



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년05월18일
 (11) 등록번호 10-1859783
 (24) 등록일자 2018년05월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 3/18 (2006.01) *B32B 15/08* (2006.01)
B64C 1/12 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7002699
- (22) 출원일자(국제) 2011년06월22일
 심사청구일자 2016년04월01일
- (85) 번역문제출일자 2013년01월31일
- (65) 공개번호 10-2013-0096232
- (43) 공개일자 2013년08월29일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2011/041519
- (87) 국제공개번호 WO 2012/024023
 국제공개일자 2012년02월23일
- (30) 우선권주장
 12/857,835 2010년08월17일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

WO2000056541 A1*

US03883267 A

JP2007191148 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

- (73) 특허권자
더 보잉 컴파니
 미국, 일리노이스 60606, 시카고, 100 노스 리버
 사이드 플라자
- (72) 발명자
그리이스, 케네스 할란
 미국, 워싱턴주 98031, 켄트, 125 코트 사우스이
 스트 22229
조지슨, 캐리 이.
 미국, 워싱턴주 98422, 타코마, 오르카 드라이브
 노스이스트 5333
- (74) 대리인
김윤배, 강철중

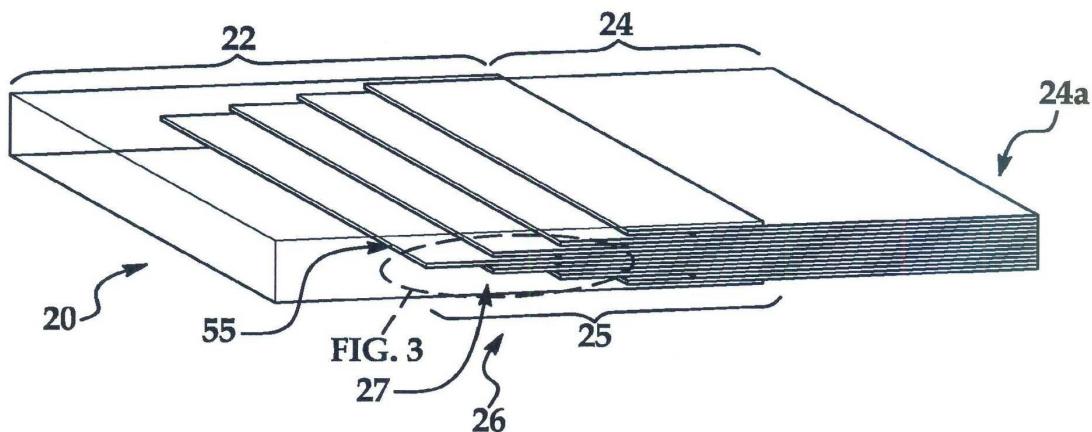
전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 박균성

(54) 발명의 명칭 복합재-금속 조인트를 갖는 복합재 구조물과 그 제조방법

(57) 요 약

복합재 구조물은, 섬유보강 수지 플라이의 적층체와 금속시트의 적층체 세트를 포함한다. 수지 플라이 및 금속시트들의 에지들은 수지 플라이를 금속시트와 연결하는 복합재-금속 조인트를 형성하기 위하여 삽입된다.

대 표 도 - 도2

명세서

청구범위

청구항 1

섬유보강 수지 플라이의 제1 적층체와;

섬유보강 수지 플라이의 제1 적층체를 금속시트의 제2 적층체와 연결하는 복합재-금속 핑거 조인트를 형성하기 위하여 구성된 금속시트의 제2 적층체를 포함하고, 금속 시트의 제2 적층체는 금속 시트와 각 금속 시트 사이에 접착제 층으로 구성되고, 금속 시트는 티타늄 시트 및 티타늄 합금 시트 중 적어도 하나를 포함하고, 금속 시트의 제2 적층체의 각 금속 시트의 단부가 제1 적층체로부터 복수의 섬유보강 수지 플라이의 단부와 접촉하고, 금속 시트의 제2 적층체가, 섬유 강화 수지 플라이의 제1 적층체와 금속 시트의 제2 적층체 사이의 경계에 의해, 초음파를 위한 도파관을 포함하도록 구성되고,

섬유보강 플라이는 탄소를 포함하는 것을 특징으로 하는 복합재 구조물.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 섬유보강 수지 플라이의 제1 적층체 및 금속시트의 제2 적층체는 층으로 배열되고, 이 층들의 각각은 제1 금속시트와 적어도 하나의 섬유보강 수지 플라이를 포함하는 것을 특징으로 하는 복합재 구조물.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 각 층에서 섬유보강 수지 플라이의 제1 두께는, 이 층에서 제1 금속시트의 제2 두께와 동일한 것을 특징으로 하는 복합재 구조물.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 각 층에서 적어도 하나의 섬유보강 수지 플라이 및 제1 금속시트는, 각 층에서 수지-금속 천이지점들을 형성하는, 접촉하는 에지를 갖는 것을 특징으로 하는 복합재 구조물.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 각 층에서 천이지점이 서로에 대하여 엇갈린 것을 특징으로 하는 복합재 구조물.

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 층들은, 제1 섬유보강 수지 플라이의 제1 적층체와 금속시트의 제2 적층체 사이에 섬유보강 수지-복합재 핑거조인트를 형성하는 것을 특징으로 하는 복합재 구조물.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 시트들을, 서로 접합하기 위하여 인접한 금속시트들 사이에 접착제 층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복합재 구조물.

