



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월31일

(11) 등록번호 10-1964377

(24) 등록일자 2019년03월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 73/12 (2006.01) B29C 73/32 (2006.01)
B32B 37/10 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B29C 73/12 (2013.01)
B29C 73/32 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7027243(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2010년11월12일
심사청구일자 2017년09월26일
- (85) 번역문제출일자 2017년09월26일
- (65) 공개번호 10-2017-0116182
- (43) 공개일자 2017년10월18일
- (62) 원출원 특허 10-2012-7017067
원출원일자(국제) 2010년11월12일
심사청구일자 2015년08월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2010/056453
- (87) 국제공개번호 WO 2011/081724
국제공개일자 2011년07월07일
- (30) 우선권주장
12/637,580 2009년12월14일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US20090165928 A1
US20030188821 A1
US3076561 A
JP11510201 A

- (73) 특허권자
더 보잉 컴파니
미국, 일리노이스 60606, 시카고, 100 노스 리버
사이드 플라자
- (72) 발명자
왓슨, 메간 앤.
미국, 워싱턴주 98032, 켄트, 104, 42 애비뉴 사
우스 22212
- 바르가스, 마리 에이치.**
미국, 워싱턴주 98077, 우딘빌, 노스이스트 156
스트리트 21919
- 볼드윈, 조엘 피**
미국, 워싱턴주 98117, 시애틀, 에이 24 애비뉴
노스웨스트 6741
- (74) 대리인
김윤배

전체 청구항 수 : 총 7 항

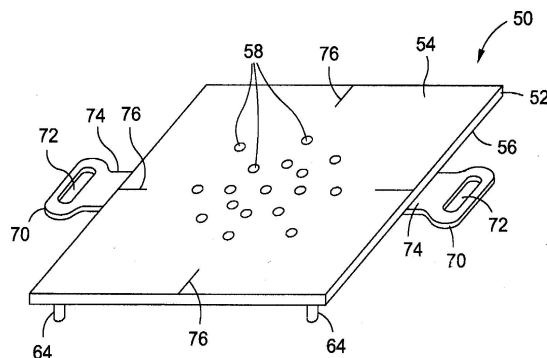
심사관 : 박세영

(54) 발명의 명칭 복합 구조물의 재작업 영역에 패치를 전달하고 처리하기 위한 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 공구는, 적어도 하나의 흡입 구멍을 구비하는 막 플레이트와, 상기 막 플레이트에 대하여 진공 하에 패치를 흡입하기 위하여 상기 흡입 구멍에 연통된 진공 포트를 구비한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류
B32B 37/1018 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 흡입 구멍(58)을 통하여 진공을 흡인하여 막 플레이트(52)로 패치(30)를 장착하는 단계;
적어도 하나의 통로(62)를 통하여 상기 흡입 구멍(58)에 진공 포트(64)를 통하여 진공 흡인하는 단계; 및
복합 구조물(10)의 재작업 영역(22) 위에서 형성된 정렬 마크(28)에 상기 막 플레이트(52)에 배치된 정렬 템플레이트(76)와 상기 패치(30)를 정렬시키는 단계;를 포함하는, 복합 구조물의 재작업 영역에 패치를 설치하기 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 막 플레이트(52)에 결합된 진공 디벨킹 조립체로 상기 패치(30)를 통합하는 단계를 포함하는, 복합 구조물의 재작업 영역에 패치를 설치하기 위한 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 막 플레이트(52)와 패치(30)를 재작업 영역(22)으로 전달하는 단계;
상기 재작업 영역(22)에 배킹 필름이 밀봉되도록 상기 막 플레이트(52)와 패치(30) 위로 배킹 필름(110)을 배치하는 단계; 및
상기 배킹 필름(110)에 진공을 흡인하는 단계를 추가로 포함하는, 복합 구조물의 재작업 영역에 패치를 설치하기 위한 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 막 플레이트(52)는 이에 형성될 정렬 템플레이트(76)를 구비하고,
상기 정렬 템플레이트(76)를 사용하여 상기 재작업 영역(22)에서 상기 패치(30)를 방향잡는 단계를 추가로 포함하는, 복합 구조물의 재작업 영역에 패치를 설치하기 위한 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 재작업 영역(22)에서 상기 패치(30)를 적어도 부분적으로 경화시키는 단계; 및
상기 패치(30)에 열과 압력 중 적어도 하나를 적용하는 단계를 추가로 포함하는, 복합 구조물의 재작업 영역에 패치를 설치하기 위한 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 재작업 영역(22)으로 상기 패치(30)를 전달할 때 상기 패치를 단열시키는 단계를 포함하는, 복합 구조물의 재작업 영역에 패치를 설치하기 위한 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

적어도 하나의 흡입 구멍을 구비하는 막 플레이트(52)의 상부면에 패치(30)를 장착하는 단계;

상기 막 플레이트(52)에 적용된 진공 디벨킹 조립체를 사용하여 상기 패치(30)를 통합하는 단계;

상기 막 플레이트(52)에 상기 패치(30)의 접촉을 유지하기 위하여 상기 흡입 구멍을 통해 진공을 흡인하는 단계;

상기 막 플레이트(52)를 사용하여 상기 패치(30)를 재작업 영역(22)으로 전달하는 단계;

상기 패치(30)를 단열시키는 단계;

상기 패치(30)에 열을 적용하는 단계;

정렬 템플레이트(76)를 사용하여 상기 재작업 영역(22)에 대하여 상기 패치(30)를 지향시키는 단계;

상기 패치(30)를 상기 재작업 영역(22)에 장착하는 단계;

상기 흡입 구멍(58)으로부터 진공을 제거하는 단계;

상기 재작업 영역(22)에 배킹 필름이 밀봉되도록 상기 막 플레이트(52)와 패치(30) 위로 배킹 필름을 배치하는 단계;

상기 배킹 필름 위에 진공을 흡인하는 단계;

상기 패치(30)를 적어도 부분적으로 경화시키기 위하여 상기 패치(30)에 열을 적용하는 단계;를 포함하는, 패치를 설치하기 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 복합구조물, 특히 복합구조물의 재작업 영역에서 설치를 위하여 패치를 취급하고 전달하거나 처리하기 위한 방법에 대한 것이다.

배경 기술

[0003] 복합재료는 여러 산업분야에서 사용량이 대단히 증가하고 있다. 예를들어, 상업용 항공기는 복합재료의 우수한

기계적 특성으로 주구조물 및 부구조물에 복합재료를 결합하고 있다. 그러한 우수한 특성은 항공기의 경량화 및 증가된 운송용량 및 연료 효율성을 들 수 있다. 더욱이 복합재료는 종래의 금속구조로 된 항공기에 비해 증가된 사용 수명을 제공한다.

