, 영상 신호 등을 고속으로 처리할 수 있는 고속 데이터 케이블의 사용도 증가되고 있다. 그런데, 이러한 전자기기가 디지털화·소형화·박형화 되면서 상기 전자기기는 그 용도와 사용되는 환경에 따라 많은 양의 전자기파를 방출하고 있다. 이렇게 전자기파가 방출됨에 따라, 상기 전자기기의 주변기기에 장애가 발생되고 있다. 또한, 상기 전자기기 자체도 외부의 다른 전자기기에서 방출되는 전자기파에 의해서 장애가 발생되고 있다.

[0003] 이러한 전자기파에 의한 장애, 즉 전자기파 간섭(electromagnetic interference, EMI)을 억제하기 위해서, 일반적으로 전자기기의 내·외부에 전자기파 차폐 수단 또는 전자기파 흡수 수단이 배치되어 있다. 특히, 전자기파 차폐 수단이나 전자기파 흡수 수단은 전자기기 내에서 발생되는 전자기파가 외부로 방출되지 않도록, 또는 전달경로(예컨대, 유/무선케이블)를 통해 최소한의 전자기파가 일 측의 전자기기에서 다른 측의 전자기기로 전달되도록, 또는 외부 전자기기에서 발생된 전자기파가 내부로 침입하지 않도록 전자기기의 내·외부에 배치되어 있다.

[0004] 상기 전자기파 차폐 수단으로서 종래 동판, 또는 알루미늄 판이 사용되었다. 상기 전자기파 차폐 수단의 표면에서 전자기파가 입사하게 되면, 전자기파의 일부는 전자기파 차폐 수단의 표면에서 전류의 형태로 변화되어 그 표면을 따라 외부로 방출됨으로써, 전자기파의 투과가 차단될 수 있다. 그렇지만, 전자기파의 일부는 상기 전자기파 차폐 수단에 의해서 차단되지 못하고, 상기 전자기파 차폐 수단을 통과하여 전자기기에 악영향을 미치고 있다.

[0005] 한편, 전자기파 흡수 수단으로는 카본, 그라파이트, 센더스트와 같은 물질을 바인더 수지에 분산시킨 것이 사용되기도 한다. 그러나, 이러한 전자기파 흡수 수단은 일정 대역의 주파수를 갖는 전자기파만 흡수할 뿐, 대다수의 전자기파를 흡수하지 못하고, 통과시키는 문제가 있었다.

[0006] 이와 같이, 종래 알려진 전자기파 억제 수단은 전자기파 차폐 기능과 전자기파 흡수 기능 중 어느 한 가지 기능만 갖고 있을 뿐, 전자기파 흡수 기능과 전자기파 차폐 기능을 동시에 갖고 있지 못하였다.

### 발명의 내용

#### 해결 하고자하는 과제

[0007] 본 발명은 외부에서 발생된 전자기파로부터 전자기기를 보호할 수 있을 뿐만 아니라, 그 전자기기에서 발생되는 전자기파가 외부로 전달되는 것을 억제할 수 있는 전자기파간섭용 복합시트를 제공하고자 한다. 또한, 본 발명은 두께가 약 100  $\mu\text{m}$  이하의 얇은 전자기파간섭 억제용 복합시트를 제공하고자 한다.

#### 과제 해결수단

[0008] 본 발명은 전기 전도성 물질을 함유하는 전자기파 차폐층; 및 상기 전자기파 차폐층의 일측에 적층되며, 페라이트 입자를 함유하는 전자기파 흡수층을 포함하는 전자기파간섭 억제용 복합시트를 제공한다.

[0009] 또한, 본 발명은 전기 도선 내부 또는 외부에 피복된 전술한 전자기파간섭 억제용 복합시트를 구비하는 케이블을 제공한다.

### 효과

[0010] 본 발명의 전자기파간섭 억제용 복합시트는 전기 전도성 물질을 포함하는 전자기파 차폐층의 일측에, 페라이트 입자를 함유하는 전자기파 흡수층이 적층됨으로써, 전자기기의 외부 및/또는 내부에서 발생되는 전자기파로부터 전자기기를 보호할 수 있다.

#### 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0011] 이하, 본 발명에 대하여 상세히 설명하겠다.

[0012] 본 발명에 따른 시트는 전기 전도성 물질을 함유하는 전자기파 차폐층(10)의 일측에 페라이트 입자를 함유하는

전자기파 흡수층(20)을 적층시킴으로써, 전자기기가 전자기기의 외부나 내부에서 발생된 전자기파에 의한 간섭으로부터 보호되는 것을 특징으로 한다(도 1 참조). 이때, 상기 시트는 안쪽(전자기기와 접촉하는 층)이 전자기파 흡수층(20), 바깥쪽이 전자기파 차폐층(10)이 되도록 전자기기에 배치될 수 있으며, 또한 상기 시트는 안쪽(전자기기와 접촉하는 층)이 전자기파 차폐층(10), 바깥쪽이 전자기파 흡수층(20)이 되도록 전자기기에 배치될 수 있다.

[0013] 예를 들어, 먼저 안쪽(전자기기와 접촉하는 층)이 전자기파 흡수층(20)이고, 바깥쪽이 전자기파 차폐층(10)인 경우, 전자기기의 외부에서 발생된 전자기파는 상기 전자기파 차폐층 층으로 입사하게 된다. 이렇게 입사된 전자기파는 먼저 상기 전자기파 차폐층(10)에 의해서 차단될 수 있다. 구체적으로, 상기 전자기파 차폐층(10)은 표면에 입사된 전자기파를 전류의 형태로 변화시켜 이를 전자기파 차폐층의 표면을 따라 흐르게 하여 전자기파가 전자기기 내부로 침투하는 것을 방지할 수 있다. 상기 전자기파 차폐층(10)은 전자기파 중 전기파 부분을 상당 부분 차단할 수 있다. 다만, 입사된 전자기파 중 일부는 상기 전자기파 차폐층에 의해서 차단되지 못하고, 상기 전자기파 차폐층을 투과할 수 있다.

[0014] 그러나, 본 발명은 종래와 달리 전자기파가 상기 전자기파 차폐층(10)을 투과하더라도, 상기 전자기파 차폐층의 일측에 적층된 전자기파 흡수층(20)이 상기 전자기파 차폐층을 투과한 전자기파를 흡수할 수 있기 때문에, 전자기기는 전자기파간섭으로부터 보호될 수 있다.

[0015] 구체적으로, 상기 전자기파 흡수층(20)에는 투자율이 높은 자성물질인 페라이트 입자(ferrite particle)가 포함되어 있다. 상기 페라이트 입자의 내부에는 미세한 전기 또는 자기 분극(dipole)이 무질서하게 분포되어 있다. 이러한 전기 또는 자기 분극이 존재하는 페라이트 입자에 전자기파가 입사하면, 상기 미세한 분극(dipole)은 입사된 전자기파에 의한 전자기유도에 의해 정렬된다. 이때, 페라이트 입자는 주로 전자기파의 자기파 부분을 흡수하여 분극이 정렬된다. 페라이트 입자의 미세한 분극이 정렬될 때, 상기 미세한 분극은 전자기파에 따라 일정한 형태로 저항하게 되는데, 이때 이러한 저항을 극복하고 분극이 전자기파에 의해 정렬될 때 전자기파의 에너지는 저항으로 변화되어 소멸된다. 상기 전자기파 흡수층(20)은 주로 전자기파의 자기파 부분을 차단한다고 할 수 있다.