청구항 8

레이업의 복합재 수지 부재와 금속부재 사이에 복합재-금속 핑거 조인트를 형성하는 단계를 포함하는, 섬유보강 복합재 수지 부재와 금속부재를 갖는 복수층의 복합재 레이업을 형성하는 단계로서, 복합재 수지 부재가 섬유보강 수지의 적층된 플라이를 포함하고, 금속부재는 금속 시트와 각 금속 시트 사이에 접착제 층으로 구성되는, 단계; 및

복합재 수지 부재와 금속부재 사이에 천이 색션을 형성하는 단계로서, 천이 색션이 적층된 플라이와 금속 시트 사이에 엇갈린 오버랩을 포함하고, 천이 색션은 각 금속 시트의 대응하는 제1 단부가 적층된 플라이의 대응하는 제2 단부와 접촉하도록 구성되고, 엇갈린 오버랩은 복합재 구조물의 접합품질의 비파괴 평가를 지원하도록 구성된 도파관을 포함하는, 단계;를 포함하고,

상기 복합재 수지 부재는 탄소를 구비하고, 상기 금속부재는 티타늄 합금으로 되어 있는 것을 특징으로 하는 복합재 구조물의 제조방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 레이업을 형성하는 단계는, 적어도 하나의 섬유보강 복합재 수지 플라이와 하나의 금속시트를 실질적으로 에지-에지 접촉으로 위치시킴으로써 각각의 층을 형성하되, 상기 적어도 하나의 섬유보강 복합재 수지 플라이와 하나의 금속시트가 서로 층에서 섬유보강 복합재 수지와 금속 사이에 천이지점을 형성하도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 복합재 구조물의 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 레이업을 형성하는 단계는, 상기 층들에서 천이지점들을 서로에 대하여 엇갈리게 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 복합재 구조물의 제조방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 금속시트들 사이에 접착제 층을 위치시킴으로써 금속부재를 결합하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복합재 구조물의 제조방법.

청구항 12

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 복합재-금속조인트를 갖는 복합재 구조물과 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 복합재 구조물을 조립하기 위하여 접합기술이 종종 사용된다. 복합재 구조물이 파스너(fastner)를 또한 요구하는 적용예에서, 파스너를 포위하는 구조물의 국부적인 두께 또는 치수는 파스너 조인트를 통해 전달된 하중을 지탱하기 위하여 증가될 필요가 있을 수 있다. 구조물의 국부적인 두께가 증가함에 따라, 파스너는 길어질 필요가 있고 이에따라 구조물에 중량을 추가하게 된다. 또한, 구조물의 국부적인 증가된 두께는 파스너 조인트를 가로질러 하중경로의 편심도(eccentricity)를 증가시킬 수 있고, 이는 파스너에 바람직하지 않은 굽힘하중을 가할 수 있다.

[0003] 상기 언급된 문제점들에 대한 하나의 해결책은, 파스너의 영역에서 복합재 구조물에 금속재질의 피팅(fitting)을 부착하는 것이다. 이러한 금속 피팅들은, 이들이 접촉하는 탄소섬유보강 복합재와 실질적으로 화학적으로 반응하지않는 티타늄 또는 유사한 금속으로 형성될 수 있다. 그러나 티타늄 피팅은 비교적 값비싼 수 있는바, 특히 복잡한 형상으로 성형할 필요가 있을 때 그러하다.

[0004] 따라서 실질적으로 모든 금속 피팅을 실질적으로 모든 복합재 수지 구조물과 연결하기 위하여 사용될 수 있는 복합재 수지-금속 조인트에 대한 필요성이 있고, 이는 비교적 저렴하고 또 제조하기 용이하며, 파스너 연결 조인트 주위로 전달된 하중을 지탱할 수 있다. 또한, 모든 금속 피팅과 모든 복합재 수지 구조물 사이에 화학반응을 실질적으로 회피하는 복합재 수지-금속 조인트에 대한 필요성이 제기되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 개신된 실시예들은, 실질적으로 모든 금속 피팅을 실질적으로 모든 복합재 수지 구조물과 연결하기 위하여 사용될 수 있는 섬유보강 수지 복합재-금속 조인트를 포함하는 하이브리드 타입 복합재 구조물을 제공한다.

[0006] 조인트(joint)는, 항공기와 같은 보다 고성능인 적용예에 적절한 복합재와 금속 구조물 사이의 천이(transition)를 제공한다. 실질적으로 모든 복합재로부터 실질적으로 모든 금속 재료로의 상기한 천이는 부식의 가능성 및/또는 편심도로부터 야기되는 문제점들을 감소 또는 제거할 수 있다. 복합재 구조물의 레이업(lay-up)동안에, 금속시트(sheet)들은 많은 수의 복합재 플라이(ply)로 대체되고, 복합재 부재로부터 금속부재로의 적절한 하중전달을 제공하기 위하여 엇갈린(staggered) 위치들에서 복합재 플라이로부터 금속시트로 천이가 발생한다. 엇갈린 천이는 복합재 플라이와 금속 시트 사이에 삽입(interleaving)이 일어지고 또 조인트에서 균열 또는 분리(disbond)의 발생 및/또는 전파를 감소할 수 있는 복수의 접합라인을 생성한다. 금속 시트 사이에 위치된 접착제는 시트들을 거의 고체상인 금속 피팅으로 접합 및 결합한다.

과제의 해결 수단

[0007] 개시된 실시예에 따르면, 섬유보강 수지 플라이의 적층체(stack)와 금속 시트의 적층체를 포함하는 복합재 구조물이 제공된다. 금속 시트는 섬유보강 수지 플라이의 에지들과 삽입된 에지들을 갖추고서, 섬유보강 수지 플라이를 금속 시트와 연결하는 복합재-금속 조인트를 형성한다.

[0008] 다른 실시예에 따르면, 복합재 수지 부재와, 금속부재 및, 수지 부재와 금속부재 사이의 천이섹션(transition section)을 포함하는 하이브리드 수지-금속 구조물이 제공된다. 수지 부재는 섬유보강 수지의 적층된 플라이들(laminated plies)을 포함하고, 금속부재는 접합된 금속시트들을 포함한다. 천이섹션은 적층된 플라이와 금속시트 사이에 엇갈린 오버랩(staggered overlaps)을 포함한다.

[0009] 다른 실시예에 따르면, 하이브리드 복합재 금속부재가 제공된다. 이 부재는 경계(interface) 위치에서 끝나는 섬유보강 복합재 재료의 레이업을 포함한다. 경계 위치에서, 복합재 재료와 동일한 두께를 갖는 금속 플라이는 상기 부재의 금속에지로 계속되고, 또 이전(prior)의 경계 위치로부터 부재의 에지를 향하여 엇갈린 복합재-금속 경계로써 레이업이 반복된다. 금속 플라이들 사이에 구조적인 접착제 플라이가 위치되고, 부재 에지로부터 벗어나 엇갈린 다음의 금속-복합재 경계가 차례로 포개진(nested) 스플라이스(splice)를 생성하며, 차례로 포개진 탭(tab)을 생성하는 엇갈린 경계 적층작업은 어느 복합재 플라이도 부재의 에지까지 완전히 연장함이 없이 부재의 전체 두께까지 계속된다.