[0004] 복합구조물의 제작업은 복합구조물에서 모순을 제거하기 위하여 종종 필요로 한다. 그러한 모순은 많은 이유 중의 어느 하나에 대해서도 제품 및/또는 성능 명세서와 일치하지 않을 수 있는 국부 영역을 포함할 수 있다. 예를들어, 구조물의 영역은 제한없이, 복합구조물에서 공간, 오목홈, 박리 또는 기공을 포함할 수 있는 공차를 벗어나는 모순을 포함할 수 있다. 복합구조물의 그러한 영역은 그러한 모순을 줄이거나 없애기 위하여 제작업될 수 있다. 제작업 공정은 구조물에서 재료를 제거하는 단계, 제거된 재료를 구조물에 접촉될 수 있는 복합 패치로 대체하는 단계를 포함한다. 상기 패치는, 복합구조물이 형성되는 동일 또는 다른 형태의 재료로 될 수 있는 복합재료의 플라이층으로 형성될 수 있다.

[0005] 접착하기 위하여 패치를 제작업 영역에 설치하기 전에, 패치를 구성하는 복합재료의 플라이 내에 갇혀있을 수 있는 초과공기 및/또는 휘발가스를 제거하는 것이 특히 바람직하다. 더욱이, 복합재료 플라이를 통합하거나 집적하는 것이 바람직하다. 상기 휘발가스를 제거하는 하나의 방법은 패치에 걸쳐 진공 디벌킹 조립체를 적용하는 디벌킹 작업(debulking operation)을 실행하는 것이다. 상기 디벌킹 작업은 상기 제작업 영역으로부터 떨어진 곳에 수행될 수 있다. 상기 진공 디벌킹 조립체는 휘발가스의 제거를 손쉽게 하도록 하기 위하여 패치를 가열하는 것을 포함할 수 있고 패치의 밀착을 향상시킬 수 있다.

[0006] 디벌킹에 이어서, 가열된 패치는 항공기에서와 같이 제작업 영역을 포함하는 복합구조물의 제작업 영역으로 전달될 수 있다. 상기 패치는 바람직한 방위로 제작업 영역으로 도입될 수 있고, 접착제로 제 위치에서 패치가 제작업 영역과 일치되어 접착될 수 있도록 경화될 수 있다. 두 번째 선택은 접착제 없이 제작업 영역에 패치를 임시적으로 장착하도록 하고 이어서 열을 가하여 패치를 부분적으로 경화시키고, 제작업 영역에 일치되도록 한다. 부분적으로 경화된 패치는 작업영역으로부터 제거될 수 있고, 자동 가온장치인 오토 클레이브와 같은 것에서 제작업 영역에서 떨어진 위치에서 충분히 경화되고, 이어서 재설치되어 패치를 접착제로 제작업 영역에 영구히 접착한다.

[0007] 비스말레이미드(bismaleimide, BMI) 매트릭스 재료를 구비하는 복합재료와 같은 어떤 복합재료에 대하여, 복합재료를 처리하기 위한 요구되는 온도는 비교적 높다. 예컨대, BMI 재료에 대해 수행된 디벌킹 작업은 121℃를 초과하는 온도를 요구할 수 있다. BMI 재료의 경화는 약 226℃의 온도를 요구할 것이다. 더욱이, BMI 재료로 형성된 패치에 디벌킹 작업을 수행하기 위한 시간의 길이는, BMI 재료가 경화되는 속도가 비교적 빠르기 때문에 비교적 짧다. 이런 점에서, 상승된 온도에서 BMI 복합재료는 비교적 짧은 시간 내에 부서지기 쉬운 상태로 된다.

[0008] BMI 재료가 처리되어야 하는 비교적 높은 온도와 비교적 짧은 처리량의 결합은 BMI 패치를 디벌킹에 뒤이은 제작업 영역으로 전달함에 있어서 해결과제를 제공한다. 더욱이, 비교적 낮은 온도의 열량으로 인해, 상기 패치는 상기 전달 과정 동안 비교적 빠른 속도로 냉각된다. 상기 냉각 속도는 상기 패치의 모서리에서 더 빠른 속도로 일어난다. 상기 패치의 그러한 불균일한 냉각은 바람직하지 않은 결과를 초래할 수도 있는 패치에 열 스트레스를 일으킨다. 그러한 열 스트레스는 비교적 고온의 패치가 비교적 더 낮은 제작업 영역에 설치될 때 증가된다.

