



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년09월20일  
(11) 등록번호 10-1901003  
(24) 등록일자 2018년09월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B64D 45/02 (2006.01) B29C 65/48 (2018.01)  
B64C 1/00 (2006.01) B64D 37/02 (2006.01)  
B64F 5/00 (2017.01)  
(52) CPC특허분류  
B64D 45/02 (2013.01)  
B29C 65/4855 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-7007320  
(22) 출원일자(국제) 2013년09월12일  
심사청구일자 2018년03월19일  
(85) 번역문제출일자 2015년03월23일  
(65) 공개번호 10-2015-0079568  
(43) 공개일자 2015년07월08일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/059329  
(87) 국제공개번호 WO 2014/070313  
국제공개일자 2014년05월08일  
(30) 우선권주장  
13/663,543 2012년10월30일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
US06320118 B1\*  
US20090053406 A1  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
더 보잉 컴파니  
미국, 일리노이스 60606, 시카고, 100 노스 리버  
사이드 플라자  
(72) 발명자  
애커맨, 패트리스 케이.  
미국, 60606 일리노이즈, 시카고, 100 엔. 리버사  
이드 플라자  
헤이들보, 다이안 엘.  
미국, 60606 일리노이즈, 시카고, 100 엔. 리버사  
이드 플라자  
(74) 대리인  
김윤배

전체 청구항 수 : 총 12 항

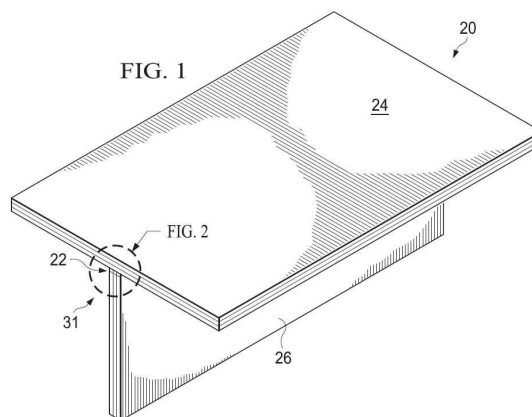
심사관 : 조병규

(54) 발명의 명칭 전기 전도도가 정합하는 접합면을 가지는 복합 구조체

(57) 요약

두 개의 복합 적층체는 주변 환경에 노출된 부위를 가지는 접합면에 의해서 함께 결합된다. 상기 접합면은 낙뢰의 영향을 완화하기 위하여 상기 적층체의 전기 전도도와 임피던스와 정합하는 전기 전도도와 임피던스를 가지는 스크림을 포함하고 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*B29C 65/488* (2013.01)

*B64C 1/00* (2013.01)

*B64D 37/02* (2013.01)

*B64F 5/40* (2017.01)

*Y02T 50/44* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

전기 임피던스를 가지는 제1 및 제2 섬유 강화 플라스틱 수지 적층체; 및

제1 및 제2 섬유 강화 플라스틱 수지 적층체를 함께 결합하되, 제1 및 제2 섬유 강화 플라스틱 수지 적층체의 전기 임피던스와 정합하는 전기 임피던스를 가지는 구조적 접합면을 포함하는 전기 전도도가 정합하는 접합면을 가지는 복합 구조체.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2 섬유 강화 플라스틱 수지 적층체 각각에서 섬유 강화재는 탄소 섬유이고,

구조적 접합면은 상기 제1 및 제2 섬유 강화 플라스틱 수지 적층체의 전기 임피던스와 정합하는 전기 임피던스를 가지는 접착적으로 함침된 스크림을 포함하는 전기 전도도가 정합하는 접합면을 가지는 복합 구조체.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 구조적 접합면의 적어도 한 부위는 주변 환경에 노출되어 있는 전기 전도도가 정합하는 접합면을 가지는 복합 구조체.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2 섬유 강화 플라스틱 수지 적층체와 구조적 접합면은 T자형 이음매를 형성하는 전기 전도도가 정합하는 접합면을 가지는 복합 구조체.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 구조적 접합면은 제1 및 제2 섬유 강화 플라스틱 수지 적층체의 AC 전도도와 정합하는 AC 전도도를 가지는 접착적으로 함침된 스크림을 포함하는 전기 전도도가 정합하는 접합면을 가지는 복합 구조체.

#### 청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 하나의 항에 따른 전기 전도도가 정합하는 접합면을 가지는 복합 구조체;

개방된 실내를 가지는 연료 탱크; 및

상기 구조적 접합면의 한 부위는 연료 탱크의 개방된 실내에 노출되어 있는 구조적 접합면의 한 부위를 포함하는 항공기 연료 탱크.

#### 청구항 7

두 개의 탄소 섬유 강화 플라스틱 적층체 각각의 전기 임피던스와 정합하는 전기 임피던스를 가지는 접합 이음매에 스크림을 설치하는 단계를 포함하는 두 개의 경화된 탄소 섬유 강화 플라스틱 적층체 사이의 접합 이음매를 위한 번개 보호를 제공하는 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 스크림의 설치 단계는 스크림을 접착제로 함침하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 9

제8항에 있어서, 상기 접착제는 필름 접착제와 페이스트 접착제 중 하나인 방법.

#### 청구항 10

제7항에 있어서, 상기 스크림은 탄소 섬유로 형성되는 방법.

#### 청구항 11

제7항에 있어서, 상기 적층체와 스크림은 같은 전기 전도도를 소유하는 방법.

#### 청구항 12

제8항에 있어서, 상기 접합 이음매에 스크림을 설치하는 단계는

두 개의 적층체를 T자형 구조로 조립하는 단계; 및

두 개의 적층체 중 하나의 에지와 두 개의 적층체 중 다른 하나의 전면 사이에 스크림을 배치하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 13

삭제

#### 청구항 14

삭제

#### 청구항 15

삭제

#### 청구항 16

삭제

#### 청구항 17

삭제

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

삭제

#### 청구항 20

삭제

#### 청구항 21

삭제

#### 청구항 22

삭제

#### 청구항 23

삭제

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 개시 내용은 일반적으로 접합하는 복합 구조체를 위한 기술에 관한 것이며, 특히 접합면에서의 낙뢰 영향의 완화를 위한 방법에 관한 것이다.