[0010] 다른 실시예에 따르면, 복합재 구조물을 제작하는 방법이 제공된다. 이 방법은, 복합재 부재와 금속부재를 갖는 복수 플라이의 복합재 레이업을 형성하는 단계와, 복합재 부재와 금속부재 사이에 복합재-금속 조인트를 형성하는 단계를 포함한다. 이 방법은 레이업을 압축하고 또 경화하는 단계를 더 포함한다.

[0011] 추가적인 실시예에 따르면, 하이브리드 금속부재를 제조하는 방법이 제공된다. 이 방법은 경계 위치에서 끝나는 적어도 하나의 섬유보강 복합재 플라이를 올려놓는 단계와, 금속 플라이가 인접한 섬유보강 복합재 플라이와 실질적으로 동일한 두께를 갖는 인접한 금속 플라이를 올려놓는 단계를 포함한다. 복합재 플라이와 인접한 금속 플라이를 올려놓는 단계는 반복되어, 이전의 경계위치로부터 부재의 에지를 향하여 엇갈린 금속 경계에 복합재를 형성한다. 이 방법은 금속 플라이들 사이에 구조적인 접착제의 플라이를 올려놓는 단계와, 복합재와 금속 플라이의 레이업을 반복하여 복합재 경계에 대한 다음의 금속이 부재의 에지로부터 멀어져서 엇갈려 차례로 포개진 스플라이스를 생성하는 단계를 더 포함한다.

[0012] 본 발명의 하이브리드 복합재 수지-금속 구조물은, 섬유보강 수지의 적층된 플라이들을 포함하는 복합재 수지 부재와; 접합된 금속시트를 포함하는 금속부재; 및 복합재 수지 부재와 금속부재 사이에 위치되면서 적층된 플라이와 금속시트 사이에 엇갈린 오버랩들을 포함하는 천이섹션;을 포함한다.

[0013] 본 발명의 하이브리드 복합재 수지-금속 구조물은, 적층된 플라이와 금속시트들이 층(layer)으로 배열되고, 또

층들의 각각은 실질적으로 에지-에지 접촉을 이루는 하나의 금속시트와 복수의 섬유보강 수지 플라이를 포함한다.

[0014] 본 발명의 하이브리드 복합재 수지-금속 구조물은, 각 층의 플라이의 두께는, 층에서 금속 시트의 두께와 실질적으로 동일하다.

[0015] 본발명의 하이브리드 금속부재를 제조하는 방법은, 경계 위치에서 끝나는 적어도 하나의 섬유보강 복합재 플라이를 올려놓는 단계와, 금속 플라이가 인접한 섬유보강 복합재 플라이와 실질적으로 동일한 두께를 갖는 인접한 금속 플라이를 올려놓는 단계; 이전의 경계위치로부터 부재의 에지를 향하여 엇갈린 금속 경계에 복합재를 형성하기 위하여 복합재 플라이와 인접한 금속 플라이를 올려놓는 것을 반복하는 단계; 금속 플라이들 사이에 구조적인 접착제의 플라이를 올려놓는 단계; 및 복합재와 금속 플라이의 레이업을 반복하여, 복합재 경계에 대한 다음의 금속이 부재의 에지로부터 멀어져서 엇갈려 차례로 포개진 스플라이스를 생성하는 단계를 포함한다.

[0016] 본발명의 방법은, 어느 복합재 플라이도 부재의 에지까지 완전히 연장함이 없이 부재의 전체 두께로 차례로 포개진 텁을 생성하기 위하여, 복합재와 금속 플라이의 엇갈린 경계 적층작업을 계속하는 단계를 더 포함한다.

[0017] 본발명의 방법은, 레이업 내의 공기 공극을 제거하기 위하여 부재를 진공배깅 처리하는 단계와; 레이업된 부재를 경화하는 단계를 더 포함한다.

[0018] 본 발명의 하이브리드 복합재 수지-금속 항공기 구조물은, 섬유보강된, 모든 복합재 부재와, 모든 금속부재 및 복합재 부재와 금속부재를 연결하는 하이브리드 복합재-금속 핑거(finger)조인트를 형성하는 복수의 적층된 층;과 복합재 수지와 티타늄 금속시트의 복수의 플라이를 포함하는 각각의 층(layer)으로서, 플라이와 금속시트들이 서로 에지-에지 접촉으로 배열되어 상기 층에 복합재-금속 천이지점을 형성하고, 또 층들의 천이지점들이 서로에 대하여 엇갈리게 배열되어 핑거 조인트를 형성하는 층; 및 금속 시트들을 결합하기 위하여 금속시트들 사이에 적용된 접착제 층을 포함하되, 상기 각 층에서 플라이들의 두께가 하나의 시트 및 접착제 층의 조합된 두께와 실질적으로 동일하다.

[0019] 본 발명의 하이브리드 복합재 수지-금속 항공기 구조물의 제조방법은, 섬유보강된, 모든 복합재 부재와, 모든 금속부재 및 볍합재 부재를 금속부재와 연결하는 하이브리드 볍합재-금속 핑거 조인트를 포함하는 레이업(lay-up)을 형성하는 단계로서, 이 레이업을 형성하는 단계는 층들의 각각이 이 층 내에 복합재-금속 천이지점을 형성하는 티타늄 금속시트와 에지-에지 접촉으로 복수의 복합재 수지 플라이를 위치시킴으로써 형성되도록 복수의 층을 레이업하는 것을 포함하는 단계;와 금속부재를 결합하기 위하여 금속시트들 사이에 접착제 층을 위치시키는 단계; 층들에서 천이지점들을 서로에 대해 엇갈리게 함으로써 복합재 부재와 금속부재 사이에 조인트를 형성하는 단계; 레이업을 압축하는 단계; 및 레이업을 경화하는 단계;를 포함한다.

[0020] 본 발명의 하이브리드 복합재 수지-금속 구조물은, 엇갈린 오버랩들이 복합재 수지 부재와 금속부재 사이에 복합재-금속 핑거 조인트를 형성한다.

[0021] 본 발명의 하이브리드 복합재 수지-금속 구조물은, 시트들을 서로 접합하고 또 금속부재를 결합하기 위하여 각각의 금속시트 사이에 접착제 층을 더 포함한다.