[0009] 게다가, 어떤 복합재료를 처리하기 위해 필요한 높은 온도는, 상기 패치가 상기 제작업 영역에 전달될 때 패치를 취급하는 것에 관련된 해결과제를 제시한다. 예를들어, 전달 공정 중에 전체 패치를 지지하지 못하면, 상기 제작업 영역에 패치의 고정에 영향을 줄 수 있는 모서리에서와 같이, 패치에서 지지되지 않은 부분의 처짐이 생길 수 있다. 추가로, 패치의 지지받지 못한 부분의 처짐은 최종 경화에 이어서 패치의 완결성에 영향을 줄 수 도 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 패치의 온도가 유지되면서 복합재료 패치를 처리하기 위한 시스템 및 방법에 대한 기술분야에서의 요구가 존재한다. 더욱이, 패치가 지지되면서 상기 제작업 영역에 진공 디벌킹 작업으로부터 패치의 전달을 용이하게 하는 패치 처리 시스템 및 방법에 대한 요구가 존재한다. 바람직하게는, 그러한 시스템은 구조가 간단하고 비용이 저렴하다. 구조물의 제작업 영역에 패치를 전달하기 위한 공구를 제공하는 본 발명은 구조물의 균일한 가열과 관련된 상기의 과제를 해결하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기 공구는, 적어도 하나의 흡입 구멍과, 진공하에 막 플레이트에 대해 패치를 끌어내기 위해 흡입 구멍에 유체가 흐르게 결합된 진공 포트를 구비하는 막 플레이트를 구비한다.
- [0014] 본 발명의 실시예에는, 복합 구조의 재작업 영역에 패치를 설치하기 위한 공구가 개시되어 있다. 상기 공구는, 상부면과 하부면을 갖고 상기 상부면에 형성된 다수의 흡입 구멍을 구비하는 실질적으로 견고한 막 플레이트를 구비한다. 상기 막 플레이트는 상기 흡입 구멍에 유체연통하게 연결되는 다수의 통로와, 상기 하부면에 장착되어 있고 상기 막 플레이트에 상기 패치를 유지하기 위하여 진공을 끌어들이기 위해 상기 통로에 연통하게 결합된 적어도 하나의 진공포트를 구비한다. 상기 공구는 상기 막 플레이트에서 밖으로 연장되는 단열된 한쌍의 손잡이와, 상기 하부면에 장착된 가열 블랭킷 조립체를 구비한다. 상기 가열 블랭킷 조립체는 가열 블랭킷과, 상기 하부면의 반대쪽 가열 블랭킷의 측면에 배치된 단열층 및 상기 재작업 영역에 상기 패치를 정렬시키기 위해 상기 막 플레이트에 배치된 정렬 형판(template)를 구비한다.
- [0015] 추가로, 복합구조의 재작업 영역에 설치하기 위해 패치를 처리하기 위한 시스템이 개시되어 있다. 상기 시스템은 상기 패치를 상기 재작업 영역으로 전달하기 위한 공구를 구비한다. 상기 공구는, 상부면과 하부면을 갖는 실질적으로 견고한 막 플레이트를 구비하고, 상기 상부면에 형성된 다수의 흡입 구멍을 구비한다. 상기 막 플레이트는 상기 흡입 구멍에 유체연통하게 연결되는 다수의 통로와, 상기 하부면에 장착되어 있고 상기 막 플레이트에 상기 패치를 유지하기 위하여 진공을 끌어들이기 위해 상기 통로에 연통하게 결합된 적어도 하나의 진공포트를 구비한다.
- [0016] 가열 블랭킷이 상기 패치를 가열하기 위하여 상기 막 플레이트에 장착될 수 있다. 상기 공구는 상기 재작업 영역에 상기 패치를 정렬하기 위하여 막 플레이트에 배치된 정렬 형판을 구비할 수 있다. 상기 시스템은 상기 패치를 굳히기 위하여 진공 디벌킹 조립체(vacuum debulking assembly)를 구비할 수 있다. 상기 진공 디벌킹 조립체는 상기 막 플레이트에 상기 패치를 밀봉하기 위한 하부 배킹 필름(bagging film)과, 상기 패치 위로 장착가능한 진공 박스 및 상기 하부 배킹 필름에 상기 진공 박스를 밀봉하기 위하여 상기 진공 박스 위로 연장가능한 상부 배킹 필름을 구비한다.
- [0017] 패치를 처리하기 위한 시스템도 개시되어 있다. 상기 시스템은 상기 재작업 영역에 상기 패치를 전달하기 위한 공구를 구비하고, 상기 시스템은 상부면과 하부면을 구비하는 막 플레이트를 구비하고, 이 막 플레이트는 진공하에서 패치를 빨아들이기 위하여 상기 상부면에 형성된 흡입 구멍을 구비한다. 상기 시스템은 상기 패치를 굳히기 위하여 상기 막 플레이트에 장착가능한 진공 디벌킹 조립체와, 상기 구조물에 상기 공구를 밀봉하기 위한 진공 백 조립체를 구비할 수 있다.
- [0018] 본 발명은 패치를 처리하기 위한 방법도 포함한다. 상기 방법은 적어도 하나의 흡입구멍을 구비하는 막 플레이트의 표면에 패치를 장착하는 단계와, 상기 패치를 상기 막 플레이트에 접촉을 유지하기 위해 흡입 구멍을 통해 진공을 빨아들이는 단계를 포함하여 이루어진다.
- [0019] 추가의 실시예에서는, 다수의 흡입 구멍을 가지는 막 플레이트의 상부면에 패치를 장착하는 단계와, 상기 막 플레이트에 적용되는 진공 디벌킹 조립체를 사용하여 상기 패치를 굳히는 단계를 포함하여 이루어지는 패치를 처리하는 방법이 개시되어 있다. 상기 방법은 추가로, 상기 패치를 막 플레이트에 접촉을 유지하기 위하여 상기 흡입구멍을 통해 진공을 빨아들이는 단계와, 상기 막 플레이트를 사용하여 상기 재작업 영역에 상기 패치를 전달하는 단계를 포함한다. 상기 패치는 가열가능하고 열이 패치에 적용될 수 있다. 상기 방법은 정렬 형판을 사용하여 상기 재가열 영역에 대해 상기 패치를 위치시키는 단계와, 상기 재가열 영역에 상기 패치를 설치하는 단계를 포함한다. 진공이 상기 흡입구멍으로부터 제거될 수 있고, 배킹 필름이 상기 막 플레이트와 패치 위에 놓여져서 상기 배킹 필름이 상기 재가열 영역에 밀봉될 수 있다. 진공이 상기 배킹 필름에 걸릴 수 있다. 열이 상기 패치에 인가되어 적어도 부분적으로 상기 패치를 경화시킨다. 상기 방법은 상기 재가열 영역으로부터 패치를 제거시키는 단계, 상기 패치를 완전히 경화시키기 위하여 압력하에 상기 패치를 가열하는 단계, 및 상기 패치 위로 적용되는 공구로 상기 재작업 영역에 상기 패치를 설치하는 단계를 포함한다.
- [0020] 상기 구조와 기능 및 장점은 본 발명의 여러가지 실시예에서 독립적으로 달성될 수 있고, 또는 다른 실시예와 결합될 수도 있으며, 첨부된 도면을 참조하여 이하에서 더욱 자세히 설명할 것이다.

발명의 효과

- [0022] 구조가 간단하고 비용이 저렴하면서, 패치의 온도가 유지되면서 복합재료 패치를 처리하기 위한 시스템 및 방법

을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0024]

- 도 1은 가열 블랭킷을 구비하는 공구의 저면 사시도를 나타낸다.
- 도 2는 공구의 막 플레이트에 형성된 다수의 흡입구멍을 도시하는 공구의 평면 사시도를 나타낸다.
- 도 3은 양측에 장착된 한쌍의 손잡이를 도시하는 공구의 저면도를 나타낸다.
- 도 4는 막 플레이트에 형성된 다수의 흡입 채널을 도시하는 공구의 평면도를 나타낸다.
- 도 5는 상기 흡입구멍에 진공포트를 유체연통시키는 다수의 통로를 구비하는 공구의 실시예를 나타내기 위하여 도 4의 5-5선을 따른 공구의 단면도를 나타낸다.
- 도 6은 상기 막 플레이트에 장착된 패치를 나타내기 위하여 도 4의 6-6선을 따른 공구의 단면도를 나타낸다.
- 도 7은 공구에 결합되고 패치 위로 연장되는 진공 디벨킹 조립체를 구비하는 공구의 측면도이다.
- 도 8은 공구에 결합된 진공 디벨킹 조립체의 평면도이다.
- 도9는 공구에 장착된 진공 디벨킹 조립체와 패치의 분해도이다.
- 도 10은 패치가 설치될 제작업 영역을 가지는 구조물의 사시도이다.
- 도 11은 제작업 영역에 적용된 공구와 패치를 나타내는 도 10의 구조물의 평면도이다.
- 도 12는 흡입 구멍에 작용된 진공에 의해 공구에 고정된 패치를 구비하는 공구의 측면도이다.
- 도 13은 진공 백 조립체에 의해 복합 구조물에 대해 밀봉된 공구를 구비하고, 복합 구조물의 제작업 영역 내에 장착된 패치를 나타내는 단면도이다.
- 도 14는 흡입 구멍에 작용된 진공에 의해 막 플레이트에 대해 유지된 더블러를 구비하는 공구를 나타내는 측면도이다.
- 도 15는 패치가 적용될 윤곽이 형성된 복합 구조물의 사시도이다.
- 도 16은 윤곽지워진 패치를 지지하도록 된 막 플레이트에 대해 유지된 패치를 나타내는 측면도이다.
- 도 17은 공구를 사용하여 복합 구조물을 제작업하기 위한 방법의 흐름도를 나타내는 도면이다.
- 도 18은 공구를 포함하는 시스템을 나타내는 블록 다이어그램이다.
- 도 19는 항공기의 생산과 정비 방법을 나타내는 작업 흐름도이다.
- 도 20은 항공기의 구성을 나타내는 블록 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025]