## 배경 기술

- [0002] 섬유 강화 복합 구조체, 예를 들면 제한 없이 탄소 섬유 강화 플라스틱(CFRP)은 구조적인 접착제를 이용해서 접합면(bondline)과 함께 결합될 수 있다. 접합면은 접착제로 하나 이상의 스크림(scrim)을 도입시켜서 강화 및 보강시킬 수 있다.
- [0003] 항공기에의 적용에서, 동체와 같은 복합 구조체 분야는 구조체에 복합 재수선 패치를 접착적으로 결합시켜서 때때로 재수선 또는 재가공하고 있다. 재수선 패치에서의 낙뢰 영향을 감소시키기 위해서는 전류 흐름을 분산시키기 위해서 재수선 패치와 구조체 간의 전기 경로가 연속되게 제공할 필요가 있다.
- [0004] 복합 재수선 패치와 이것이 결합되는 복합 구조체 간의 전기적인 연속성을 제공하기 위해서 전기적인 전도성의 스크림을 접합면에 배치할 수 있다. 하지만, 접합면의 부위가 주변 환경에 노출될 때 문제가 일어난다. 낙뢰는 접합면을 횡단하는 불필요한 전기 전위를 발생시킬 수 있다. 접합면을 횡단하는 불필요한 전기 전위의 영향을 피하기 위해서, 접합면의 노출된 영역을 전기적으로 절연성인 밀봉제로 커버하고 있다. 밀봉제가 효과적이긴 하지만, 이들은 항공기의 무게를 증가시키고, 시간 소모량과 노동 집약적이 모두 제조 비용에 추가되고 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0005] 따라서, 낙뢰 영향을 완화시키고, 노출된 접합면을 횡단하면서 발생하는 전기 전위를 감소시키는 접합면을 복합 구조체에 결합하는 방법이 필요하다. 또한, 구조체 사이의 접합면의 노출 부위를 커버하기 위한 밀봉제의 필요성을 방지하는 복합 구조체와 함께 접합하는 방법이 필요하다.

### 과제의 해결 수단

- [0006] 개시하는 방법은 결합하고자 하는 구조체와 정합(match)하는 전기 전도도를 가지는 접합면을 결합한 복합 구조체를 제공하는 것이다. 구조체의 전도도와 정합하는 전도도를 가지는 접합면의 사용은 접합면의 노출 부위를 횡단하는 전기 전위를 감소시킨다. 접합면의 노출 부위를 커버하기 위한 밀봉제의 사용도 줄이거나 생략할 수 있으므로 항공기의 무게와 제조 비용을 절감할 수 있다.
- [0007] 개시한 한 구현예에 따르면, 전기 임피던스를 가지는 제1 및 제2 섬유 강화 플라스틱 수지 적층체; 및 제1 및 제2 적층체를 함께 결합하는 구조적 접합면으로 이루어진 복합 구조체를 제공하는 것이다. 상기 접합면은 제1 및 제2 적층체의 전기 임피던스와 실질적으로 정합하는 전기 임피던스를 갖는다. 상기 제1 및 제2 섬유 강화 플라스틱 수지 각각에서 섬유 강화재는 탄소 섬유이고, 상기 구조적 접합면은 제1 및 제2 적층체의 전기 임피던스와 실질적으로 정합하는 전기 임피던스를 가지는 접착적으로 합침된 스크림을 포함한다. 상기 구조적 접합면의 적어도 한 부위는 주변 환경에 노출되어 있다. 상기 제1 및 제2 적층체와 구조적 접합면은 T자형 이음매를 형성한다. 상기 제1 및 제2 적층체는 개방된 실내를 가지는 연료 탱크의 부품을 형성할 수 있고, 구조적 접합면의 한 부위는 연료 탱크의 개방된 실내에 노출되어 있다. 상기 구조적 접합면은 제1 및 제2 적층체의 AC(Alternating current: 교류) 전도도와 실질적으로 정합하는 AC 전도도를 가지는 접착적으로 합침된 스크림을 포함한다.
- [0008] 다른 구현예에 따르면, 제1 전기 임피던스를 가지는 제1 탄소 섬유 강화 플라스틱 적층체, 및 제1 전기 임피던스와 실질적으로 정합하는 제2 전기 임피던스를 가지는 제2 탄소 섬유 강화 플라스틱 적층체로 이루어진 복합 적층 구조체를 제공하는 것이다. 상기 적층 구조체는 추가로 제1 및 제2 적층체 사이에 접착성 접합면을 포함한다. 상기 접착성 접합면은 접착제와 제1 및 제2 전기 임피던스와 실질적으로 정합하는 제3 전기 임피던스를 가지는 스크림을 포함한다. 상기 제1 및 제2 적층체는 연료를 저장하기에 적합한 개방된 실내를 가지는 연료 탱크의 부품을 형성할 수 있고, 접착성 접합면의 한 부위는 연료 탱크의 개방된 실내에 노출되어 있다. 상기 제1 및 제2 적층체와 접착성 접합면은 T자형 이음매를 형성한다. 상기 제1, 제2 및 제3 전기 임피던스 각각은 저항성 구성성분들과 반응성 구성성분들을 포함한다. 상기 저항성 구성성분들은 실질적으로 같고, 그리고 반응성 구성성분들은 실질적으로 같다. 상기 스크림은 탄소 섬유로 형성된다. 상기 제1 및 제2 적층체와 접합면은 실질적으로 동일한 AC 전도도를 갖는다.
- [0009] 다른 구현예에 따르면, 낙뢰 보호를 위한 복합 항공기 연료 탱크를 제공한다. 이러한 낙뢰 보호는 최소한 제1 탄소 섬유 강화 플라스틱 적층 벽면, 최소한 제2 탄소 섬유 강화 플라스틱 적층 벽면; 제1 및 제2 적층 벽면을 결합하는 접착성 접합면으로 이루어지되 상기 접착성 접합면은 제1 및 제2 적층 벽면 각각의 전기 임피던스와

실질적으로 정합하는 전기 임피던스를 가지는 전기 전도성의 스크림을 포함한다. 접착성 접합면의 최소한 한 부위는 연료 탱크 내에서 연료 증기에 노출되기에 적합하다.