[0022] 본 발명의 하이브리드 복합재 수지-금속 구조물은, 각 금속시트가 티타늄 합금이다.

[0023] 본 발명의 하이브리드 복합재 금속부재는, 경계위치에서 끝나는 섬유 보강 복합재 재료의 레이업을 포함하되, 복합재 재료와 동일한 두께의 금속 플라이가 부재의 금속에지까지 계속되고, 또 상기 레이업은 이전의 경계 위치로부터 부재의 에지를 향하여 엇갈린 금속 경계에 복합재 금속-경계로 반복되고 또 금속 플라이들 사이에 구조적인 접착제 플라이를 포함하며 부재 에지로부터 벗어나 엇갈린 다음의 금속-복합재 경계가 차례로 포개진 스플라이스를 생성하고, 차례로 포개진 텁을 생성하는 엇갈린 경계 적층작업은 어느 복합재 플라이도 부재의 에지까지 완전히 연장함이 없이 부재의 전체 두께까지 계속된다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은, 복합재-금속 조인트를 갖는 복합재 구조물의 단면도이다.

도 2는, 복합재-금속 조인트를 포함하는 복합재 구조물의 사시도이다.

도 3은, 도 2에서 도 3으로 표시된 영역의 사시도이다.

도 4는, 복합재 플라이와 금속시트 사이의 삽입을 더 잘 보여주는, 조인트의 단면도이다.

도 5는, 도 4에 도시된 조인트의 2개의 분리된 층의 단면도이고, 또 금속시트 상에 필름 접착제의 적용을 도시한다.

도 6은, 도 5에 도시된 2개 층에 의해 형성된 조인트의 일부의 확대 단면도이다.

도 7은, 도 2-4에 도시된 복합재 조인트를 갖는 복합재 구조물을 제조하는 방법의 개략적인 플로우다이어그램이다.

도 8은, 도 7에 도시된 방법의 추가적인 상세를 도시하는 플로우다이어그램이다.

도 9는, 도 2-4에 도시된 복합재 조인트를 갖는 복합재 구조물을 제조하는 다른 방법의 플로우다이어그램이다.

도 10은, 항공기 생산 및 서비스 방법론의 플로우다이어그램이다.

도 11은, 항공기의 블럭 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025]

먼저 도 1을 참조하면, 하이브리드 복합재 구조물(20)은, 복합재-금속 조인트(26)을 포함하는 천이섹션(25)에 의하여 금속부재(24)에 결합된 복합재 수지 부재(22)를 포함한다. 도시된 예에서, 복합재 구조물(20)은, 실질적으로 평평한 복합재 시트이지만, 적용예에 따라 복합재 구조물(20)은 하나 이상의 곡선, 윤곽 또는 다른 기하학적 특징을 가질 수 있다. 예컨대, 구조물(20)은, 텁(lap)조인트(30) 및 스키н을 통해 프레임(28)내로 관통하는 파스너(32)에 의해 항공기의 프레임(28)부위에 결합된 항공기의 내부 및/또는 외부의 윤곽 스키н(도시 안 됨)을 포함할 수 있다.

[0026]

프레임(28)은 복합재, 금속 또는 다른 강성있는 재료를 포함할 수 있고, 또 복합재 구조물(20)의 금속부재(24)는, 프레임(28)과 복합재 부재(22) 사이의 하중의 한도(range)와 하중의 타입을 전달하기에 적절한 강성있는 금속 피팅으로서의 역할을 한다. 이하에서 상세히 논의되는 바와 같이, 금속부재(24)는 복합재 부재(22)와 프레임(28)에 적합하고 또 이와 실질적으로 반응하지 않는, 이에 한정되지 않지만, 티타늄과 같은 다양한 임의의 금속을 포함한다. 실제적인 실시예에서, 또 이에 한정되지 않지만, 복합재 수지 부재(22)는 탄소섬유 보강 에폭시를 포함할 수 있고, 금속부재(24)는 티타늄 합금을 포함할 수 있으며, 또 프레임(28)은 알루미늄 합금 또는 복합재를 포함할 수 있다. 천이섹션(25)과 조인트(26)는, 복합재 수지 부재(22)와 금속부재(24)사이의 인장, 굽힘, 비틀림 및 전단하중을 포함하는 그러나 이에 한정되지 않는 하중의 타입 및 일반적인 한도를 견디기에 충분히 강하다. 비록 설명된 천이섹션(25)과 조인트(26)가 모든 복합재 수지 부재(22)와 모든 금속부재(24)사이에 형성되지만, 이들을 2개의 다른 복합재 구조물(도시 안 됨) 또는 2개의 다른 금속 구조물(도시 안 됨)을 결합하도록 구현하는 것이 가능할 수 있다.

[0027]

도 1-4를 참조하면, 복합재 재료 플라이(35)들의 레이업은, 나중에 여기서 천이지점(39)으로 불리는 경계(39)위치에서 끝나는바, 복합재 재료 플라이(35)들과 실질적으로 동일한 두께의 금속시트 또는 플라이(37)가 금속부재(24)의 금속에지(24a)까지 계속되고, 또 레이업은 이전의 경계 위치(39)로부터 금속에지(24a)를 향하여 엇갈린 복합재 금속-경계(39)로 반복되고 또 금속 플라이(37)들 사이에 구조적인 금속 접착제 플라이(45)(도 5와 6 참조)를 포함하며, 금속에지(24a)로부터 벗어나 엇갈린 다음의 금속-복합재 경계(39)가 차례로 포개진 스플라이스를 생성한다. 차례로 포개진 텁(29)(도 3 참조)을 생성하는 이러한 엇갈린 경계 적층작업은, 어느 복합재 플라이(35)도 모든 금속부재(24)의 금속에지(24a)까지 완전히 연장함이 없이 하이브리드 복합재 구조물(20)의 전체 두께까지 계속된다.