이하에서는, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 다양한 실시예를 설명하는데, 이 도면과 설명은 예시적인 것이지 이에 한정되지 않으며, 도 1과 도 2에는 공구(50)의 사시도가 나타나 있는데, 패치(30)의 처리와 취급에 사용될 수 있고 (도 6 참고), 복합 구조물(10, 도 10 참고)의 제작업 영역(22, 도 10 참고)에 설치될 수 있다. 예를들어, 상기 공구(50)는 상기 패치(30, 도 6)를 디벨킹 작업으로부터 제작업 영역(22, 도 10 참고)으로 이송하기 위한 수단을 제공하는데, 디벨킹 작업은 제작업 영역(22, 도 10)으로부터 벗어나 수행될 수 있다. 바람직하게는, 상기 공구(50)는 상기 패치(30, 도 6)를 막 플레이트(52)의 상부면(54)에 대해 흡인하기 위하여 하나 이상의 흡입 구멍(58, 도 2)을 구비할 수 있다. 이런 방식으로, 상기 흡입 구멍(58, 도 2)은, 작업자가 패치(30, 도 6)에 접촉할 위험없이 가열된 패치(30, 도6)를 이송할 때와 같이, 공구(50) 위의 제 위치에 상기 패치(30, 도 6)를 고정하기 위한 수단을 구비한다.

[0026]

도 1, 도 2에 보인 바와 같이, 상기 공구(50)는 가열 블랭킷(80)과, 가열된 패치(30, 도 6)를 이송할 때 패치(30, 도 6)로부터 열손실을 최소화하기 위한 선택적인 단열층(84)을 구비하는 가열 블랭킷 조립체(78)를 구비할 수 있다. 게다가, 상기 공구(50)는 패치(30, 도 6)의 테두리에 걸쳐 처짐을 방지하기 위하여 패치(30, 도 6)의 영역을 지지하기 위한 수단을 구비할 수 있다. 더욱이, 상기 공구(50)는, 아래에서 더 자세히 설명되는 것과 같이, 제작업 영역(22, 도 10)에 패치(30)를 설치할 때 패치(30)에 실질적으로 균일한 압력을 작용시키기 위한 수

단을 구비하고 있다.

[0027] 도 1, 도 2에 보인 바와 같이, 공구(50)는 막 플레이트(52)를 구비하고, 선택적으로 상기 막 플레이트(52)의 하부면(56)에 장착된 가열 블랭킷 조립체(78)를 구비할 수 있다. 도 2에 보인 바와 같이, 상기 막 플레이트(52)는, 다수의 흡입 구멍(58)을 구비할 수 있는데, 이 흡입 구멍(58)은 서로 유체연통하게 연결되거나, 공구(50)의 하부면(56)으로부터 바깥쪽으로 연장되는 하나 이상의 진공 포트(64)에 유체연통하게 결합될 수 있다. 공구(50)가 진공 포트(64)와, 상기 막 플레이트(52)의 하부면(56)에서 모서리에 장착된 진공 게이지(68)를 구비하는 것으로 도시되었으나, 상기 진공 포트(64)는 상기 흡입 구멍(58)에서 진공을 흡인하기 위하여 공구의 어떤 위치라도 장착될 수 있다. 상기 공구(50)는, 플랜지(74)나, 손잡이(70)를 막 플레이트(52)에 연결하기 위한 다른 적절한 수단에 의해 상기 막 플레이트(52)에 부착될 수 있고 그림(72)을 구비하는 하나 이상의 손잡이(70)를 더 구비할 수 있다. 아래에서 자세히 설명될 것처럼, 패치(30, 도 6 참고) 및/또는 공구(50)를 재작업 영역(22, 도 10 - 도 11)과 정렬시키기 위하여 상기 막 플레이트(52)의 상, 하부면(54, 56)에 정렬 형판(76)이 선택적으로 장착될 수 있다.

[0028] 도 3, 도 4를 참조하면, 막 플레이트(52)의 모서리에 위치한 진공 포트(64, 도 3)가 도시되어 있다. 도 4에 보인 바와 같이, 막 플레이트(52)는, 진공 포트(64, 도 3)를 상기 흡입 구멍(58)에 유체연통하게 결합하기 위하여 흡입 구멍(68) 및/또는 진공 포트(64) 사이에 이어질 수 있는 다수의 통로(62)를 구비할 수 있다. 상기 통로(62)는 하나 이상의 흡입 구멍(58)을 서로 유체연통시키기 위하여 배치될 수 있다. 도 3과 도 4에는, 플랜지(74)에 의하여 막 플레이트(52)에 결합될 수 있고 그림을 구비하는 손잡이(70)가 도시되어 있다. 도 3에는, 가열 블랭킷(80)과 선택적인 단열층(84)을 구비하는 가열 블랭킷 조립체(78)가 도시되어 있다. 하나의 실시예에서, 상기 가열 블랭킷 조립체(78) 막 플레이트의 하부면(56)에서 일반적으로 중심에 놓인다. 가열 블랭킷 조립체(78)는 정사각형으로 도시되어 있지만, 어떠한 크기나 어떠한 형태로 될 수 있다. 정렬 형판(76)은 도 3, 도 4에 보인 바와 같이 막 플레이트(52)의 상, 하부면(54, 56)에 선택적으로 결합될 수 있다.