[0016] 또한, 안쪽(전자기기와 접촉하는 층)이 전자기파 차폐층(10)이고, 바깥쪽이 전자기파 흡수층(20)인 경우, 전자기기의 외부에서 발생된 전자기파는 상기 전자기파 흡수층(20) 층으로 입사하게 된다. 이렇게 입사된 전자기파는 먼저 전자기파 흡수층(20)에 의해서 흡수되어 열로 손실된다. 이때, 상기 전자기파의 잔여 부분이 상기 전자기파 흡수층을 투과하더라도, 상기 전자기파 흡수층의 일측에 적층된 전자기파 차폐층(10)에 의해서 전류의 형태로 변화되어 외부로 방출될 수 있다.

[0017] 이와 같이, 본 발명에 따른 전자기파간섭 억제 시트(1)(도 1 내지 도 6 참조)는 전기 전도성 물질을 함유하는 전자기파 차폐층(10)과 페라이트 입자를 함유하는 전자기파 흡수층(20)을 병행함으로써, 외부 기기에서 발생되어 전자기기 내로 침입하는 전자기파뿐만 아니라 전자기기의 내부에서 발생되어 외부로 방출되는 전자기파 모두를 차단 및 흡수할 수 있고, 이로 인해 전자기기는 전자기파로부터 보호될 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 도 1에 나타낸 바와 같이, 전자기파간섭 억제용 복합시트(1)는 전자기파 차폐층(10) 및 전자기파 흡수층(20)을 포함한다.

[0019] 상기 전자기파 차폐층(10)은 전기 전도성 물질을 포함한다. 상기 전기 전도성 물질의 예로는 Al, Cu, Ni, Ag, Au 및 이들의 비정질 합금, Ni-Fe 합금, Fe-Ni-Mo 합금, Fe-Si-Al 합금, Fe-Si 및 Fe-Co 합금 등이 있는데, 이에 제한되지 않는다. 이러한 전기 전도성 물질의 종류에 따라 전자기파 차폐층의 체적 저항이 약 0.02 내지  $1.0 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 로 조절될 수 있어 본 발명의 복합시트는 다양한 전자기기에 적용될 수 있다.

[0020] 이러한 전자기파 차폐층(10)의 두께는 최종 전자기파간섭 억제용 복합시트가 적용되는 전자기기 및 그 부위에 따라 조절될 수 있으며, 특별히 제한하지 않는다. 본 발명의 경우, 두께가 대략 5  $\mu\text{m}$  정도로 얇은 전자기파 차폐층에 전자기파가 입사되어 상기 일부 전자기파가 상기 전자기파 차폐층을 투과하더라도, 전자기파 차폐층의 일측에 존재하는 전자기파 흡수층에 의해 흡수될 수 있기 때문에, 전자기기는 전자기파로부터 보호될 수 있다. 본 발명의 일례에 따르면, 전자기파 차폐층의 두께는 약 7 내지 20  $\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[0021] 본 발명의 전자기파간섭 억제 시트(1)에 있어서, 전자기파 흡수층(20)은 전자기파를 열 에너지로 흡수 소멸시키기 위하여, 페라이트 입자를 포함한다.

[0022] 상기 페라이트 입자는 자성 산화물로서, 자화되는 정도에 따라 경자성 페라이트(hard ferrite)와 연자성 페라이

트(soft ferrite)가 있는데, 외부 인자(예컨대, 자기장)에 따라 자성이 쉽게 변화하는 연자성 페라이트를 사용하는 것이 적절하다.

[0023] 상기 페라이트 입자의 예로는 Ni-Zn계 페라이트, Mn-Zn계 페라이트, Mg-Zn계 페라이트, Ni-Mn-Zn계 페라이트 등이 있는데, 이에 제한되지 않는다. 본 발명의 일례에 따르면, 주파수 대역이 약 100 kHz ~ 1 GHz 범위인 전자기파를 흡수할 때는 Mn-Zn계 페라이트를 사용할 수 있다. 또, 본 발명의 다른 일례에 따르면, 주파수 대역이 100 kHz ~ 5 GHz 범위인 전자기파를 흡수할 때는 Ni-Zn계 페라이트를 사용할 수 있다. 또, 본 발명의 다른 일례에 따르면, 주파수 대역이 300 kHz ~ 2 GHz 범위인 전자기파를 흡수할 때는 Mg-Zn계 페라이트를 사용할 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명의 일례에 따르면, 하기 화학식 1로 표시되는 조성을 갖는 페라이트 입자를 사용할 수 있으며, 이러한 페라이트 입자에 첨가제를 더 포함할 수 있다.

### 화학식 1



[0026] 또한, 본 발명의 다른 일례에 따르면, 하기 화학식 2로 표시되는 조성을 갖는 페라이트 입자를 사용할 수 있으며, 이러한 페라이트 입자에 첨가제를 더 포함할 수 있다.

### 화학식 2



[0028] 또한, 본 발명의 다른 일례에 따르면, 하기 화학식 3으로 표시되는 조성을 갖는 페라이트 입자를 사용할 수 있으며, 이러한 페라이트 입자에 첨가제를 더 포함할 수 있다.

### 화학식 3



[0030] 상기 첨가제(additive)는 코발트산화물, 실리콘산화물 등이 가능하며, 그 종류가 이에 제한되지 않는다.

[0031] 다만, 상기 페라이트 입자의 형태는 특별히 제한되지 않으나, 판상(板狀) 또는 침상인 것이 적절하다. 만약, 상기 페라이트 입자의 형태가 판상 또는 침상이 아닌 경우, 예컨대 구상인 경우, 약 100  $\mu m$  이하의 두께(직경)에서 상기 페라이트 입자의 투자율이 저하되어 상기 페라이트 입자가 적용될 수 있는 주파수 대역에 한계가 있고, 또한 이러한 페라이트 입자는 고주파수 대역에서의 흡수 효율이 급격히 저하될 수 있다. 본 발명의 일례에 따르면, 투자율이 약 40 내지 400 범위인 판상(板狀) 또는 침상의 페라이트 입자를 사용할 수 있다. 본 발명의 다른 일례에 따르면, 투자율이 약 30 내지 50 범위인 판상 또는 침상의 페라이트 입자를 사용할 수 있다.

[0032] 상기 판상 또는 침상의 페라이트 입자는 그 두께(길이방향에 대하여 수직인 단면의 길이)가 약 2 내지 10  $\mu m$  범위이고, 바람직하게 약 5 ~ 7  $\mu m$  범위인 것이 적절하다. 만약, 상기 페라이트 입자의 두께가 2  $\mu m$  미만인 경우에는, 제조하는 데 곤란하고 취급도 어려워진다. 한편, 상기 페라이트 입자의 두께가 10  $\mu m$  초과인 경우에는, 페라이트층의 밀도가 감소하여 전자기파 흡수 성능 저하가 초래될 수 있다. 이러한 두께를 갖는 판상 또는 침상의 페라이트 입자에 의해서 전기파 흡수층은 보다 얇게 제조되고, 이로 인해 최종 전자기파간섭 억제용 복합시트의 두께도 얇게 제조될 수 있다.

[0033] 또한, 상기 판상 또는 침상의 페라이트 입자는 긴 길이가 약 30 내지 100  $\mu m$  범위이고, 바람직하게 약 40 내지 80  $\mu m$  범위인 것이 적절하다. 만약, 상기 페라이트 입자의 긴 길이가 30  $\mu m$  미만인 경우에는, 투자율이 저하되어 흡수 성능이 저하될 수 있고, 상기 페라이트 입자의 긴 길이가 100  $\mu m$  초과인 경우에는, 축성으로 인한 자성 특성 저하가 발생할 수 있다.

[0034] 본 발명의 일례에 따르면, 판상 또는 침상의 페라이트 입자는 입자의 긴 길이의 두께에 대한 비가 약 7 내지 12의 범위일 수 있다.