[0028]

도 2-4를 또한 참조하면, 구조물(20)의 복합재 부재(22)는, 섬유보강 수지 플라이(35)의 적층체(34)와, 실질적으로 결합된 금속 구조물을 형성하기 위하여 서로 접합되는 금속 시트(37) 또는 플라이의 적층체(36)를 포함하는 구조물(20)의 금속부재(24)를 포함한다. 도 5와 6에 도시된 바와 같이, 복합재 플라이(35)와 금속시트(37)들은 층(38)으로 배열된다. 층(38)의 각각은, 금속시트(37)들중의 하나의 시트와 실질적으로 에지-에지 접촉을 하는 하나 이상의 복합재 플라이(35)를 포함한다. 그리하여, 각 층(38)은 복합재, 즉 복합재 수지 플라이(35)로부터 금속, 즉 금속시트(37)까지의 지점(39)에서 천이한다.

[0029]

천이지점(39)들은, 플라이(35)와 금속시트(37)들이 천이섹션에서 서로 오버랩되도록 미리 정해진 레이업 계획에 따라 서로에 대하여 엇갈리게 된다(도 1 참조). 천이지점(39)들의 엇갈림은, 조인트(26)에서 균열 또는 분리의 발생 및/또는 전파를 감소할 수 있는 복수의 접합라인을 생성한다. 천이지점(39)들의 엇갈림은 또한, 모든 복합재 부재(22)와 모든 금속부재(24)사이에 차례로 포개진 스플라이스(27)를 형성하는 조인트(26)내에서, 복합재

플라이(35)와 금속시트(37)의 삽입의 형태로 된다. 이러한 차례로 포개진 스플라이스(27)는, 평거 접합(26), 평거 조인트(26) 또는 다중단계 랩 조인트(26)로도 불릴 수 있다. 천이지점(39)들 중의 인접한 천이지점은, 강도와 분리에 대한 저항 및 균열과 같은 불균일성의 전파를 포함하는 최적의 성능특성을 나타내는 접합된 조인트(26)를 얻을 수 있도록, 구조물(20)의 평면내 방향으로 서로 이격된다. 도시된 예에서, 조인트(26)를 형성하는 차례로 포개진 스플라이스(27)는, 천이지점(39)들이 최대 오버랩의 일반적으로 중앙지점(55)으로부터 양쪽 방향으로 엇갈리는 2중의 평거 조인트(26)의 형태이다. 그러나 복수의 천이지점(39)이 단일 방향으로 엇갈리는 하나의 평거 조인트, 이에 한정되지 않는, 를 포함하는 다른 조인트 구성들이 가능하다.

[0030] 복합재 플라이(35)들은, 탄소섬유 에폭시, 이에 한정되지 않는, 와 같은 섬유보강 수지를 포함할 수 있고, 이는 단일 방향 프리프레그 또는 직물의 형태일 수 있다. 유리섬유를 포함하는 다른 섬유보강이 가능하고, 또 프리프레그가 아닌 재료의 사용이 가능할 수 있다. 복합재 플라이(35)들은 미리 정해진 섬유 방위를 가질 수 있고 또 원하는 성능 사양을 맞추기 위하여 미리 한정된 플라이(ply) 계획에 따라 레이업된다. 앞서 언급된 바와 같이, 접합된 시트(37)들은 원하는 적용예를 위해 적절한 티타늄과 같은 금속을 포함할 수 있다. 도시된 예에서, 금속시트(37)의 적층체(36)는, 플라이(35)의 적층체(34)의 두께(t_2)와 일반적으로 실질적으로 동일한 전체 두께(t_1)을 갖는다. 그러나 도시된 예에서, 두께(t_2)는, 적층체(37)의 양쪽 위의 몇몇 오버랩 플라이(43)의 두께로 인하여 상기 두께(t_1)보다 약간 더 크다.

[0031] 도 5와 6은, 도 2-4에 도시된 조인트(26)의 2개의 인접한 층(38)의 상세를 도시한다. 본 예에서, 각 층(38)은 접합적인 전체 두께(T_1)를 갖는 4개의 플라이(35)를 포함한다. 인접한 층(38)의 개별적인 금속시트(37)는, 구조적인 접착제의 층(45)에 의하여 서로 접합되고, 이는 레이업 공정 동안에 금속시트(36)들 사이에 위치된 상업적인 필름 접착제 또는 다른 형태의 적절한 접착제를 포함할 수 있다.

[0032] 도 5에서 T_1 으로 표시된 각 금속시트 및 하나의 접착제 층(45)의 조합된 두께는, 층(38)에서 복합재 플라이(35)의 두께(T_1)와 실질적으로 동일하다. 도면들에서 도시되지는 않았지만, 층간 접합강도를 증가하기 위하여 플라이(35)들 사이에 얇은 접착제 필름이 위치될 수 있다. 하나의 실제적인 실시예에서, 각각이 약 0.0025인치의 두께를 갖는 티타늄 합금 금속시트(37)가 사용될 수 있고, 접착제 필름(45)은 약 0.005인치로 두꺼울 수 있으며, 또 접합적인 층 두께가 약 0.3인치를 갖는 4개의 복합재 탄소섬유 에폭시 플라이(35)가 각 층(38)에 사용될 수 있다. 적용예에 따라, 티타늄 이외의 금속의 사용이 가능할 수 있다. 인접한 천이지점(39)사이의 거리, 층(38)들 사이의 오버랩의 길이뿐만 아니라 복합재 플라이(35)의 개수 및 금속시트(37)의 두께는, 조인트(26)를 통해 전달되는 하중의 타입 및 크기 또 가능하게는 다른 성능 사양을 포함한 특별한 적용예의 요구조건에 좌우될 것이다.

[0033] 복합재 부재 및 금속부재(22, 24)의 2개의 다른 재료 사이의 조인트(26)의 다른 층(38)은 각각(도 1 참조), 매립된 또는 장착된 센서(도시 안 됨)를 사용하여 접합품질의 비파괴 평가에 적합한 구조물(20)을 만든다. 초음파 구조적 파동(도시 안 됨)이 금속부재(24)의 에지에서, 복합재 부재(22) 또는 천이션션(25)에서 구조물(20)내로 도입될 수 있다. 이러한 초음파 파동은 금속시트(37) 및, 복합재 플라이(35)와 금속시트(37)사이의 경계(도시 안 됨)에 의하여 형성된 도파관(waveguide)에 해당하는 부재를 통하여 진행한다. 구조물(20)에 설치된 MEMS(마이크로 전자기계적인)기반의센서, 압전센서(도시 안 됨) 또는 다른 변환기들이, 조인트(26)에서 접합라인들의 상태를 분석할 목적으로 초음파 구조적인 파동을 수신하기 위하여 사용될 수 있다.