[0029] 도 5, 도 6을 참조하면, 막 플레이트(52)를 통해 흡입 구멍(58)을 진공 포트(64)에 유체연통하게 연결하는 것을 나타내고, 상기 막 플레이트(52) 내에 형성된 통로(62)를 구비하는 실시예에서의 공구의 단면을 나타낸다. 진공 포트(64)는 막 플레이트(52)의 하부면(56)에 장착되어 있는 것으로 도시되어 있다. 흡입 구멍(58)은, 도 6에 도시된 바와 같이, 막 플레이트(52)의 상부면(54)에 접촉하여 패치(30)를 유지시키기 위한 수단을 제공한다. 이런 방식으로, 상기 패치(30, 도 6)는, 패치(30)를 상기 재작업 영역(22, 도 10)에 설치하는 것이 필요할 때, 상기 막 플레이트(52)로부터 매달리는 것을 포함하여 어느 방향으로든지 놓일 수 있다. 흡입 구멍(58)은, 아래에서 자세히 설명되듯이 진공 포트(64)를 통해 흡인되는 진공(66)에 의해 작용되는 흡인력의 적용에 의해 패치(30, 도 6)를 막 플레이트(52)에 접촉하는 것을 유지할 수 있다. 도 5와 도 6은, 가열 블랭킷(80)과 선택적인 단열층(84)을 포함하는 가열 블랭킷 조립체(78)를 도시한다. 앞에서 설명한 바와 같이, 상기 가열 블랭킷 조립체(78)는 상기 막 플레이트(52)에 결합될 수 있다. 상기 가열 블랭킷 조립체(78)는 상기 흡입 구멍(58) 및/또는 패치(30, 도 6)에 대해 어떠한 크기로 형성될 수 있더라도, 상기 가열 블랭킷 조립체(78)는, 상기 흡입 구멍(58) 및/또는 패치(30, 도 6)의 위치를 넘어 연장될 수 있을 정도의 크기로 배치되어 있다.

[0030] 도 6에 도시된 바와 같이, 패치(30)를 형성하기 위한 패치 플라이(36)는 탄소섬유 보강 플라스틱(CFRP) 또는 이에 한정되지 않지만, 유리섬유 보강 플라스틱과 같은 다른 수지 매트릭스(즉, 미리 함침된) 복합 재료와 같은 어떠한 재료를 구비할 수 있다. 더욱이, 상기 패치 플라이(36)는 적절한 수지 용융 공정을 사용하여 수지와 용융될 수 있는 건조 복합 재료를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 상기 공구(50)는 고온 처리 요건을 갖는 복합 재료를 처리하기 위한 수단을 제공한다. 예를들어, 상기 공구는, 처리온도가 대략 190.6℃ 내지 226.7℃ 범위에 있는 비스말레이미드(bismaleimide, BMI) 재료와 같은 고온 재료를 안전하게 처리하기 위한 수단을 제공한다. 그러나, 앞에서 설명한 바와 같이, 상기 공구(50)는 어떤 형태의 복합재료를 처리하기 위하여 실행될 수 있고, 여기서 예시한 특정한 예에 한정되지는 않는다.

[0031] 도 1 내지 도 6을 참조하면, 상기 패치(30)를 지지하는 막 플레이트(52)의 취급은 막 플레이트(52)의 임의의 위치로부터 바깥으로 연장할 수 있는 하나 이상의 핸들(70)에 의해 용이하게 될 수 있다. 예를들어, 도 1 내지 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 손잡이(70)는 막 플레이트(52)의 양측으로부터 바깥으로 연장될 수 있다. 상기 손잡이(70)는 바람직하게는 상기 막 플레이트(52)에서 손잡이(70)로의 열전달을 최소화할 수 있도록 형성된다. 이러한 점에서, 손잡이(70)는 단열재로 형성되는 그림부(72)를 구비할 수 있다. 상기 손잡이(70)는 적절한 수단에 의하여 상기 막 플레이트(52)에 장착될 수 있다.

[0032] 예를들어, 도 5와 도 6에 잘 나타나 있듯이, 각 손잡이(70)는 가열된 막 플레이트(52)로부터 열전도를 최소화

할 수 있도록 된 플랜지(74)에 의해 막 플레이트(52)에 장착될 수 있다. 상기 손잡이(70)는 도 3에 보인 기계식 고정구 및/또는 접합이나 다른 적절한 수단에 의해 상기 막 플레이트(52)에 연결될 수 있다. 또한, 상기 손잡이(70)는 막 플레이트(52)로부터 손잡이(70)로 열전달을 최소화하는 방식으로 막 플레이트(52)와 일체로 형성될 수도 있다. 상기 선잡이(70)는 손잡이(70)를 잡는 기술자에게 극단적인 온도의 노출을 감소시키기 위하여 전술한 바와 같이 단일 그립(72)을 선택적으로 포함할 수 있다.

[0033] 도 1 내지 도 6을 참조하면, 상기 막 플레이트(52)는, 이에 한정되지는 않고, 티타늄, 알루미늄, 구리, 세라믹, 복합재료 또는 이들 재료의 결합이나, 다른 적절한 금속 또는 비금속 재료를 포함하는 적절한 재료로 이루어질 수 있다. 예를들어, 막 플레이트(52)는 복합재료로 형성될 수 있다. 상기 막 플레이트(52)는 패치(30, 도 6)를 처리하기 위한 안정적인 표면을 제공하기 위하여 실질적으로 고체 재료로 형성되는 것이 바람직하다. 예를들어, 상기 막 플레이트(52)는 막 플레이트(52) 위에서 패치(30)의 디별킹을 용이하도록 하기 위하여 실질적인 강성을 제공하도록 형성되는 것이 바람직하다. 또한, 상기 막 플레이트(52)는 상기 패치(30)가 재작업 영역에 설치될 때 패치(30)에 상대적으로 균일한 압력 분포를 제공할 수 있도록 충분히 강성을 가지는 것이 바람직하다. 이와 관련하여, 상기 막 플레이트(52)는, 패치(30)를 경화시키는 동안 및 또는 패치(30)를 상기 재작업 영역(22, 도 10)에 결합할 때와 같이 진공 배킹 작업에 의해 수리 패치(30, 도 6)에 대하여 고정될 수 있다. 이와 관련하여, 상기 막 플레이트(52)는 패치(30, 도 6) 보다 큰 크기로 형성되는 것이 바람직하다. 이상적으로는, 상기 패치(30)는, 재작업 영역(22, 도 10)에 설치될 때와 같이 패치(30)에 압력을 적용하기 위하여 매끄러운 표면을 형성하기 위하여 돌출부 없이 비교적 매끄러운 표면을 구비하는 것이 바람직하다.