[0010] 또 다른 구현예에 따르면, 두 개의 경화된 탄소 섬유 강화 플라스틱 적층체 사이의 접합 이음매를 위한 번개(낙뢰) 보호를 위한 방법은 두 개의 탄소 섬유 강화 플라스틱 적층체 각각의 전기 임피던스와 실질적으로 정합하는 전기 임피던스를 가지는 접합 이음매에 스크림을 설치하는 단계로 이루어진다. 상기 스크림의 설치 단계는 스크림을 접착제로 함침하는 단계를 포함한다. 상기 접착제는 필름 접착제와 페이스트 접착제 중 하나이다. 상기 스크림은 탄소 섬유로 형성된다. 상기 적층체와 스크림은 실질적으로 같은 전기 전도도를 소유하고 있다. 상기 접합 이음매에 스크림을 설치하는 단계는 두 개의 적층체를 T자형 구조로 조립하는 단계; 및 두 개의 적층체 중 하나의 에지와 두 개의 적층체 중 다른 하나의 전면 사이에 스크림을 배치하는 단계를 포함한다.

[0011] 추가 구현예에 따르면, 두 개의 탄소 섬유 강화 플라스틱 적층체 사이에서 노출된 접합면을 횡단하는 전기 전위를 감소시키는 방법을 제공한다. 이 방법은 두 개의 적층체 각각의 전기 전도도를 결정하는 단계, 두 개의 적층체 각각의 결정된 전기 전도도와 실질적으로 정합하는 전기 전도도를 가지는 스크림을 선택하는 단계, 스크림과 접착제를 두 개의 적층체 사이에 설치하는 단계 및 접착제를 경화시키는 단계로 이루어진다.

[0012] 또한 추가 구현예에 따르면, 낙뢰에 대해 보호되는 노출된 접합을 가지는 복합 구조체를 제작하는 방법을 제공한다. 이 방법은 제1 및 제2 탄소 섬유 강화 플라스틱 프리프레그 적층체를 모으는 단계, 상기 제1 및 제2 프리프레그 적층체를 경화하는 단계, 제1 및 제2 경화 적층체를 접합 이음매와 결합하는 단계로 이루어진다. 제1 및 제2 경화 적층체와 접합 이음매의 결합은 제1 및 제2 적층체 각각의 전기 임피던스와 실질적으로 정합하는 전기 임피던스를 가지는 스크림을 선택하는 단계, 스크림을 접합 접착제로 함침하는 단계, 함침된 스크림을 제1 및 제2 적층체 사이에 설치하여 접합면을 형성하고 접착제를 경화하는 단계로 이루어진다.

### 도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명에서 개시하는 구현예에 따른 전기 전도성의 스크림을 이용하는 접합면을 가지는 결합된 복합 구조체의 사시도를 예시한 도면이다.

도 2는 도 1에서 도 2로 표시한 영역의 말단부를 예시한 도면이다.

도 3은 본 발명에서 개시하는 스크림을 이용하는 랩 이음매(lap joint)로 결합된 두 개의 적층 구조체의 단면도를 예시한 도면이다.

도 4는 접합면을 형성하는데 사용되는 두 개의 접착층에 따른 스크림의 사시도를 예시한 도면이다.

도 5는 일반적인 낙뢰로 인한 전기의 전류 흐름을 나타내는 그래프를 예시한 도면이다.

도 6은 임피던스 회로도를 예시한 도면이다.

도 7은 항공기 연료 탱크의 사시도를 예시한 도면으로서, 탱크의 내부가 들어나도록 절개된 부위가 있다.

도 8은 접합면을 동반한 두 개의 복합 프리프레그를 동시 경화하는 방법의 흐름도를 예시한 도면이다.

도 9는 본 발명에서 개시하는 스크림을 이용하는 접합된 조기경화 구조체를 조립하는 방법의 흐름도를 예시한 도면이다.

도 10은 항공기 생산 및 서비스 순서의 흐름도를 예시한 도면이다.

도 11은 항공기의 블록 선도를 예시한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 예시적인 구현예의 특징으로 생각되는 새로운 특징 들을 첨부하는 청구범위에 설정한다. 하지만, 예시한 구현예 들은 바람직한 사용 모드는 물론 그의 추가 목적 및 이점들이 첨부하는 도면과 관련하여 읽을 때 본 개시 내용의 예시적인 바람직한 구현예인 다음의 상세한 설명을 참고하면 가장 잘 이해될 것이다.

[0015] 먼저 도 1과 2와 관련하여, 복합 구조체(20)는 CFRP와 같은 프리프레그 플라이를 레이업하고 성형될 수 있는 제1 및 제2 복합 프리프레그(24,26)으로 이루어져 있다. 이 실시예에서, 밀봉 이음매(31)를 효과적으로 형성하기 위해서, 제1 및 제2 프리프레그(24,26)가 제1 프리프레그(24)의 전면(29)과 제1 프리프레그(26)의 에지(27) 사이에 있는 접합면(22)과 함께 접합된다. 접합면(22)은 그의 말단에 노출 부위(28,30)를 포함하며, 이들 부위는

주변 환경에 노출되게 된다. 이하에서 설명하는 바와 같이, 접합면(22)은 전기 전도도  $\sigma_1$ 과 전기저항  $z_1$ 을 가지며, 제1 및 제2 프리프레그(24,26) 각각의 전기 전도도  $\sigma_2$ 와 전기저항  $z_2$ 와 실질적으로 정합한다. 이러한 전기 전도도  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ 와 전기저항  $z_1$ ,  $z_2$ 의 정합은 접합면(22)의 노출 부위(28,30)와 함께 프리프레그(24,26) 사이에서 불필요한 전위 또는 전하량 "V"(도 2 참조)을 감소시키거나 증강을 제거한다.