[0035] 상기 판상 또는 침상의 페라이트 입자는 다양한 방법에 의해서 제조될 수 있다.

[0036] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 판상 또는 침상의 페라이트 입자는 a) 페라이트 형성용 금속산화물과 철산화물을 혼합하는 단계; b) 상기 혼합물을 1차 소결하여 1차 소결물을 형성하는 단계; c) 상기 1차 소결물을 1차 기계적 분쇄하여 페라이트 미분말을 형성하는 단계; d) 바인더 수지를 용매에 용해시켜 제조된 용액에, 상기 페라

이트 미분말을 분산하여 분산액을 제조하는 단계; e) 상기 분산액을 이형 필름(release film)의 표면에 코팅하고 건조하여 코팅층을 형성한 후, 이형 필름으로부터 상기 코팅층을 분리하는 단계; f) 상기 분리된 코팅층을 2차 소결하여 2차 소결물을 형성하는 단계; 및 g) 상기 2차 소결물을 2차 기계적 분쇄하는 단계를 포함하는 방법에 의해서 제조될 수 있다.

[0037] 1) 먼저, 철산화물과 페라이트 형성용 금속산화물을 혼합한다. 이때, 사용되는 페라이트 형성용 금속산화물은 특별히 제한되지 않으나, 니켈산화물, 망간산화물, 아연산화물, 마그네슘산화물 등이 사용될 수 있으며, 첨가제로 코발트산화물, 실리콘산화물 등이 포함될 수 있다.

[0038] 여기서, 상기 철산화물과 페라이트 형성용 금속산화물이 균일하게 혼합되도록, 기계적 혼합장치, 예컨대 진동밀(vibration mill) 장치나 볼-밀링(ball mill) 장치 등을 이용하는 것이 적절하다. 또한, 상기 철산화물과 페라이트 형성용 금속산화물은 용매 존재하에서 혼합될 수도 있다.

[0039] 상기 페라이트 형성용 금속산화물과 철산화물의 혼합 비율은 최종 페라이트의 성분 및 물성에 따라 조절되는데, 예컨대 Ni-Zn계 페라이트의 경우, 페라이트 형성용 금속산화물(NiO, ZnO) : 철산화물(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) = 1 : 1 의 몰 비율인 것이 적절하다. 만약, 상기 혼합 비율의 범위를 벗어날 경우, 일정한 소결온도에서 페라이트의 미소결 또는 과소결이 발생되어 소결밀도의 변화 및 자성특성의 변화가 발생할 수 있다.

[0040] 2) 이후, 상기 페라이트 형성용 금속산화물과 철산화물의 혼합물을 소결(이하, '1차 소결'이라 함)하여 소결물(이하, '1차 소결물'이라 함)을 형성한다. 이때, 상기 혼합물의 소결온도(이하, '1차 소결온도'라 함)는 상기 페라이트 형성용 금속산화물의 종류 및 상기 금속산화물과 철산화물의 함량 등에 따라 조절 가능하나, 약 850 내지 900 °C 범위의 온도인 것이 바람직하다. 만약, 상기 소결온도(이하, '1차 소결온도'라 함)가 850 °C 미만인 경우에는 완전한 자기특성(스피넬 구조)을 위한 결정화가 일어나지 않아 자기특성이 저하되며, 상기 1차 소결온도가 900 °C 초과인 경우에는 입자가 과대 성장하여 분쇄공정 후에 불균일한 입도 특성을 나타내어 자기특성이 저하될 수 있다.

[0041] 3) 상기 1차 소결물을 기계적 분쇄기에 의해서 기계적 분쇄(이하, '1차 기계적 분쇄'라 함)하여 페라이트 미분말을 얻는다. 상기 기계적 분쇄기의 예로는 볼-밀링 장치, 유성 밀(planetary mill) 장치, 교반 볼 밀(stirred ball mill) 장치, 진동 밀 장치 등이 있는데, 이에 제한되지 않는다. 선택적으로, 상기 1차 소결물의 1차 기계적 분쇄는 용매의 존재하에서 이루어질 수 있으며, 이후 형성된 페라이트 미분말을 건조하는 단계를 행할 수 있다. 상기 용매는 특별히 제한되지 않으나, 스테아르산(stearic acid), 아세톤(acetone), 테트라하이드로퓨란(tetrahydrofuran), 메틸렌 클로라이드(methylene chloride), 클로로포름(chloroform), 디메틸포름아미드(dimethylformamide), N-메틸-2-피롤리돈(N-methyl-2-pyrrolidone, NMP), 시클로헥산(cyclohexane), 물, 메틸 에틸 케톤(Methyl Ethyl Ketone), 에탄올(Ethyl Alcohol) 또는 이들의 혼합체 등을 사용할 수 있다.

[0042] 4) 이상에서 형성된 페라이트 미분말을, 바인더 수지를 용매에 용해시켜 제조된 용액에 첨가하여 균일하게 분산함으로써, 페라이트 미분말과 바인더 수지의 혼합액인 분산액을 형성한다. 이때, 상기 페라이트 미분말의 함량은 상기 바인더 수지 100 중량부를 기준으로 약 300 내지 500 중량부 범위인 것이 적절하나, 이에 제한되지 않는다. 만약, 상기 페라이트 미분말의 함량이 300 중량부 미만이면 시트 밀도가 저하되어 자기특성이 저하될 수 있고, 상기 미분말의 함량이 500 중량부 초과이면 시트의 기계적인 강도가 저하될 수 있다.

[0043] 여기서 사용된 바인더 수지의 비제한적인 예로는 폴리비닐알코올, 아크릴계 수지, 폴리우레탄 등이 있고, 용매의 비제한적인 예로는 스테아르산(stearic acid), 아세톤(acetone), 테트라하이드로퓨란(tetrahydrofuran), 메틸렌 클로라이드(methylene chloride), 클로로포름(chloroform), 디메틸포름아미드(dimethylformamide), N-메틸-2-피롤리돈(N-methyl-2-pyrrolidone, NMP), 시클로헥산(cyclohexane), 물, 메틸 에틸 케톤(Methyl Ethyl Ketone), 에탄올(Ethyl Alcohol) 또는 이들의 혼합체 등이 있다.

[0044] 5) 이후, 상기 페라이트 미분말과 바인더 수지의 혼합액, 즉 분산액을 박리 가능한 이형 필름의 표면에 코팅한 후, 건조하여 코팅층을 형성한다. 이후, 형성된 코팅층을 상기 이형 필름의 표면으로부터 분리시킨다.

[0045] 상기 이형 필름 상에 분산액이 코팅되는 두께는 약 15 내지 20  $\mu\text{m}$  범위인 것이 적절하다. 만약, 분산액이 코팅된 두께가 15  $\mu\text{m}$  미만인 경우에는, 추후 2차 소결 단계 후의 판상 또는 침상의 페라이트 소결체 두께가 5  $\mu\text{m}$  이하가 되므로 기계적 강도가 저하되고, 판상 또는 침상의 페라이트 분말과 바인더 수지의 혼합시 페라이트 분말이 파괴될 수 있다. 한편, 상기 분산액이 코팅된 두께가 20  $\mu\text{m}$  초과인 경우에는, 추후 2차 소결 단계 후의 판상 또는 침상의 페라이트 소결체 두께가 약 10  $\mu\text{m}$  이상이 되므로 시트 밀도가 저하되면서 자기적 특성이 감소할

수 있다.