[0034] 도 7을 참조하면, 복합재 구조물(20)을 제조하는 하나의 방법은, 참조부호 65로 도시한 바와 같이 복수 층의 복합재 레이업을 형성하는 것을 포함한다. 레이업을 형성하는 단계는, 단계 67에서 복합재 수지부재(22)를 레이업하고, 단계 69에서 금속부재(24)를 레이업하는 것을 포함한다. 레이업을 형성하는 단계(65)는, 단계 71에 도시된 바와 같이 레이업의 복합재 수지 부재와 금속부재 사이에 복합재-수지 조인트를 형성하는 것을 추가로 포함한다.

[0035] 도 8은 도 7에 도시된 방법의 추가적인 상세를 도시한다. 단계 40에서 시작하면, 개별적인 금속시트(37)들은 원하는 치수 및/또는 형상으로 다듬어진다. 다음 단계 42에서, 금속시트(37)의 표면은 용제로 시트(37)들을 세정하고 이들을 건조하는 등을 포함할 수 있는 적절한 공정에 의하여 준비된다. 단계 44에서, 레이업은 각 층(38)에서 플라이(35)와 금속시트(37) 사이의 천이지점(39)들의 미리 정해진 엇갈림을 포함하는 미리 한정된 플라이 계획(도시 안 됨)에 의해 정해져서 금속시트(37)와 복합재 플라이(35)를 순차적으로 레이업함으로써 조립된다.

[0036] 레이업 공정 동안에, 금속시트(37)들은 플라이(ply)처럼 레이업 내에 배열되고, 마찬가지로 복합재 플라이들은

통상적인 레이업 공정에서 레이업 내로 배열된다. 단계 46에 도시된 바와 같이, 금속시트(37)들을 서로 결합된 금속 구조물로 접착하기 위하여 금속시트(37)들 사이에 접착제가 도입된다. 마찬가지로, 비록 도 8에 도시되지는 않았지만, 이들 플라이(35)사이의 접합강도를 증가하기 위하여 개별적인 복합재 플라이(35)사이에 접착제가 도입될 수 있다. 다음, 단계 48에서 진공배깅(bagging)과 같은 몇몇 공지된 임의의 압축기술을 사용하여 레이업이 압축될 수 있고, 이어서 오토클레이브 또는 오토클레이브 없는 경화공정을 사용하여 단계 50에서 레이업이 경화된다. 단계 52에서, 경화된 복합재 구조물(20)은 필요에 따라 마무리 및/또는 검사된다.

[0037] 도 9는, 하이브리드 복합재 구조물(20)을 제조하는 방법의 다른 실시예를 도시한다. 방법은, 경계(39)위치에서 끌나는 적어도 하나의 복합재 플라이(35)를 적절한 레이업 공구(도시 안 됨)상에서 레이업하는 단계 73에서 시작한다. 단계 75에서, 인접한 복합재 플라이(35)와 실질적으로 동일한 두께를 갖는 인접한 금속 플라이(37)가 레이업된다. 단계 77에 도시된 바와 같이, 이전의 경계(39)위치로부터 구조물(20)의 금속에지(24a)를 향하여 엇갈린 복합재-금속 경계(39)로써 레이업 공정이 반복된다. 단계 79에서, 금속 플라이(37)들 사이에 구조적인 접착제가 올려 놓아진다. 단계 73-79가 연속해서 반복되어, 하이브리드 구조물(20)의 전체 두께까지 차례로 포개진 스플라이스(27) 및 차례로 포개진 텁(29)를 형성하는 엇갈린 경계 적층을 만들고, 어느 복합재 플라이(35)도 구조물(20)의 에지(24a)까지 완전히 연장하지 않는다. 비록 도 9에는 도시되지 않았지만, 완성된 레이업은 공극을 제거하기 위하여 진공배깅 처리되고, 또 임의의 적절한 경화방법을 사용하여 후속해서 경화된다.

[0038] 개시된 실시예들은 특히 운송산업에서, 예컨대 항공, 해양 및 자동차 분야를 포함하는 다양한 잠재적인 적용예에서 그 용도를 발견할 수 있다. 따라서 이제 도 10과 11을 참조하면, 개시된 실시예들은, 도 10에 도시된 바와 같은 항공기 제조 및 서비스 방법(60) 및 도 11에 도시된 바와 같은 항공기(62)의 관점에서 사용될 수 있다. 개시된 실시예들의 항공기 적용은, 예컨대 광범위한 구조적인 복합재 부재 및 구성요소들, 특히 조립공정 동안에 파스너의 사용을 필요로 하는 것들을 포함할 수 있다. 사전 생산공정 동안에, 예시적인 방법(60)은, 항공기(62)의 사양서 및 설계(64)와 재료 획득(66)을 포함할 수 있다. 생산공정 동안에, 항공기(62)의 구성요소 및 서브조립체 제작(68) 및 시스템 통합(70)이 이루어진다. 그 후, 항공기(62)는 서비스 운항(74)에 제공되도록 인증 및 배송(72)를 거칠 수 있다. 고객에 의한 서비스 운항 동안에, 항공기(62)는 정기적인 유지 및 보수(76)(수정, 개조, 개량 등을 포함할 수 있다)계획이 예정될 수 있다.

[0039] 방법(60)의 공정들의 각각은, 시스템 통합자, 제3자 및/또는 운영자(예컨대, 고객)에 의하여 수행 또는 실행될 수 있다. 본 기재를 위하여, 시스템 통합자는 이에 한정됨이 없이 임의 숫자의 항공기 제조자 및 주요 시스템 하청업자들을 포함할 수 있고; 제3자는 이에 한정됨이 없이 임의 숫자의 판매자, 하청업자 및 공급자들을 포함할 수 있으며; 운영자는 항공사, 대여회사, 군대, 서비스 기구 등일 수 있다.