[0034] 이와 관련하여, 도 10과 도 11을 간략히 참조하면, 상기 패치(30, 도 11)는 재작업되고 있는 복합 구조물의 형상에 상응하는 평면 형상 또는 곡면 형상과 같이 임의의 형상으로 제공될 수 있다. 예를들어, 도 10은 만곡된 형상을 가지는 표피 부재(16)를 구비하는 복합 구조물(10)에 형성된 재작업 영역(22)을 나타낸다. 상기 공구(50)는 바람직하게는, 막 플레이트(52)가 복합 구조물(10) 위의 재작업 영역(22)의 형상과 실질적으로 일치하도록 형상이나 규격이 맞추어지는 것이 좋다. 이러한 방식으로, 최종 경화 동안 또는 상기 패치(30, 도 11)를 상기 재작업 영역(22, 도 10)에 부착하는 동안에 실질적으로 균일한 압력이 상기 패치(30)에 걸쳐 적용되는데, 이하에서 자세히 설명할 것이다.

[0035] 이와 관련하여 도 15와 도 16을 참조로 간략히 설명하면, 상기 공구는, 상기 막 플레이트(52)가 복잡하게 형성되거나 만곡된 복합 구조물(10)에 상응하도록 형성되도록 구성된다. 예를들어, 도 15와 도 16은 표피부재(16)에 장착된 가로보(20)를 나타내고, 상기 가로보(20)는 재작업 영역(22)을 구비하고, 가로보의 재료가 상기 패치(30, 도 16)를 수용하기 위하여 제거될 수 있다. 도 16은 공구(50)를 나타내는데, 상기 막 플레이트(52)는 상기 가로보(20)에 상응하게 형성되어 상기 막 플레이트(52)가 실질적으로 상기 가로보(20)의 윤곽이나 형상과 일치되도록 되어 있다. 이와 관련하여, 상기 막 플레이트(52)는, 재작업 되고 있는 복합 구조물(10)과 유사한 형상을 갖는 구조물에 적용될 수 있는 성형가능한 재료로 형성될 수 있다. 윤곽이 형성된 막 플레이트(52)는 공구(50)에 조립될 수 있고, 진공 포트(64), 흡입 구멍(58) 및, 상기 진공 포트(64)를 상기 흡입 구멍(58)에 유체연통하게 연결하는 통로(62)를 구비하여 상기 흡입 구멍(58)을 통해 진공(66)이 흡인될 때 상기 패치(30)가 상기 막 플레이트(52)에 접촉이 유지될 수 있도록 하며, 이에 대해서는 이하에서 자세히 설명될 것이다.

[0036] 바람직하게는, 예컨대 디별킹 위치 등의 다른 위치로부터, 운송체에 배치될 수 있는 복합 구조물(10)의 상기 재작업 영역(22)에 상기 패치(30)를 설치하는 위치로 상기 패치(30)를 전달하는 동안, 상기 막 플레이트(52)가 상기 패치(30)에 대한 지지체를 제공하도록 상기 공구(50)를 형성하는 것이 좋다. 이와 관련하여, 상대적으로 딱딱한 막 플레이트(52)는, 상기 패치(30) 내에서 기계적인 스트레스를 최소화시키면서 상기 패치(30)의 전달을 용이하게 한다. 게다가, 상기 막 플레이트(52)는 패치(30)가 재작업 영역(22, 도 10 및 도 16)에 설치하기 전에 휘거나 뒤틀리는 것을 방지한다. 그러나, 상기 막 플레이트(52)는 일정한 정도의 유연성을 가지는 실시예로서 형성하는 것도 고려할 수 있다. 예를들어, 상기 막 플레이트(52)는 알루미늄 및/또는 구리 시트와 같은 상대적으로 얇은 금속 시트로 제조하여, 상기 막 플레이트(52)를 약간의 곡면이나 만곡된 면에 꼭맞게 용이하게 형성할 수 있을 정도의 유연성을 제공하는 것도 가능하다.

[0037] 도 1 내지 도 6을 참조하면, 상기 공구(50)는 상기 패치가 위에 지지될 수 있는 상부면(54)의 반대쪽에 공구(50)의 하부면(56)에 선택적으로 장착될 수 있는 가열 블랭킷(80)을 추가로 구비할 수 있다. 가열 블랭킷 조립체(78)는 가열 블랭킷(80)과 선택적인 단열층(84)을 구비할 수 있다. 상기 단열층(84)은 패치(30)의 전달 동안 상기 패치(30)로부터 열손실을 줄이기 위한 수단을 구비할 수 있다. 예를들어, 상기 단열층(84)은 상기 패치(30, 도 6)를 진공 디별킹 작업으로부터 상기 재작업 영역(22, 도 10)으로 전달할 때 열손실을 방지하거나 적어도 감소시킬 수 있다. 앞에서 설명하였듯이, 상기 패치(30, 도 6)가 형성될 수 있는 어떤 복합 재료는 상대적으

로 높은 온도로 처리할 필요가 있다. 예를들어, 디별킹 작업 동안에, 가열 블랭킷(80)은 상기 패치(30, 도 7)를 형성하는 복합 플라이 내에 갖혀 있는 공기나 휘발물질의 진공흡입을 용이하게 하기 위하여 상기 패치(30, 도 7)를 상대적으로 높은 온도로 가열할 수 있다. 상기 가열 블랭킷(80)은 상기 패치(30)를 디별킹 작업에 이어서 상기 재작업 영역(도 12, 도 13)에 상기 패치(30, 도 12, 도 13)를 전달하는 동안 상대적으로 높은 온도로 상기 패치(30, 도 12, 도 13)을 유지할 수도 있다.

[0038] 도 1 내지 도 6을 참조하면, 상기 가열 블랭킷 조립체(78)는 상기 막 플레이트(52)를 통한 열의 전도에 의해 상기 패치(30, 도 6)를 가열시킬 수 있도록 된 가열 블랭킷(80)을 구비할 수 있다. 상기 가열 블랭킷(80)은 상기 패치(30, 도 6)를 구성하는 복합 재료의 재료 요건에 상응하는 비율로 상기 패치(30)를 가열시킬 수 있다. 상기 가열 블랭킷(80)은 이에 한정되지는 않지만 어떠한 적절한 저항선 구조와 같은 적절한 가열 블랭킷(80) 구조를 구비할 수 있다. 그러나, 상기 가열 블랭킷(80)은 어떠한 구조로도 가능하며, 저항선 구조에 한정되지 않는다. 앞에서 설명한 바와 같이, 상기 단열층(84)은 상기 패치(30, 도 6)로부터 열손실을 최소화하기 위하여 상기 가열 블랭킷(80)의 외측면에 선택적으로 구비될 수 있다. 상기 단열층(84)은 좋은 단열특성을 갖는 적절한 재료나 실리콘 층으로 구비될 수도 있다. 열전쌍과 같은 열 센서(도시 안됨)가 상기 패치(30, 도 6)나 막 플레이트(52)의 온도를 모니터링하기 위한 수단을 구비하기 위하여 상기 막 플레이트(52)의 상부면 또는 하부면(54, 56)을 따라 전략적인 위치에 선택적으로 장착될 수 있다. 상기 단열층(84)은, 단열 특성을 가지고 기계적 또는 열적으로 작업온도에서 안정적인 적절한 재료 또는 바이튼(Viton)을 포함하는 적절한 재료로부터 형성될 수 있다.