- [0046] 상기 분산액을 이형 필름 상에 코팅하는 방법은 당 업계에 알려진 통상적인 코팅 방법을 사용할 수 있으며, 예를 들면 딥(Dip) 코팅, 다이(Die) 코팅, 롤(roll) 코팅, 콤마(comma) 코팅 또는 이들의 혼합 방식 등 다양한 방식을 이용할 수 있다.
- [0047] 상기 박리 가능한 이형 필름의 비제한적인 예로는 실리콘 코팅된 폴리에틸렌 필름, 폴리프로필렌필름 또는 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET) 필름 등이 있다.
- [0048] 6) 이후, 상기 이형 필름으로부터 분리된 코팅층을 다시 소결하여 소결물(이하, '2차 소결물'이라 함)을 형성한다. 이때, 소결온도(이하, '2차 소결온도'라 함)는 전술한 1차 소결온도보다 높으며, 약 1000 내지 1300 °C 범위인 것이 바람직하다. 만약, 상기 2차 소결온도가 1000 °C 미만인 경우에는, 필름이 불충분하게 소성되어 자기 특성이 저하될 수 있고, 상기 2차 소결온도가 1300 °C 초과인 경우에는 필름이 과도하게 소성되어 분쇄공정 후에 불균일한 입도 특성을 나타내어 자기특성이 저하될 수 있다.
- [0049] 7) 이후, 이상에서 얻어진 2차 소결물은 전술한 기계적 분쇄장치에 의해서 다시 기계적 분쇄된다.
- [0050] 이와 같은 방법에 의해서 제조된 판상 또는 침상의 폐라이트 입자는 당 업계에 알려진 구상의 폐라이트 입자와 달리, 판상 또는 침상의 입자 형태를 갖게 된다.
- [0051] 판상 또는 침상의 폐라이트 입자는 종래 알려진 구상의 폐라이트 입자에 비해 상대 밀도가 높아지므로, 투자율도 높다. 따라서, 이러한 판상 또는 침상의 폐라이트 입자를 본 발명의 전자기파 흡수층에 포함시킴으로써, 본 발명의 전자기파 흡수 성능이 향상될 수 있다.
- [0052] 본 발명에서, 상기 폐라이트 입자를 포함하는 전자기파 흡수층은 그 두께는 특별히 제한되지 않으나, 약 50  $\mu\text{m}$  이상인 것이 적절하다. 본 발명의 경우, 상기 전자기파 흡수층의 두께가 얇아서 상기 전자기파 흡수층에 입사된 전자기파 일부가 상기 흡수층을 투과하더라도, 상기 전자기파 흡수층의 일측에 존재하는 전자기파 차폐층에 의해서 차단되기 때문에, 전자기기는 전자기파로부터 보호될 수 있다. 본 발명의 일례에 따르면, 상기 전자기파 흡수층의 두께는 30 내지 300  $\mu\text{m}$  범위일 수 있다. 또, 본 발명의 다른 일례에 따르면, 상기 전자기파 흡수층의 두께는 약 30 내지 150  $\mu\text{m}$  범위일 수 있다.
- [0053] 본 발명의 전자기파 흡수층(20)은 전술한 폐라이트 입자 이외에 바인더 수지가 포함될 수 있다. 이때, 폐라이트 입자의 함량은 특별히 제한되지 않으나, 바인더 수지 100 중량부를 기준으로 약 400 내지 800 중량부 범위일 수 있다. 만약, 상기 폐라이트 입자의 함량이 400 중량부 미만이면, 시트밀도가 저하되어 자기특성이 저하될 수 있고, 상기 폐라이트 입자의 함량이 800 중량부 초과이면 기계적 특성이 저하되어 복합시트로서 사용될 수가 없다.
- [0054] 상기 바인더 수지의 비제한적인 예로는 폴리비닐알코올, 아크릴 수지, 폴리우레탄, CPE(Chlorinated PolyEthylene) 등이 있다.
- [0055] 전술한 바와 같이, 본 발명의 전자기파간섭 억제용 복합시트(1)는 전자기파 흡수층(20)과 상기 흡수층의 일측에 적층된 전자기파 차폐층(10)을 포함한다(도 1 참조). 이외에, 본 발명의 전자기파간섭 억제용 복합시트(1)는 절연층(30) 및/또는 점착층(40)을 포함할 수 있다.
- [0056] 본 발명의 다른 구현예에 따르면, 도 2에 나타낸 바와 같이, 전자기파간섭 억제용 복합시트(1)는 전자기파 흡수층(20)과 전자기파 차폐층(10)의 사이에 절연층(30)이 삽입될 수 있다.
- [0057] 또, 본 발명의 또 다른 구현예에 따르면, 도 3에 나타낸 바와 같이, 전자기파간섭 억제용 복합시트(1)는 전자기파 차폐층(10)과 전자기파 흡수층(20)의 사이에 존재하는 제1 절연층(30) 이외에, 전자기파 차폐층과 전자기파 흡수층 중 적어도 어느 하나의 바깥 표면, 예컨대 전자기파 차폐층(20)의 바깥 표면 상에 적층된 절연층(이하, '제2 절연층'이라 함)(31)을 포함할 수 있다.
- [0058] 또, 본 발명의 또 다른 구현예에 따르면, 도 4 및 5에 나타낸 바와 같이, 전자기파간섭 억제용 복합시트(1)는 전자기파 차폐층(10)과 전자기파 흡수층(20) 중 적어도 어느 하나의 바깥 표면, 예컨대 전자기파 차폐층의 바깥 표면 상에 적층된 점착층(40)을 포함할 수 있다. 전자기파 차폐층의 바깥 표면 상에 적층된 점착층은 도전성 또는 비도전성 점착층인 것이 가능하다.
- [0059] 또, 본 발명의 또 다른 구현예에 따르면, 전자기파간섭 억제용 복합시트(1)는 제2 절연층(31)의 바깥 표면 상에 적층된 점착층(40)을 포함할 수 있다.