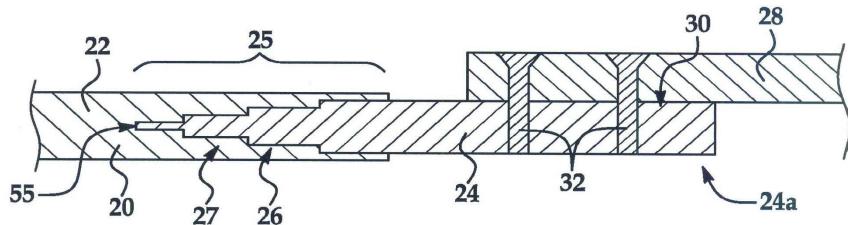
[0040] 도 11에 도시된 바와 같이, 예시적인 방법(60)에 의하여 생산된 항공기(62)는, 복수의 시스템(80)들을 갖는 에어 프레임(78)과 내장(62)을 포함할 수 있다. 고도한 시스템(82)들의 예는, 하나 이상의 추진시스템(84), 전장 시스템(86), 유압시스템(88) 및 환경시스템(90)을 포함한다. 임의 갯수의 다른 시스템들이 포함될 수 있다. 개시된 방법은 에어 프레임(78)에서 또는 내장(82)에서 사용된 부재, 구조물 및 구성요소들을 제작하기 위하여 채용될 수 있다. 항공의 예가 도시되었지만, 개시된 실시예의 원리들은 자동차 산업과 같은 다른 산업들에도 적용될 수 있다.

[0041] 여기에 구현된 장치와 방법은, 생산 및 서비스 방법(60)의 임의의 하나 이상의 단계 동안에 채용될 수 있다. 예컨대, 제조 단계(68)에 대응하는 부재, 구조물 및 구성요소들은, 항공기(62)가 서비스 운항 중인 동안에 생산된 부재, 구조물 및 구성요소들과 유사한 방식으로 제작 또는 제조될 수 있다. 또한, 하나 이상의 장치 실시예, 방법 실시예, 또는 이들의 조합이 제조 단계(68, 70)동안에, 예컨대 실질적으로 항공기(62)의 원가를 감소하거나 또는 그 조립을 촉진함으로써 이용될 수 있다. 마찬가지로, 하나 이상의 장치 실시예, 방법 실시예, 또는 이들의 조합이, 항공기(62)가 서비스 운항중인 동안에, 예컨대 그리고 이에 한정됨이 없이, 유지 및 보수(76)를 위하여 이용될 수 있다.

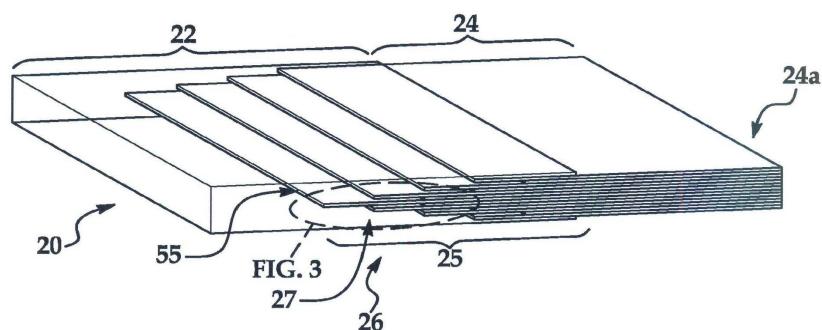
[0042] 비록 본 개시의 실시예들이 특정한 실시예들에 대하여 기재되었지만, 다른 변경들이 당업자에게 일어날 수 있기 때문에, 특별한 실시예들은 설명의 목적이지 한정할 목적이 아님을 이해하여야 한다.