[0039] 도 2 내지 도 4, 도 10 및 도 11을 간단히 참조하면, 상기 공구(50)는 재작업 영역(22, 도 10, 도 11)과 상기 패치(30, 도 6)를 정렬시키기 위하여 정렬 템플레이트(76) 또는 기능적으로 이에 상응하는 등가물을 선택적으로 구비할 수 있다. 예를들어, 상기 정렬 템플레이트(76)는 상기 막 플레이트(52)의 상부면(54)에 도포될 수 있는 분리된 재료층을 구비할 수 있다. 다르게는, 상기 정렬 템플레이트(76)는 구조물에 형성된 상응하는 표시와 정렬될 수 있고, 상기 막 플레이트(52)의 상부면(54) 내에 인쇄되거나, 도포되거나 양각 또는 음각될 수 있는 선분이나 다른 표시와 같은 임시의 또는 영구적인 마크로 이루어질 수 있다.

[0040] 예를들어, 도 10과 도 11을 간단히 참조하면, 상기 막 플레이트(52, 도 11)의 정렬 템플레이트(76, 도 11)와의 정렬을 용이하게 하기 위하여 복합 구조물(10)의 외부 몰드 라인(12)에 정렬 마크(28)의 상호보완적인 세트를 형성할 수도 있다. 여기서, 상기 정렬 템플레이트(76, 도 11) 또는 기능상 등가물이 상기 막 플레이트(52)의 상부면(54) 및/또는 하부면(56)에 정렬 마크의 대응 세트로 형성될 수 있다. 상기 막 플레이트(52)의 상부면(54, 도 3, 도 4)에 형성된 정렬 템플레이트(76)는 패치(30, 도 6)를 형성하는 패치 플라이(36, 도 6)의 적층을 용이하게 해준다. 재작업 영역(22, 도 11)에 상기 패치(30, 도 11)를 정렬하여 위치시키기 위하여, 상기 막 플레이트(52)의 하부면(56, 도 3, 도 4)도 상기 공구(50)를 상기 재작업 영역(22, 도 11)과 정렬을 용이하도록 형성할 수 있다.

[0041] 상기 막 플레이트(52)는 이 막 플레이트(52)에 장착될 상기 패치(30, 도 6)에 상응하도록 상기 막 플레이트(52)의 상부면(54, 도 4)에 서로 떨어져서 배치된 흡입 구멍(58, 도 4)을 구비할 수 있다. 도 2와 도 4에 보인 바와 같이, 상기 흡입 구멍(58)은 원형의 패치에 상응하는 원형 패턴으로 배치할 수 있다. 그러나, 상기 흡입 구멍(58)은 도 2와 도 4에 보인 원형 패턴을 포함하여 어떤 형태로 배치할 수 있고, 또는 상기 패치(30, 도 6)의 형태에 상응하도록 하는 것이 바람직하지만 어떠한 패턴으로 배치될 수 있다.

[0042] 도 7과 도 8을 참조하면, 상기 패치(30) 위로 장착되는 진공 디별킹 조립체(100)를 구비하는 공구(50)가 도시되어 있다. 앞에서 언급하였듯이, 갇힌 공기나 휘발성 가스를 제거하여 패치를 밀착함으로써, 진공 디별킹은 패치(30)의 강성을 향상시키기 위한 수단을 제공한다. 이 디별킹은 패치의 경화 상태를 최소화하기 위하여 최소의 열을 적용하면서 수행된다. 도 7에 보인 바와 같이, 진공 디별킹 조립체(100)는 상기 공구(50)에 적용될 수 있다. 이 진공 디별킹 조립체(100)는 상기 막 플레이트(52)의 상부면(54)에 패치(30)를 감싸도록 밀봉될 하부의 배킹 필름(110, bagging fim)을 구비할 수 있다. 하나 이상의 진공 포트(108)가 상기 막 플레이트(52) 위에 배치되어 하부의 배킹 필름(110)에 진공을 끌어당기는 수단을 제공할 수 있다.

[0043] 예를들어, 도 7과 도 8에 보인 바와 같이, 진공 포트(108)는 패치(30)의 오른쪽에서 하부의 배킹 필름(110)을 통해 연장될 수 있다. 상기 패치(30)는 진공 디별킹 공정 동안의 열 적용 동안에 융착을 방지하기 위하여 패치(30)와 막 플레이트(52) 사이에 삽입된 분리 필름(116)의 층으로 그 상부면이 덮힌다. 막 플레이트(52)에 대하여 패치(30)를 고정하기 위하여 패치(30)에 진공을 흡인하기 위한 수단을 제공하기 위하여, 상기 막 플레이트(52)의 흡입 구멍(58)의 위치에 상응하게 상기 분리 필름(116)에 구멍이 형성될 수 있다. 하부의 배킹 필름(110)의 영역 위에 실질적으로 균일한 진공을 용이하게 적용할 수 있도록 상기 패치(30)와 배킹 필름(110) 사이

에 패치(30) 위에 통기층(114)이 선택적으로 설치될 수 있다. 상기 통기층(114)은 패치(30) 위로 지속적인 공기 통로를 제공하는 다공성 재질이 바람직하다. 상기 디벨킹 고정 동안 상기 패치(30)로부터 초과 수지를 흡수하기 위하여 배출층(112)이 선택적으로 구비될 수 있다. 또, 상기 통기층(114)과 패치(30) 사이에 다공성 또는 구멍이 없는 분리 필름(116)이 구비될 수 있다.