- [0060] 본 발명에서 사용된 제1 절연층 및 제2 절연층의 재료로는 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폐놀 수지, 멜라민 수지, 폴리이미드, 폴리염화비닐, 폴리페닐설피드, 실리콘 수지, 에폭시 수지 등이 있는데, 이에 제한되지 않는다.
- [0061] 또, 본 발명에서 사용된 점착층(40)은 점착성 고분자 수지를 포함한다. 이러한 점착층으로서 도전성 점착층(41)을 적층할 수 있다. 다만, 상기 도전성 점착층(41)은 점착성 고분자 수지 이외에 도전성 충진제를 포함할 수 있다. 이때, 도전성 충진제의 함량은 특별히 제한되지 않으나, 점착성 고분자 수지 100 중량부를 기준으로 약 20 내지 60 중량부인 것이 적절하다.
- [0062] 본 발명에서, 점착성 고분자 수지로는 아크릴계 고분자 수지를 사용할 수 있다. 본 발명의 일 구현예에 의하면, 광중합성 모노머의 중합에 의하여 제조될 수 있는 아크릴계 고분자 수지를 사용할 수 있다.
- [0063] 이러한 아크릴 고분자 수지로 제조하는 데에 유용한 광중합성 모노머로는 탄소수 1 내지 14의 알킬기를 가지는 알킬 아크릴산 에스테르계 모노머가 있다. 상기 알킬 아크릴산 에스테르계 모노머의 비제한적인 예로는, 부틸(메타)아크릴레이트, 헥실(메타)아크릴레이트, *n*-옥틸(메타)아크릴레이트, 이소옥틸(메타)아크릴레이트, 2-에틸헥실(메타)아크릴레이트, 이소노닐(메타)아크릴레이트 등이 있다. 또한, 이소옥틸아크릴레이트(isooctyl acrylate), 이소노닐아크릴레이트(isononyl acrylate), 2-에틸헥실아크릴레이트(2-ethyl-hexyl acrylate), 테실아크릴레이트(decyl acrylate), 도데실아크릴레이트(dodecyl acrylate), *n*-부틸아크릴레이트(*n*-butyl acrylate), 헥실아크릴레이트(hexyl acrylate) 등이 있다.
- [0064] 상기 알킬 아크릴산 에스테르계 모노머는 단독으로 사용되어 아크릴계 점착성 수지를 형성할 수도 있지만, 다른 극성의 공중합성 모노머와 함께 공중합되어 아크릴계 점착성 고분자 수지를 형성할 수도 있다. 즉, 상기 아크릴계 점착성 고분자 수지는 탄소수 1 내지 14의 알킬기를 가지는 알킬 아크릴산 에스테르계 모노머와 극성의 공중합성 모노머의 공중합으로부터 제조될 수 있다. 이때, 상기 알킬 아크릴산 에스테르계 모노머와 상기 극성의 공중합성 모노머의 비율은 특별히 제한되지는 않지만, 최종 점착성 고분자 수지의 물성을 고려하여, 99:1 내지 50:50의 중량비인 것이 바람직하다.
- [0065] 상기 극성의 공중합성 모노머의 비제한적인 예로는, 아크릴산(acrylic acid), 이타코닉산(itaconic acid), 하이드록시알킬 아크릴레이트(hydroxyalkyl acrylate), 시아노알킬 아크릴레이트(cyanoalkyl acrylate), 아크릴아미드(acrylamide), 치환된 아크릴아미드(substituted acrylamide), N-비닐 피롤리돈(N-vinyl pyrrolidone), N-비닐 카프로락탐(N-vinyl caprolactam), 아크릴로니트릴(acrylonitrile), 비닐클로라이드(vinyl chloride), 디알릴프탈레이트(diallyl phthalate) 등이 있다. 이와 같은 극성의 공중합성 모노머는 고분자 수지에 점착성 및 응집성을 부여하고 접착력을 향상시키는 작용을 할 수 있다.
- [0066] 본 발명에서 사용된 도전성 충진제의 예로는, 귀금속(noble metal) 및 비(卑)금속(non-noble metal)을 포함하는 금속; 귀금속 또는 비(卑)금속으로 도금된 귀금속 및 비(卑)금속; 귀금속 또는 비(卑)금속으로 도금된 비(非)금속(non metal); 도전성 비(非)금속; 및 이들 중 두 개 이상의 혼합물이 있다.
- [0067] 구체적으로, 상기 도전성 충진제 재료로는, 금, 은, 백금 등과 같은 귀금속 및 니켈, 구리, 주석, 알루미늄 등과 같은 비(卑)금속; 은 도금된 -구리, -니켈, -알루미늄, -주석, -금 등과 같이 귀금속으로 도금된 귀금속 및 비(卑)금속; 니켈 도금된 -구리, -은 등과 같이 비(卑)금속으로 도금된 귀금속 및 비(卑)금속; 은 또는 니켈 도금된 -그라파이트, -유리, -세라믹, -플라스틱, -엘라스토머, -마이카 등과 같이 귀금속 또는 비(卑)금속으로 도금된 비(非)금속(non metal); 카본블랙(carbon black), 카본 섬유(carbon fiber) 등과 같이 도전성 비(非)금속; 및 이들 중 두 개 이상의 혼합물 등이 있다.
- [0068] 본 발명에 따른 전자기파간섭 억제용 복합시트(1)는 다양한 방법에 의해서 제조될 수 있다.
- [0069] 본 발명의 일례에 따르면, 전자기파간섭 억제용 복합시트는 (i) 전기 전도성 물질을 이형 필름에 증착 또는 도금하여 전자기파 차폐층을 형성하는 단계; (ii) 용매에 바인더 수지를 용해시켜 제조된 고분자 용액에, 폐라이트 입자를 첨가 및 혼합하는 단계; (iii) 상기 (ii) 단계의 바인더 수지와 폐라이트 입자의 혼합물을, 상기 (i) 단계의 전자기파 차폐층에 코팅하고 건조하는 단계를 포함하는 방법에 의해서 제조될 수 있다.
- [0070] 1) 먼저, 전자기파 차폐층을 형성한다. 이때, 형성되는 전자기파 차폐층이 박막 형태가 되도록, 진공 증착법, 이온 도금(ion plating)법, 전자빔 진공 증착법, 스팍터링법 등에 의해서 전기 전도성 물질을 이형 필름 표면에 증착 또는 도금시킬 수 있다.
- [0071] 2) 이후, 바인더 수지를 적절한 유기 용매에 용해시켜 고분자 용액을 제조한다. 용매로는 사용하고자 하는 바

인더 수지와 용해도 지수가 유사한 것이 바람직하다. 이는 균일한 혼합과 이후 용매 제거를 용이하게 하기 위함이다. 사용 가능한 용매의 비제한적인 예로는 아세톤(acetone), 테트라하이드로퓨란(tetrahydrofuran), 메틸렌 클로라이드(methylene chloride), 클로로포름(chloroform), 디메틸포름아미드(dimethylformamide), N-메틸-2-피롤리돈(N-methyl-2-pyrrolidone, NMP), 시클로헥산(cyclohexane), 물, 메틸 에틸 케톤(Methyl Ethyl Ketone), 에탄올(Ethyl Alcohol) 또는 이들의 혼합체 등이 있다.

[0072] 또, 상기 바인더 수지의 예로는 폴리비닐알코올, 아크릴계 바인더, 폴리우레탄 등이 있다.

[0073] 또한, 상기 고분자 용액은 복합시트의 유연성을 증가시키기 위해 가소제(plasticizer) 등을 포함할 수 있다. 상기 가소제의 예로는 프탈산계(phthalic acid ester) 가소제, 트리멜리트산계(trimellitic acid ester) 가소제, 포스파이트계(phosphoric acid ester) 가소제, 에폭시계 가소제, 폴리에스테르계(polyester) 가소제, 알리파틱계(aliphatic acid ester) 가소제 등이 있는데, 보다 구체적인 예로는 DBP(Di-butyl-phthalate), DOP(Di-2-ethylhexyl phthalate), DINP(Di-isonyl phthalate), DIDP(Di-isodecyl phthalate), BBP(Butyl benzyl phthalate), TOTM(Triethylhexyl trimellitate), TINTM(Tri-isonyl trimellitate), TIDTM(Tri-isodecyl trimellitate), TCP(Tri-cresyl phosphate), TOP(Tri-2-ethylhexyl phosphate), CDP(cresyl diphenyl phosphate), DOA(di-2-ethylhexyl adipate), DOZ(di-2-ethylhexyl azelate), DIDA(di-isodecyl adipate) 등이 있다.

[0074] 3) 제조된 고분자 용액에 페라이트 입자를 첨가 및 분산시켜 페라이트 입자와 바인더 수지의 혼합물을 제조한다. 이때, 페라이트 입자와 바인더 수지가 균일하게 혼합되도록, 볼-밀 장치와 같이 당 업계에서 알려진 기계적 혼합 장치를 사용하는 것이 적절하다.

[0075] 4) 제조된 페라이트 입자와 바인더 고분자 수지의 혼합물을 이미 제조된 전자기파 차폐층 상에 코팅하고 건조함으로써, 본 발명의 전자기파간섭 억제용 복합시트를 얻을 수 있다.

[0076] 이때, 페라이트 입자와 바인더 수지의 혼합물을 전자기파 차폐층에 코팅하는 방법은 당 업계에서 알려진 통상적인 코팅 방법을 사용할 수 있으며, 예를 들면 딥(Dip) 코팅, 다이(Die) 코팅, 롤(roll) 코팅, 콤마(comma) 코팅 또는 이들의 혼합 방식 등 다양한 방식을 이용할 수 있다.

[0077] 한편, 본 발명은 전술한 전자기파간섭 억제용 복합시트를 포함하는 IC 패키지, PCB 회로기판 등의 다양한 전자기기 및 전자부품을 제공할 수 있다.