도면

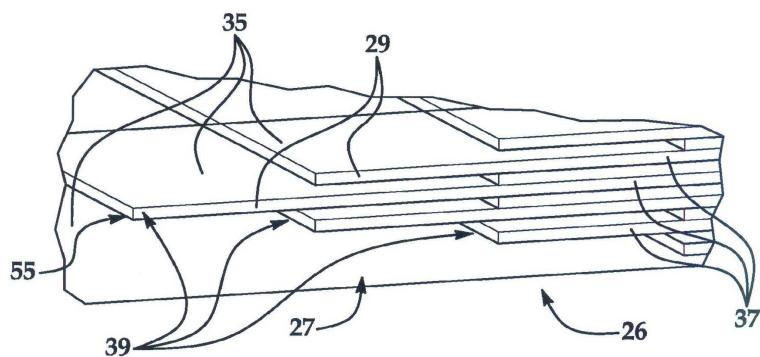
도면1



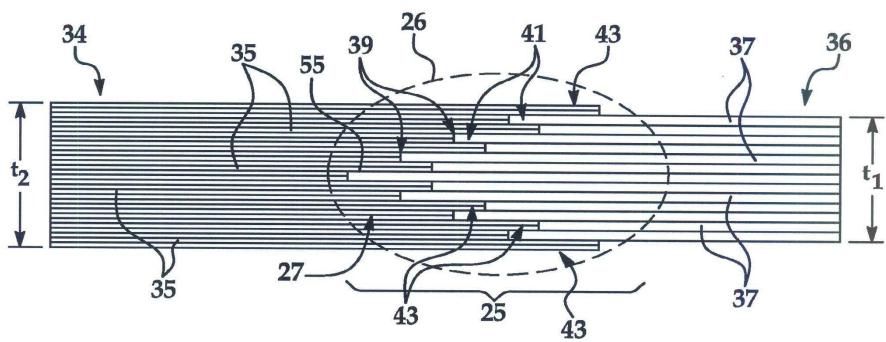
도면2



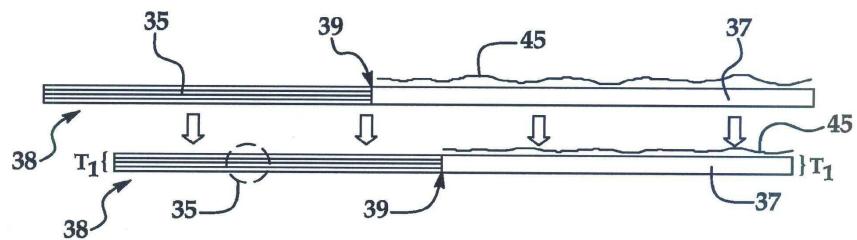
도면3



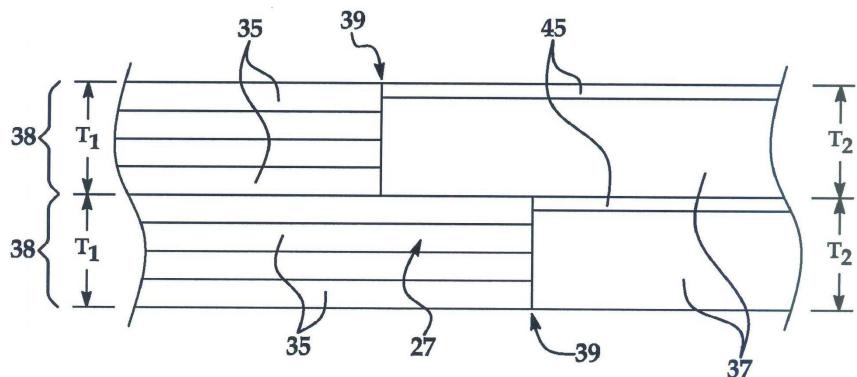
도면4



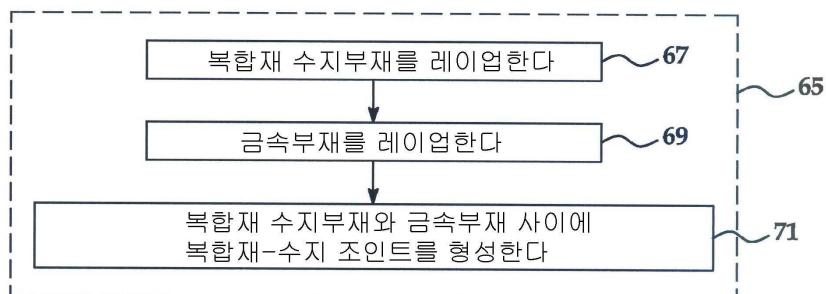
도면5

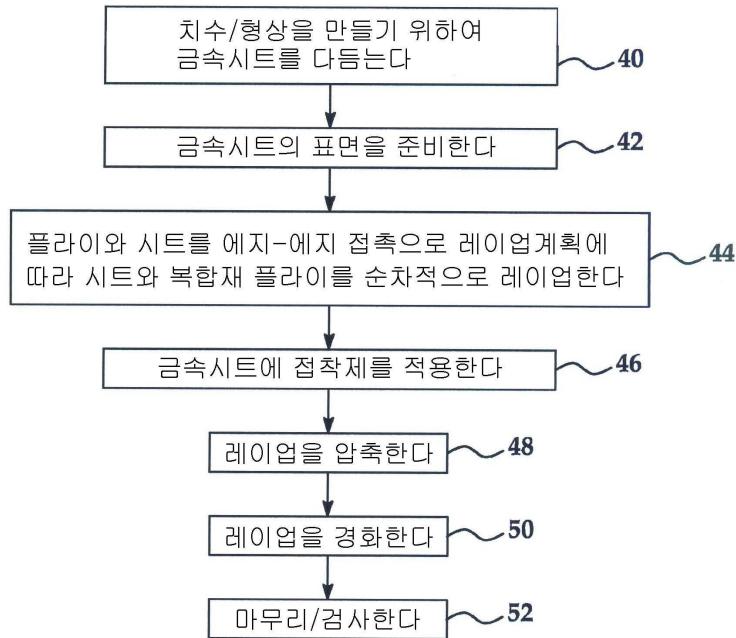
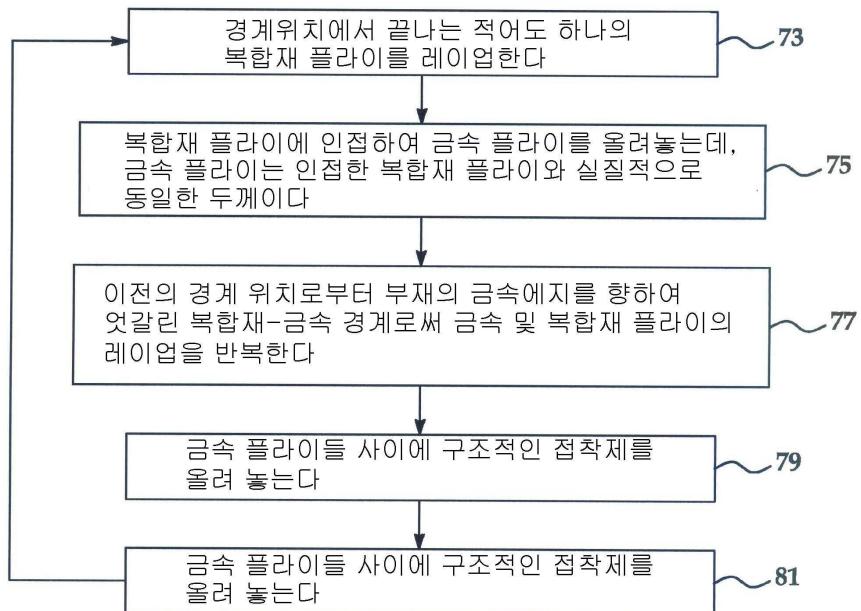


도면6

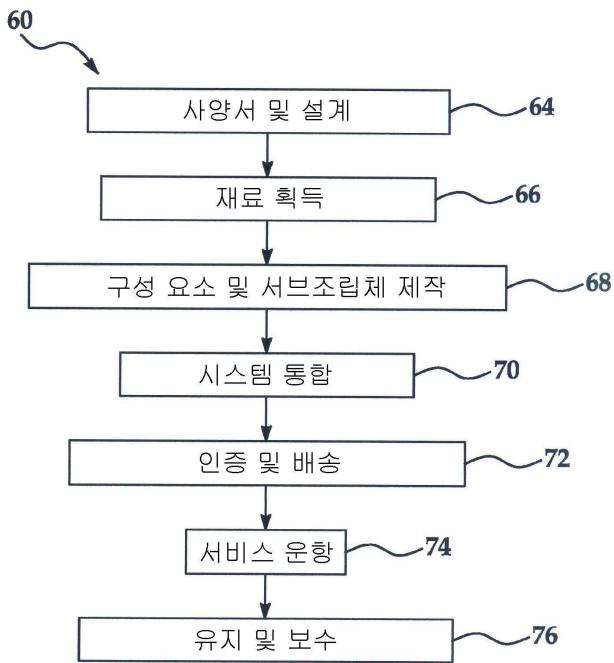


도면7



도면8**도면9**

도면10



도면11