[0016] 개시한 접합면(22)은 두 개의 적층 구조체 사이에서 다른 타입의 접합된 이음매를 형성하는데 이용될 수 있다. 예를 들면 도 3과 관련하여, 개시된 결합면(22)은 제1 및 제2 복합 프리프레그(24,26) 사이에서 랩 접합부(35)를 형성하는데 이용될 수 있다. 이 실시예에서, 결합면(22)은 또한 노출 부위(28)를 가지며, 제1 및 제2 프리프레그(24,26)의 전기 전도도  $\sigma_2$ 와 임피던스  $z_2$ 에 정합하는 결합면(22)의 전기 전도도  $\sigma_1$ 와 전기저항  $z_1$ 으로 밀봉시킬 필요는 없다.

[0017] 주목할 것은 도 4는 결합면(22)을 형성하는데 사용되는 구성 성분을 예시한 것이다. 스크립(scrim:32)이 적당한 구조 접착제인 두 개의 층(34,36) 사이에 끼워져 있다. 스크립(32)은 이에 한정하는 것은 아니지만, 전기전도성 섬유(garments)의 가닥(strands)을 교차시켜서 이루어지는 메쉬, 편물 매트 또는 랜덤한 섬유 매트와 같은 수많은 형상물 중 어떤 것일 수 있다. 전도성 섬유는 제1 및 제2 프리프레그(24,26)의 AC 전도도  $\sigma_2$ 와 전기저항  $Z_2$ 와 정합하는 AC 전기 전도도  $\sigma_1$ 과 전기저항  $Z_1$ 을 각각 가진다. 상기 섬유는 단일 재료로 이루어질 수 있고, 또는 프리프레그(24,26)의 AC 전도도  $\sigma_2$ 와 전기저항  $Z_2$ 와 정합하는 필요한 AC 전도도  $\sigma_1$ 과 임피던스  $Z_2$ 을 전체적으로 가지는 복수 타입의 재료로 이루어질 수 있다.

[0018] CFRPs 로 이루어진 제1 및 제2 프리프레그(24,26)의 경우에, 스크립(32)의 섬유는 제1 및 제2 프리프레그(24,26)에서 탄소섬유 보강재를 형성하는 것과 유사 또는 동일한 탄소 섬유로 형성될 수도 있다. 도 4에는 단일 층의 스크립(32)을 예시하였지만, 단일의 결합면(32)에 복수층의 스크립(32)이 이용될 수 있다.

[0019] 접착층(34,36) 각각은 접착 수지 필름 또는 접착 수지 페이스트로 이루어질 수 있으며 프리프레그(24,26)의 CFRP 플라이에 접착을 한다. 스크립(32)을 접착층(34,36)에 가압하여 스크립(32)을 접착층(34,36) 각각에 매립 및 접착시킬 수 있다. 접착제를 스크립(32)에 침투시키는 것을 포함해서, 스크립(32)에 결합 접착제를 통합시키기 위한 다른 기술도 가능하다. 스크립(32)은 결합면(22)을 통해서 계속해서 전기 전도성을 제공할 수 있는 구조로 되어 있으며, 결합 매트릭스으로도 제공될 수 있다.

[0020] 앞에서 언급한 바와 같이, 스크립(32)은 AC 전도도  $\sigma_1$ 과 전기저항  $Z_1$ 을 보유하고 있으며, 이들은 결합면(22)에 의해서 접합된 복합 프리프레그 각각의 전기 전도도  $\sigma_2$ 와 임피던스  $Z_2$ 와 실질적으로 정합한다. 전기 전도도  $\sigma$ 는 전류를 전도할 수 있는 재료의 성능값이다. 프리프레그(24,26)를 통해서, 결합면(22)을 통해서 흐르게 되는 전류를 발생하는 낙뢰의 경우에, 전류 흐름은 일반적으로 일정하지 않으며, 변하기도 하고, 교류(AC)와 유사하다. 예를 들면, 도 5는 시간(39)에 대한 전류 흐름(37)을 나타낸 그래프로서, 일반적인 낙뢰에 의해서 발생하는 경우이다. 초기 시간 주기 "A" 중, 초기 번개 부착(41)에서 뾰족한 스파이크(산 모양으로 격인 부분: 43) 부분에서 전류 흐름이 시작된다. 다음에 시간 주기 "B" 중에 서서히 감소하고, 시간 주기 "C"에서 약간 일정하고, 시간 주기 "D"에서 탈착(47) 하기 전에 급격히 증가하여 또 다른 뾰족한 스파이크(45)을 형성한다. 따라서, 프리프레그(24,26)와 스크립(32) 각각은 각각 개개의 AC 전도도  $\sigma_1$ 과  $\sigma_2$ 를 가지며, 개개의 임피던스  $Z_1$ ,  $Z_2$ 을 갖는다(도 2와 3 참조).

[0021] 도 6은 임피던스  $Z_1$ ,  $Z_2$  각각의 구성 성분을 나타내는 회로도이다. 임피던스  $Z$ 는 저항 성분  $R_x$ 과 반응 성분  $X$ 의 합으로서,  $Z = R_x + X$  이다. 반응 성분  $X$ , 또는 "리액턴스"는 인덕턴스  $L$ 과 정전용량  $C$ 을 포함하며, 낙뢰에 의해서 발생한 전류 또는 전압의 변화에 대해 회로로 나타낸 바와 같이 스크립(32)의 저항을 나타낸다. 스크립(32)의 AC 전도도  $\sigma_1$ 과 임피던스 때문에, 결합면(22)의 것은 제1 및 제2 프리프레그(24,26)의 것과 각각 정합되며, 프리프레그(24,26)을 통한 전류 흐름은 노출 부위(28,30)의 영역에서 결합면(22)을 횡단하는 바람직하지 못한 전위 또는 전하량 "V"(도 2 참조)을 형성할 수 있는 결합면(22)에서 불연속으로 "보이기" 보다는 방해받지 않고 결합면(22)을 통과한다.