[0078] 본 발명의 일 구현예로서, 도 7에 나타낸 바와 같은 케이블(2)이 있다. 상기 케이블(2)은 전술한 전자기파간섭 억제용 복합시트(1)에 의해서 전기 도선이 피복되어 있다. 상기 전자기파간섭 억제용 복합시트는 임피던스(Impedance,  $\Omega$ ) 매칭에 의한 신호 케이블에 전도되는 불필요한 고주파 전류를 억제 또는 감소시킬 수 있어 USB 2.0, USB 3.0, HDMI 케이블 등과 같은 대용량 데이터 케이블에 사용될 수 있다. 또한, 외부 기기 또는 단말기에서 발생되는 고주파 전류는 상기 복합시트에 의하여 억제될 수 있다.

[0079] 이하, 실시예 및 비교예를 들어 본 발명을 보다 자세히 설명할 것이다. 그러나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

## 0080] 실시예 1

### 1-1. 페라이트 입자의 제조

[0082] 용매 중류수 300 ℓ에, 1 : 0.25 : 0.65의 몰 비율의 철산화물( $Fe_2O_3$ ), 니켈산화물(NiO) 및 아연산화물(ZnO)을 넣고 균일하게 혼합한 후에 300 °C에서 건조하였다. 이 건조된 혼합물을 약 880 °C의 온도에서 소결하여 소결물을 얻었다. 이 소결물을 직경이 약 20 mm인 스테인레스 볼과 함께 볼-밀 장치(나노인텍, Ball mill)에서 약 24 rpm의 회전 속도로 24 시간 동안 기계적 분쇄하여 미분말을 얻었다(여기서, 소결물 : 스테인레스 볼 = 0.2 : 1의 중량비). 이어서, 바인더 수지 폴리비닐알코올 100 중량부를 용매 메틸에틸케톤에 용해시켜 제조된 용액에, 상기 얻어진 미분말 500 중량부를 넣은 후, 이들을 균일하게 혼합하여 혼합액을 형성하였다. 이어서, 상기 혼합액을 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET) 필름 표면에 약 18  $\mu m$ 의 두께로 코팅한 후 PET 필름의 표면에 형성된 혼합액을 건조하여 코팅층을 형성하였다. 이후, 상기 코팅층을 PET 필름의 표면으로부터 분리시킨 후, 분리된 코팅층을 약 1150 °C의 온도에서 소결하여 소결물을 얻었다. 이 소결물을 직경이 약 20 mm인 스테인레스 볼과 함께 볼-밀 장치(나노인텍, Ball mill)에서 약 24 rpm의 회전 속도로 8 시간 동안 기계적 분쇄하여 페라이트 입자를 얻었다(여기서, 소결물 : 스테인레스 볼 = 0.2 : 1의 중량비). 이때, 얻어진 페라이트 입자는 두께가 약 5  $\mu m$ 이고, 긴 길이가 약 70  $\mu m$ 인 관상의 형태였다.

[0083] 1-2. 전자기파간섭 억제용 복합시트의 제조

[0084] 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET) 필름 상에 Al 타겟으로부터 스퍼터링법으로 약  $7 \mu\text{m}$  두께의 알루미늄 박막을 증착하였다.

[0085] 용매 메틸에틸케톤에 바인더 수지 폴리비닐알코올 100 중량부를 용해시킨 후, 이 용액에 앞서 제조된 폐라이트 입자를 첨가한 후 교반시켜 혼합 용액을 형성하였다.

[0086] 이후, 형성된 혼합 용액을, 일면에 알루미늄 박막이 증착된 PET 필름의 타면에 약  $80 \mu\text{m}$ 의 두께로 코팅하고 건조하여 전자기파간섭 억제용 복합시트를 제조하였다.

[0087] **비교예 1**

[0088] 용매 메틸에틸케톤에 바인더 수지 폴리비닐알코올 100 중량부를 용해시킨 후, 이 용액에 폐라이트 입자를 첨가한 후 교반시켜 혼합 용액을 형성하였다. 이후, 형성된 혼합 용액을 PET 필름의 일면에 약  $80 \mu\text{m}$ 의 두께로 코팅하고 건조하여 전자기파 흡수 시트를 제조하였다.

[0089] **비교예 2**

[0090] 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET) 필름 상에 Al 타겟으로부터 스퍼터링법으로 약  $7 \mu\text{m}$  두께의 알루미늄 박막을 증착하여 전자기파 차폐 시트를 제조하였다.

[0091] **실험예 1 - 전자기파간섭 억제용 복합시트의 성능 평가**

[0092] 본 발명의 전자기파간섭 억제용 복합시트의 전자기파 차폐 성능을 평가하기 위하여, 아래와 같은 측정을 수행하였다.

[0093] (1) 차폐 효율(SE)

[0094] ASTM D 4935에 따라서, 실시예 1에서 제조된 전자기파간섭 억제용 복합시트의 차폐 효율(shielding effectiveness: SE)을 측정하였다. 상기 측정시스템은  $10 \text{ MHz} \sim 1 \text{ GHz}$ 의 주파수 대역에서 사용되었다. 이때, 대조군으로서 비교예 1 및 비교예 2의 시트의 차폐 효율을 측정하였다. 측정 결과는 하기 표 1 및 도 9에 나타내었다.

[0095] 여기서, 차폐 효율(shielding effectiveness: SE)은 하기 수학식 1에 의해서 얻어졌다.

**수학식 1**

[0096]  $SE = 10 \log(P_1/P_2)$  (decibels, dB)

[0097] 상기 수학식 1에서,  $P_1$ 은 시편이 있는 경우의 송신 전력이고,  $P_2$ 는 시편이 없을 경우의 송신 전력이다.

[0098] 다만, 송신 판독기가 전압의 단위로 표시되면, 차폐 효율(shielding effectiveness: SE)은 하기 수학식 2에 의해서 얻을 수 있다.

**수학식 2**

[0099]  $SE = 20 \log(V_1/V_2)$  (decibels, dB)

[0100] 상기 수학식 2에서,  $V_1$ 은 시편이 있는 경우의 송신 전압이고,  $V_2$ 는 시편이 없을 경우의 송신 전압이다.

[0101] 측정 결과, 비교예 1의 시트는 차폐 효율이 약  $5 \text{ dB}$ 로 낮은 반면, 도 9에 나타난 바와 같이 실시예 1에서 제조된 복합시트는 차폐 효율이 최소  $50 \text{ dB}$ 이었다. 이로써, 본 발명에 따른 전자기파간섭 억제용 복합시트가 우수한 전자기파의 차폐 특성을 갖는다는 것을 확인할 수 있었다.

[0102] (2) 전력 손실 측정

[0103] 본 발명의 전자기파간섭 억제용 복합시트의 전자기파 흡수 성능을 평가하기 위하여, 실시예 1에서 제조된 전자기파간섭 억제용 복합시트의 전력 손실 정도를 측정하였다. 이때, 이의 대조군으로서 비교예 1의 시트의 전력 손실 정도를 측정하였다. 여기서 사용된 시편의 크기는  $L$ (length)이  $50 \text{ mm}$ 이고,  $W$ (width)가  $50 \text{ mm}$ 이었으며, 상기 측정시스템은  $30 \text{ MHz} \sim 2 \text{ GHz}$ 의 주파수 대역에서 사용되었다. 측정 결과는 하기 표 1 및 도 10에 나타내었

다.

[0104] 측정 결과, 비교예 1의 시트는 1 GHz의 주파수에서 전력손실이 약 15 %로 낮은 반면, 실시예 1에서 제조된 복합시트는 1 GHz의 주파수에서 전력손실이 약 40 %로 높았다(표 1 및 도 10 참조). 이로써, 본 발명에 따른 전자기파간섭 억제용 복합시트가 우수한 전자기파의 흡수 특성을 갖는다는 것을 확인할 수 있었다.