[0022] "정합된" 전기 전도도  $\sigma_1$ 과 "정합된" 임피던스  $Z_1$ 을 가지는 상기에 기재한 결합면(22)은 낙뢰로 인한 전기의 전류 흐름의 효과를 완화시키기 위해서 복합 적층 구조체에 광범위하게 사용될 수 있다. 예를 들어, 개시한 결합면(22)은 도 7에 나타낸 복합 항공기 연료탱크(42)에 이용될 수 있다. 연료 탱크(42)는 복합 적층 상부 벽면



(44), 저부 벽면(46) 및 측부 벽면(48,50)을 포함하며, 이들은 내부 공간(55)을 형성한다. 연료 탱크(42)는 내부 리브(52)와 배플 벽면(54)를 추가로 포함할 수 있으며, 이들 각각은 상부 벽면과 저부 벽면(44,46)에 그의 상부 및 저부 에지를 따라서 도 4에 나타난 스크립(32)을 사용하는 도 1과 2에 나타난 것과 유사한 T자형 이음매 및 접합면(22)에 의해서 접합된다. 개시한 접합면(22)은 수선 패치(도시하지 않음)를 CFRP 적층 스킨과 같은 기저 복합 구조체에 접합하는데 이용될 수 있다.

[0023] 주목해야 할 점은 도 8로서, 도 8은 낙뢰의 영향을 받은 두 개의 프리프레그(24,26) 사이에 있는 접합면(22)의 노출 부위(28,30)의 영역에서 접합면(22)을 횡단하는 전위 또는 전하량의 증가를 감소시키는 방법의 전체 단계를 예시하고 있다. 단계 (56)에서, 두 개의 프리프레그(24,26) 각각의 전기 전도도  $\sigma_2$ 를 결정한다. 다음 단계 (58)에서, 두 개의 프리프레그(24,26) 각각의 전기 전도도  $\sigma_2$ 와 실질적으로 정합하는 전기 전도도  $\sigma_1$ 을 갖는, 접합면(22)에 사용하는 스크립을 선택한다. 단계(60)에서, 접착제와 함께 스크립(32)이 프리프레그(24,26) 사이에 설치된 후 프리프레그(24,26)와 접착제가 단계(62)에서 동시에 경화된다.

[0024] 도 9는 번개 보호가 제공된 접합면(22)을 가지는 CFRP 적층 구조체(20)를 조립하는 방법을 단계별로 광범위하게 예시한 것이다. 단계(64)에서, 제1 및 제2 CFRP 프리프레그(24,26)를 레이업하고, 요구하는 형태로 성형한다. 단계(66)에서, 제1 및 제2 CFRP 프리프레그(24,26) 각각을 경화시켜서 적층체 형태로 한다. 단계(68)에서 제1 및 제2 프리프레그 적층체(24,26)의 전기 임피던스  $Z_2$ 와 실질적으로 정합하는 전기 임피던스  $Z_1$ 을 가지는 스크립(32)을 선택한다. 단계(70)에서, 스크립(32)에 적당한 접합 접착제를 함침시키거나 다른 방법으로 접목한다. 단계(72)에서 함침된 스크립을 제1 및 제2 프리프레그 적층체(24,26) 사이의 표면에 설치하여 노출 부위(28,30)를 포함할 수 있는 접합면(22)을 형성한다. 최종적으로 단계(74)에서 접착제를 경화시킨다.

[0025] 개시 내용의 구현예들은 다양한 잠재적인 적용 분야에서 용도를 찾을 수 있다. 특히, 운송 산업계, 예를 들면 항공 우주, 해운, 자동차 및 복합 부품의 오토클레이브 경화가 사용될 수 있는 다른 분야가 포함된다. 도 10 및 도 11과 관련하여, 개시 내용의 구현예들은 도 10에 나타난 바와 같은 항공기 제작 및 서비스 방법(76) 및 도 11에 나타난 바와 같은 항공기(78)의 상황에 사용될 수 있다. 개시한 구현예의 항공기 적용에는, 예를 들면, 제한 없이 항공기에서 비락의 영향에 대해 보호가 요구되는 접합된 조인트가 필요한 복합 적층 조립품 및 하위 부품의 제작이 포함될 수 있다. 사전 제작, 예시적인 방법(76)에는 항공기(78)의 사양 및 설계(80), 자재 조달(82)이 포함될 수 있다. 생산 시, 구성 부품 및 하위 부품 제작(84) 및 항공기의 시스템 통합(86)이 이루어진다.

[0026] 그 다음에 항공기(78)는 인증 및 납품(88)을 거친 후에 운행 중(90) 상태로 배치된다. 소비자에 의한 운행 중에, 항공기(78)는 정기적인 유지 관리 및 서비스(92)가 되도록 계획되며, 여기에는 개조, 재구성, 개장 등이 포함될 수 있다.

[0027] 방법(76)의 각 공정은 시스템 통합기, 제3자, 및/또는 운영자(예, 고객)에 의해서 수행될 수 있다. 이러한 설명을 대해, 시스템 통합기는 제한 없이 다수의 항공기 제작사와 주시스템 하청업자를 포함하며; 제3자는 제한 없이 다수의 판매자, 하청업자, 및 공급업자를 포함하고; 운영자는 항공사, 리스 회사, 군수업체, 서비스 기관 등이 포함된다.

[0028] 도 11에 나타난 바와 같이, 예시적인 방법(76)에 의해서 생산되는 항공기(78)는 복수의 시스템(96)과 실내(98)를 갖는 기체(94)를 포함할 수 있다. 고수준의 시스템(96)의 예로는 하나 이상의 추진 시스템(100), 전기 시스템(102), 유압 시스템(104), 환경 시스템(106)을 포함한다. 다수의 다른 시스템이 포함될 수도 있다. 항공 우주의 실시예를 나타내었지만, 개시의 원리는 해양 및 자동차 산업과 같은 다른 산업에도 적용될 수 있다.

[0029] 어떤 하나 이상의 단계의 생산 및 서비스 방법(76) 중에 여기서 구현된 시스템과 방법이 이용될 수 있다. 예를 들면, 생산 공정(84)에 해당하는 구성 부품 또는 하위 부품은 항공기(96)가 운행 중인 동안에 생산된 구성 부품 및 하위 부품과 유사한 방식으로 제작 또는 제조될 수 있다. 또한, 하나 이상의 장치 구현예, 방법 구현예 또는 이들의 조합이 예를 들면, 실질적으로 항공기의 신속한 조립 또는 항공기 비용의 절감을 위해 생산 단계(84,86) 중에 이용될 수 있다. 이와 유사하게, 하나 이상의 장치 구현예, 방법 구현예 또는 이들의 조합이 유지 관리 및 서비스(92)를 위해 항공기의 운행 중에 제한 없이 이용될 수 있다.

따라서, 본 발명의 제1 태양에 따르면 이하와 같이 요약된다.

A1. 복합 적층 구조체는

전기 임피던스를 가지는 제1 및 제2 섬유 강화 플라스틱 수지 적층체; 및



제1 및 제2 적층체를 함께 결합하되 제1 및 제2 적층체의 전기 임피던스와 실질적으로 정합하는 전기 임피던스를 가지는 구조적 접합면으로 이루어진다.

A2. 또한, 단락 A1의 복합 적층 구조체를 제공하며,

여기서, 상기 제1 및 제2 섬유 강화 플라스틱 수지 각각에서 섬유 강화제는 탄소 섬유이고,

상기 구조적 접합면은 제1 및 제2 적층체의 전기 임피던스와 실질적으로 정합하는 전기 임피던스를 가지는 접착적으로 합침된 스크림을 포함한다.

A3. 또한, 단락 A1 또는 A2의 복합 적층 구조체를 제공하며, 여기서 상기 구조적 접합면의 적어도 한 부위는 주변 환경에 노출되어 있다.

A4. 또한, 단락 A1 내지 A3 중 어느 하나의 복합 적층 구조체를 제공하며, 여기서 상기 제1 및 제2 적층체와 구조적 접합면은 T자형 이음매를 형성한다.

A5. 또한, 단락 A1 내지 A4 중 어느 하나의 복합 적층 구조체를 제공하며, 여기서 상기 제1 및 제2 적층체는 개방된 실내를 가지는 연료 탱크의 부품을 형성하고,

상기 구조적 접합면의 한 부위는 연료 탱크의 개방된 실내에 노출되어 있다.

A6. 또한, 단락 A1 내지 A5 중 어느 하나의 복합 적층 구조체를 제공하며, 여기서 상기 구조적 접합면은 제1 및 제2 적층체의 AC 전도도와 실질적으로 정합하는 AC 전도도를 가지는 접착적으로 합침된 스크림을 포함한다.

본 발명의 추가 태양에 따르면,

B1. 제1 전기 임피던스를 가지는 제1 탄소 섬유 강화 플라스틱 적층체;

제1 전기 임피던스와 실질적으로 정합하는 제2 전기 임피던스를 가지는 제2 탄소 섬유 강화 플라스틱 적층체; 및

제1 및 제2 적층체 사이에 있고, 접착제와 제1 및 제2 전기 임피던스와 실질적으로 정합하는 제3 전기 임피던스를 가지는 스크림을 포함하는 접착성 접합면으로 이루어진 복합 적층 구조체를 제공한다.

B2. 또한, 단락 B1의 복합 적층 구조체를 제공하며, 여기서

상기 제1 및 제2 적층체는 연료를 저장하기에 적합한 개방된 실내를 가지는 연료 탱크의 부품을 형성하고, 그리고

접착성 접합면의 한 부위는 연료 탱크의 개방된 실내에 노출되어 있다.

B3. 또한, 단락 B1 또는 단락 B2의 복합 적층 구조체를 제공하며, 여기서,

상기 제1 및 제2 적층체와 접착성 접합면은 T자형 이음매를 형성한다.

B4. 또한, 단락 B1 내지 B3 중 어느 하나의 복합 적층 구조체를 제공하며, 여기서, 상기 제1, 제2 및 제3 전기 임피던스는 저항성 구성성분들과 반응성 구성성분들을 포함하고,

저항성 구성성분들은 실질적으로 같고, 그리고

반응성 구성성분들은 실질적으로 같다.

B5. 또한, 단락 B1 내지 B4 중 어느 하나의 복합 적층 구조체를 제공하며, 여기서, 상기 스크림은 탄소 섬유로 형성된다.

B6. 또한, 단락 B1 내지 B5 중 어느 하나의 복합 적층 구조체를 제공하며, 여기서, 상기 제1 및 제2 적층체와 접합면은 실질적으로 동일한 AC 전도도를 갖는다.

C1. 최소한 제1 탄소 섬유 강화 플라스틱 적층 벽면;

최소한 제2 탄소 섬유 강화 플라스틱 적층 벽면;

제1 및 제2 적층 벽면을 결합하되 제1 및 제2 적층 벽면 각각의 전기 임피던스와 실질적으로 정합하는 전기 임피던스를 가지는 전기 전도성의 스크림을 포함하는 접착성 접합면으로 이루어진 번개 보호를 위한 복합 항공기 연료 탱크이다.

C2. 또한, 단락 C1의 복합 항공기 연료 탱크를 제공하며, 여기서, 상기 접착성 접합면의 최소한 한 부위는 연료 탱크 내에서 연료 증기에 노출되기에 적합하다.