[0105] (3) 체적 저항 측정

[0106] 실시예 1에서 제조된 전자기파간섭 억제용 복합시트의 체적 저항은 ASTM D 257에 따라서 측정되었다. 이때, 대조군으로서 비교예 1 및 비교예 2의 시트의 체적 저항을 측정하였다. 측정 결과는 하기 표 1에 나타내었다.

[0107] 측정 결과, 실시예 1에서 제조된 복합시트의 경우, 전자파 흡수층은 체적 저항이  $1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 의 체적 저항을 갖는 비교예 1의 시트와 유사하였고, 전자파 차폐층은  $0.02 \Omega \cdot \text{cm}$ 의 체적 저항을 갖는 비교예 2의 시트와 유사하다는 것을 확인할 수 있었다.

[0108] (4) 투자율 측정

[0109] 실시예 1에서 제조된 전자기파간섭 억제용 복합시트의 복소투자율( $\mu'$ : 실수부,  $\mu''$ : 허수부)을 측정하였고, 이들의 측정 결과를 도 11에 나타내었다. 이때, 대조군으로서 비교예 1의 시트의 복소투자율을 측정하여 표 1에 나타내었다. 여기서 사용된 시편의 크기는 내경이 6 mm이고, 외경이 28 mm, 두께가 8 mm인 토로이달(Toroidal) 형태였으며, 측정시스템은 1 MHz ~ 1 GHz의 주파수 대역에서 사용되었다.

[0110] 측정 결과, 비교예 1의 시트의 복소투자율의 실수부( $\mu'$ )가 약 15로 낮은 반면, 실시예 1에서 제조된 복합시트는 복소투자율의 실수부( $\mu'$ )가 약 20 내지 45로서 비교예 1에 비해 높았다. 이로써, 본 발명에서 제조된 전자기파간섭 억제용 복합시트가 우수한 자기 특성을 갖는다는 것을 확인할 수 있었다.

### 표 1

	실시예 1	비교예 1	비교예 2
차폐 효율(dB) (30 MHz ~ 1 GHz)	최소 50	5	50
투자율 중 실수부( $\mu'$ )	20 ~ 45	15	-
전력 손실(%) (1 GHz에서)	40	15	-
체적 저항( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	$0.02 \sim 1 \times 10^{12}$	$1 \times 10^{12}$	0.02
작동 온도(°C)	- 20 ~ 90	- 20 ~ 90	- 20 ~ 90

### 0112] 실험 예 2 - Data Cable에서의 방사 노이즈 감쇄 평가

실시예 1에서 제조된 전자기파간섭 억제용 복합시트가 적용된 USB 2.0 데이터 케이블의 방사 노이즈 억제 정도를 확인하기 위하여, 아래와 같은 실험을 하였다.

실시예 1에서 제조된 전자기파간섭 억제용 복합시트를 USB 2.0 데이터 케이블 내부에 래핑(wrapping)하였다. 이후, 상기 데이터 케이블에 전자 단말기를 연결한 후, 3 m × 3 m 무향실(anechoic chamber)를 이용하여 전원 구동시의 방사 노이즈를 측정하였고, 그 결과를 도 12에 나타내었다.

측정 결과, 실시예 1에서 제조된 전자기파간섭 억제용 복합시트가 적용된 데이터 케이블의 경우, 방사 노이즈가 억제되어 FCC(Federal Communications Commission)의 한계선(limit line)에 부합하였다. 이렇게, 본 발명에 따른 전자기파간섭 억제용 복합시트는 데이터 케이블 내에서 우수한 고주파 전류 억제 특성을 갖는다는 것을 확인할 수 있었다.

### 도면의 간단한 설명

[0116] 도 1은 본 발명의 일 구현예인 전자기파간섭 억제용 복합시트의 단면도이다.

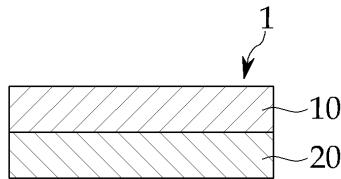
[0117] 도 2 내지 도 6은 본 발명의 다른 구현예인 전자기파간섭 억제용 복합시트의 단면도이다.

[0118] 도 7은 본 발명의 전자기파간섭 억제용 복합시트를 구비하는 케이블의 사시도이다.

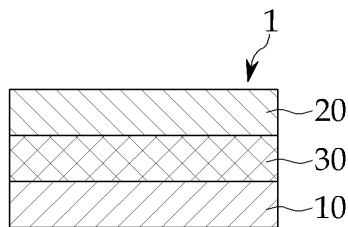
- [0119] 도 8은 본 발명의 전자기파간섭 억제용 복합시트에 사용되는 편상의 폐라이트 입자의 주사전자현미경(Scanning electron microscope : SEM)사진이다.
- [0120] 도 9는 실시예 1에서 제조된 전자기파간섭 억제용 복합시트의 차폐 효율을 나타낸 그래프이다.
- [0121] 도 10은 실시예 1에서 제조된 전자기파간섭 억제용 복합시트의 전력 소실을 나타낸 그래프이다.
- [0122] 도 11은 실시예 1에서 제조된 전자기파간섭 억제용 복합시트의 투자율을 나타낸 그래프이다.
- [0123] 도 12는 실시예 1에서 제조된 전자기파간섭 억제용 복합시트가 적용된 USB 2.0 데이터 케이블의 방사 노이즈 감쇄 특성을 나타낸 그래프이다.
- [0124] <도면 부호의 간단한 설명>
- [0125] 1 : 전자기파간섭 억제용 복합시트
- [0126] 10 : 전자기파 차폐층, 20 : 전자기파 흡수층,
- [0127] 30 : 제1 절연층 31 : 제2 절연층
- [0128] 40 : 점착층, 41 : 도전성 점착층
- [0129] 2 : 케이블