D1. 두 개의 탄소 섬유 강화 플라스틱 적층체 각각의 전기 임피던스와 실질적으로 정합하는 전기 임피던스를 가지는 접합 이음매에 스크립을 설치하는 단계로 이루어지는 두 개의 경화된 탄소 섬유 강화 플라스틱 적층체 사이의 접합 이음매를 위한 번개 보호를 제공하는 방법이다.

D2. 또한, 단락 D1의 방법을 제공하며, 여기서, 상기 스크립의 설치 단계는 스크립을 접착제로 함침하는 단계를 포함한다.

D3. 또한, 단락 D2의 방법을 제공하며, 여기서, 상기 접착제는 필름 접착제와 페이스트 접착제 중 하나이다.

D4. 또한, 단락 D1 내지 D3 중 어느 하나의 방법을 제공하며, 여기서, 상기 스크립은 탄소 섬유로 형성된다.

D5. 또한, 단락 D1 내지 D4 중 어느 하나의 방법을 제공하며, 여기서, 상기 적층체와 스크립은 실질적으로 같은 전기 전도도를 소유한다.

D6. 또한, 단락 2의 방법을 제공하며, 여기서, 상기 접합 이음매에 스크립을 설치하는 단계는

두 개의 적층체를 T자형 구조로 조립하는 단계; 및

두 개의 적층체 중 하나의 에지와 두 개의 적층체 중 다른 하나의 전면 사이에 스크립을 배치하는 단계를 포함한다.

E1. 단락 D1의 방법에 의해서 생산된 노출된 접합 이음매를 가지는 항공기 연료 탱크이다.

F1. 두 개의 적층체 각각의 전기 전도도를 결정하는 단계;

두 개의 적층체 각각의 결정된 전기 전도도와 실질적으로 정합하는 전기 전도도를 가지는 스크립을 선택하는 단계;

스크립과 접착제를 두 개의 적층체 사이에 설치하는 단계; 및

접착제를 경화시키는 단계로 이루어지는 두 개의 탄소 섬유 강화 플라스틱 적층체 사이에서 노출된 접합면을 횡단하는 전기 전위를 감소시키는 방법이다.

G1. 제1 및 제2 탄소 섬유 강화 플라스틱 프리프레그 적층체를 모으는 단계;

제1 및 제2 프리프레그 적층체를 경화하는 단계;

제1 및 제2 경화 적층체를 접합 이음매와 결합하는 단계로 이루어지되

- 제1 및 제2 적층체 각각의 전기 임피던스와 실질적으로 정합하는 전기 임피던스를 가지는 스크립을 선택하는 단계,

- 스크립을 접합 접착제로 함침하는 단계,

- 함침된 스크립을 제1 및 제2 적층체 사이에 설치하여 접합면을 형성하고 접착제를 경화하는 단계로 이루어진 낙뢰에 대해 보호되는 노출된 접합을 가지는 복합 구조체를 제작하는 방법이다.

[0030]

다른 예시적인 구현예의 설명이 예시 및 설명의 목적으로 제시되어 있지만 개시된 형태에서 포괄적이거나 그 구현예로 한정하고자 하는 의도는 아니다. 많은 변형 및 변화가 이 기술분야의 통상의 기술자들에게는 명백할 것이다. 또한, 다른 예시적인 구현예들은 다른 예시적인 구현예들과 비교해서 다른 이점을 제공할 수 있다. 선택된 구현예 또는 구현예들은 구현예의 원리, 실제적인 적용을 잘 설명하고, 이 기술분야의 통상의 기술자가 아니라도 다양하게 변형된 여러가지 구현예에 대한 개시 내용이 고려된 특정 이용에 대해 적절한 것으로서 이해할 수 있도록 하기 위해서 선택 및 설명한 것이다.

## 부호의 설명

[0031]