## 도면

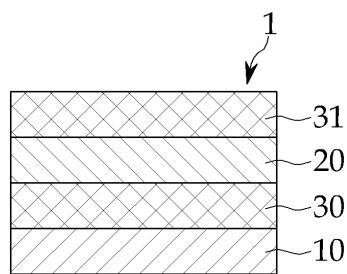
### 도면1



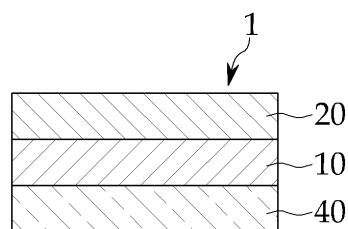
### 도면2



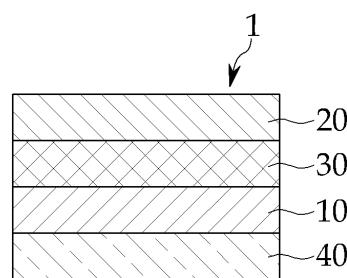
도면3



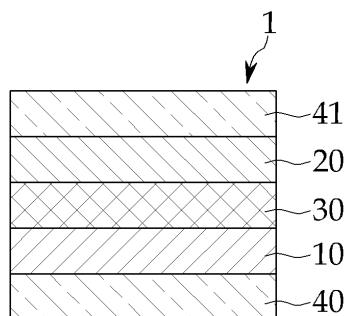
도면4



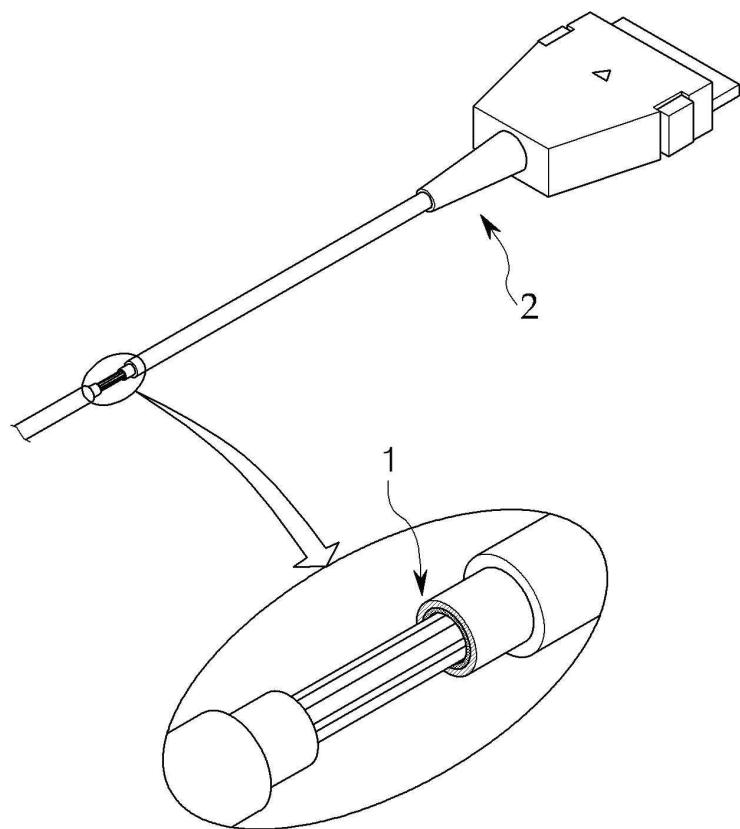
도면5



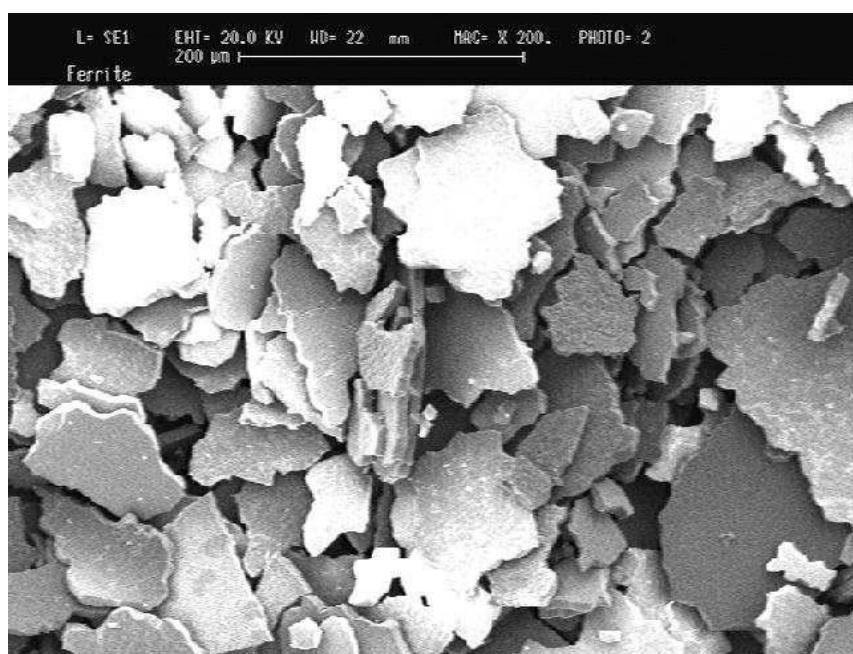
도면6



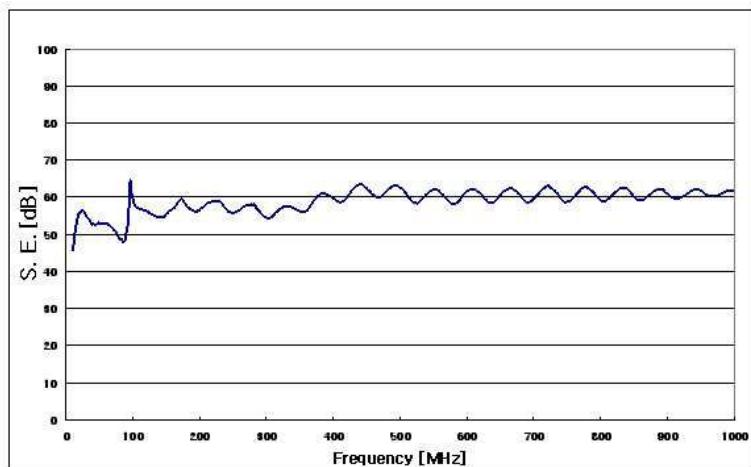
도면7



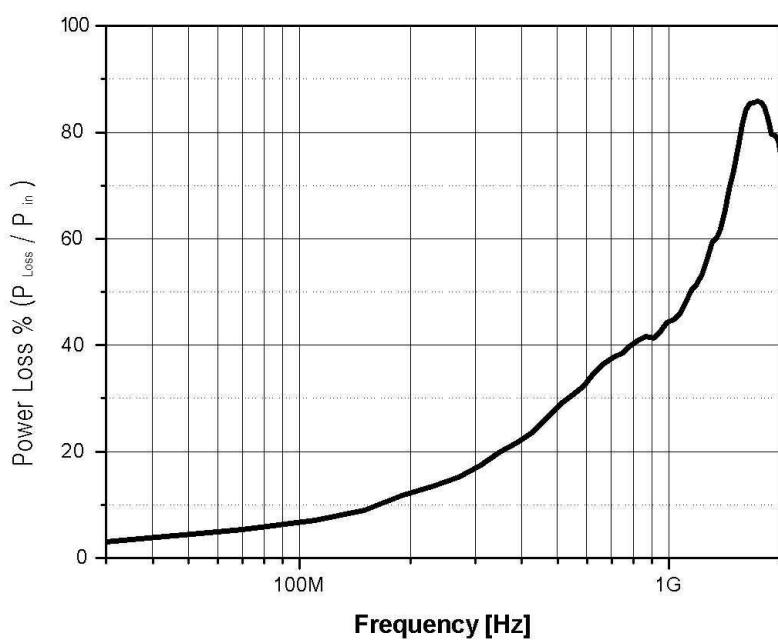
도면8



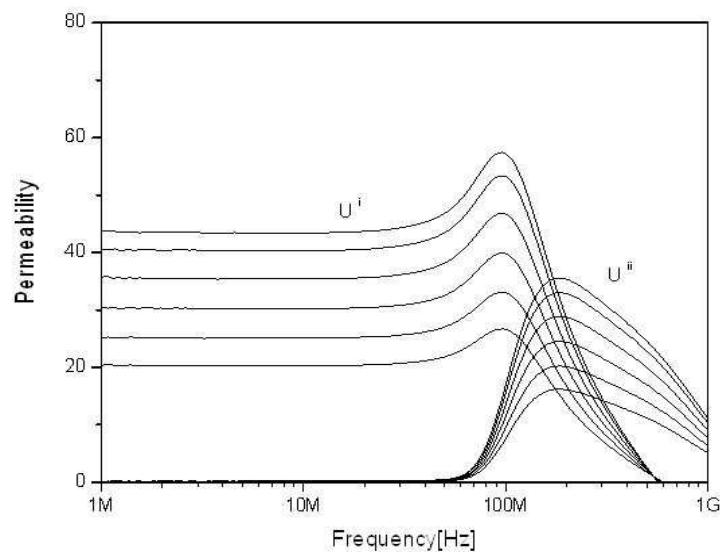
도면9



도면10



도면11



도면12