20: 복합 구조체,

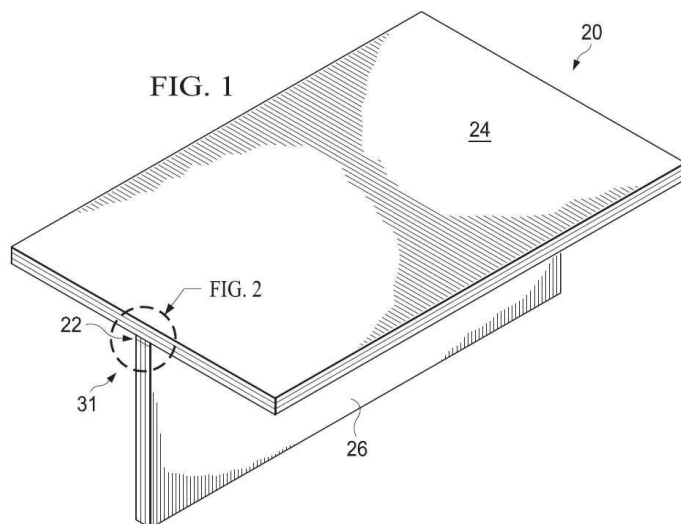
22: 결합면,

24,26: 제1 및 제2 복합 프리프레그,

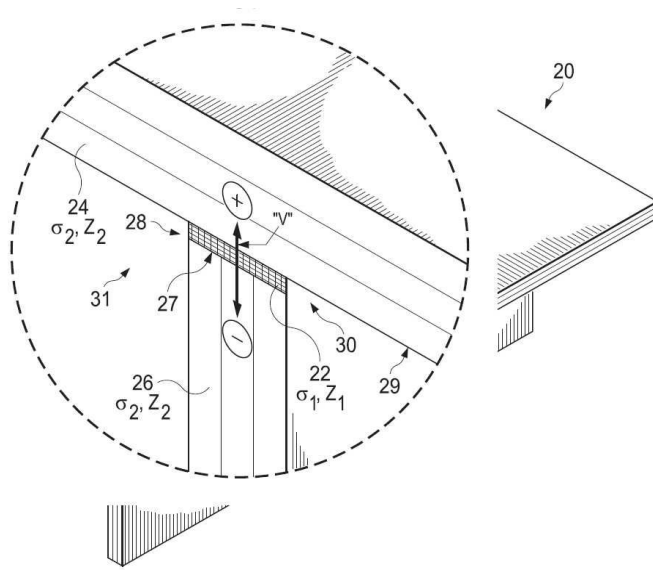
- 27: 에지,
- 28,30: 노출 부위,
- 29: 전면,
- 35: 랩 접합부,
- 32: 스크림,
- 34, 36: 접착층,
- 37: 전류 흐름,
- 39: 시간,
- 42: 연료 탱크,
- 44: 상부 벽면,
- 46: 저부 벽면,
- 48,50: 측부 벽면,
- 55: 내부 공간,
- 52: 내부 리브,
- 54: 배플 벽면,
- 76: 항공기 제작 및 서비스 방법,
- 78: 항공기,
- 96: 시스템,

도면

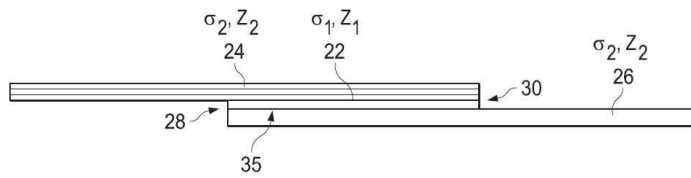
도면1



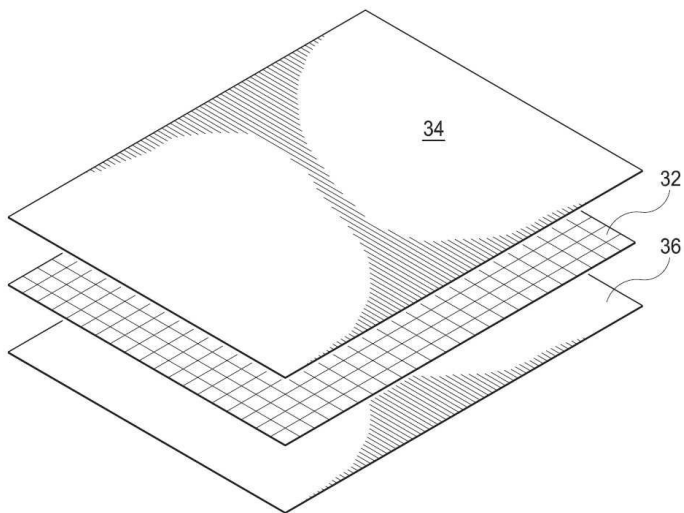
도면2



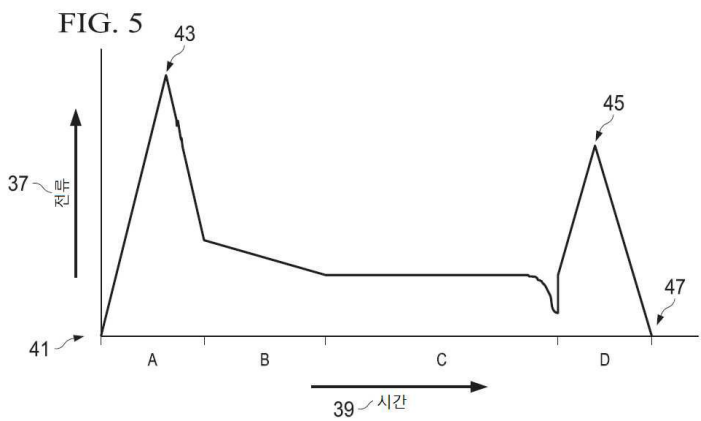
도면3



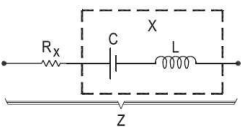
도면4



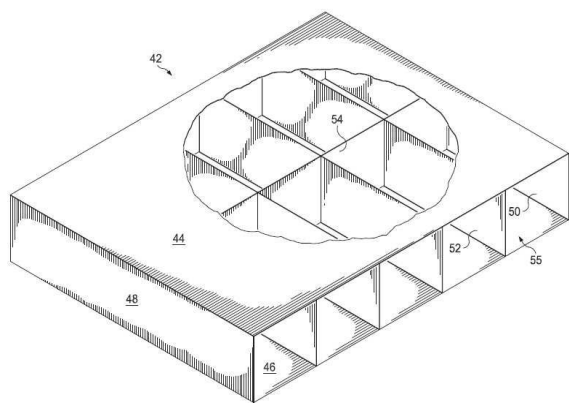
도면5



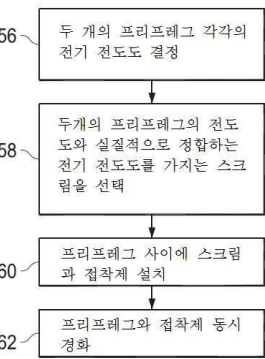
도면6



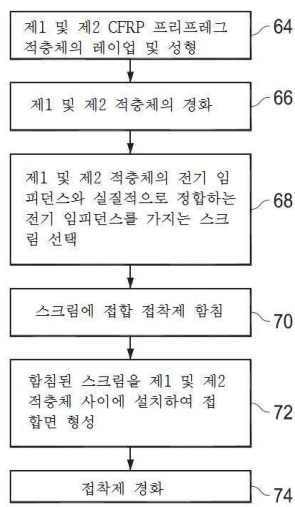
도면7



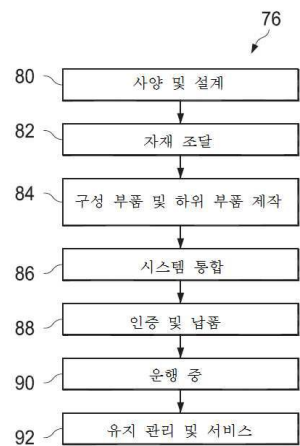
도면8



도면9



도면10



도면11