[0044] 도 7을 보면, 상기 진공 디벨킹 조립체(100)는 하부의 배킹 필름(110) 위에 적용될 진공 박스(106)를 추가로 구비할 수 있다. 상기 진공 박스(106)는 통기층(114)에 의하여 하부의 배킹 필름(110)과의 접촉이 선택적으로 분리될 수 있다. 하부의 배킹 필름(110)을 적어도 부분적으로 덮기 위하여 상부의 배킹 필름(102)이 적용될 수도 있다. 상부의 배킹 필름(102)은 상기 진공 박스(106) 위로 연장될 수 있고, 상기 패치(30) 둘레로 연장하는, 한정되지는 않지만 밀봉재(104) 테이프와 같은 밀봉재에 의해 하부의 배킹 필름(110)에 밀봉될 수 있다. 도시된 바와 같이, 밀봉재(104)는 상기 상부의 배킹 필름(102)을 고정하거나 밀봉하기 위하여 하부의 배킹 필름(110) 위에 장착될 수 있다. 상기 하부의 배킹 필름(110)은 밀봉재(104)나 그에 상응하는 등가물로 상기 막 플레이트(52)의 상부면(54)에 밀봉될 수 있다. 상기 진공 박스(106)는, 상기 상부 배킹 필름(102) 내의 진공 수준이 하부 배킹 필름(110) 내의 진공 수준과 거의 같거나 다소 낮은 경우에는, 상기 패치(30)에서의 압착력을 완화하는 수단을 구비할 수 있다. 상기 패치(30)를 가열하면, 수지의 점도가 낮아지게 되고 복합 재료의 패치 플라이(36) 내에 갇힌 공기나 다른 가스를 뽑아낼 수 있다.

[0045] 진공 디벨킹은 패치 플라이(36)가 밀착되기 전에 패치 플라이 내로부터 공기나 휘발성 가스를 뽑아냄으로써 패치(30) 내에 공기구멍이 발생하는 것을 최소화시킬 수 있다. 이와 관련하여, 진공 디벨킹 작업은, 수지가 굳어지고 고착되기 시작하는 유리 천이 온도에 도달하기 전에, 상부의 배킹 필름(102)과 진공 박스(106)를 제거하는 것을 포함한다. 상부의 배킹 필름(102)과 진공 박스(106)를 제거하는 것으로, 휘발성 가스를 제거한 후에 패치 플라이(36)를 밀착하기 위해 패치(30)에 진공압을 적용하는 것을 허용할 수 있다.

[0046] 도 9를 참조하면, 도 7과 도 8에 보인 진공 디벨킹 조립체(100)를 구성하는 요소들의 분해 측면도를 나타낸다. 도 9에 도시된 바와 같이, 상부의 배킹 필름(102)은 밀봉재(104)에 의하여 하부의 배킹 필름(110)에 밀봉될 수 있다. 하나 이상의 통기층(114)이, 진공의 적용을 용이하도록 하기 위하여, 진공 박스(106)와 상부의 배킹 필름(102) 사이 및/또는 진공 박스(106)와 하부의 배킹 필름(110) 사이에 구비될 수 있다. 상기 하부의 배킹 필름(110)은 패치(30)를 둘러싸고, 통기층(114)과, 이 통기층(114) 아래의 무공성 분리 필름(116), 이 분리 필름(116) 아래의 배출층(112), 이 배출층(112) 아래의 다공성 분리 필름(116)을 구비할 수 있고, 하부의 배킹 필름(110)은 패치(30) 위에 적용될 수 있다. 별도의 층으로 구비되는 경우, 상기 패치(30)는 정렬 템플레이트(76, 도 4) 위에 장착될 수도 있다. 다공성 및 또는 무공성 분리 필름(116)은 상기 패치(30)와 상기 막 플레이트(52)의 상부면(54) 사이에 구비될 수 있고, 흡입이 패치(30)에 적용될 수 있도록 형성된 흡입 구멍(58)과 정렬되어 있는 구멍을 구비할 수 있다. 상대적인 진공압을 모니터링하기 위한 수단을 제공하기 위하여 상부 배킹 필름(102) 및/또는 하부 배킹 필름(110)에 하나 이상의 압력 게이지(109)가 장착될 수 있다.

[0047] 도 10과 도 11을 참조하면, 하나 이상의 보강재, 스트링거(20)나, 내부 몰드 라인(14)에 장착될 수 있거나 표피 부재(16)에서 임의의 위치에 다른 요소를 구비하는 표피 부재(16)를 구비할 수 있는 복합 구조물(10)이 도시되어 있다. 도 10은 외부 몰드 라인(12)에서 표피 부재(16)에 형성된 재작업 영역(22)을 나타낸다. 상기 표피 부재(16)는 동일 소재의 플라이 또는 모체 플라이(18)로 형성될 수 있다. 상기 재작업 영역(22)은, 부조화나 불일치를 제거하기 위한 것과 같이, 상기 모체 플라이(18)가 복합 구조물(10)로부터 제거될 수 있는 영역을 구비한다. 상기 재작업 영역(22)은 일부를 깎아낸 스카프(24, scarf) 또는 계단식으로 형성한 테이퍼진 테두리나 부드럽게 경사진 영역을 포함한다. 예를들어, 도 12와 도 13에 보인 바와 같이, 상기 스카프(24)는 상기 모체 플라이(18)와 패치 플라이(36)에 상응하는 일련의 계단으로 형성될 수 있다. 다르게는, 상기 스카프(24)는 스카프(24)를 둘러싸면서 연장하는 실질적으로 부드러운 경사면 또는 각진 면(도시 안됨)으로 형성될 수도 있다. 상기 재작업 영역(22)은 내부 몰드 라인(14) 표피 부재(16)에 형성될 수도 있다. 더욱이, 상기 재작업 영역(22)은 상기 표피 부재(16)의 내부 또는 외부 몰드 라인(14, 12) 양쪽의 표피 부재(16)에 형성될 수도 있다. 도 10은 표피 부재(16)의 외부 몰드 라인(12)에 형성된 정렬 마크(28)의 세트를 나타내는데, 이는 상기 공구(50)를 사용하여 재작업 영역(22)에 패치(30)를 방향잡고 위치시키기 위한 수단으로 제공될 수 있다.

[0048] 도 11을 참조하면, 복합 구조물(10)의 외부 몰드 라인(12)에 적용된 공구의 평면도를 나타낸다. 도시된 바와 같이, 공구에 형성한 정렬 템플레이트(76)나 이에 기능적으로 상응하는 균등물이 복합 구조물(10)에 형성된 정렬 마크(28)와 정렬될 수 있다. 상기 패치(30)를 재작업 영역(22)에의 전달은 상기 패치(30, 도 12)의 처리 동안에 언제라도 일어날 수 있다. 예를들어, 상기 패치(30)를 재작업 영역(22)에의 전달은 도 9와 관련하여 위에서 설명한 바와 같이 상기 진공 디벨킹 조립체(100, 도 9) 작업과 상기 진공 디벨킹 조립체(100)의 제거 이후에 이루어

어진다. 그러나, 상기 패치(30)를 재작업 영역(22)에의 전달은 상기 공구(50, 도 12)에 패치(30)를 위치시킨 다음에 이루어지는데, 예컨대 패치 플라이(36)를 배치하고, 공구(50) 위에서 또는 이와 떨어져서 수행될 수 있는 패치의 진공 디별킹에 이어서 이루어질 수 있다. 상기 패치(30)를 재작업 영역(22)에의 전달은 진공압을 진공 포트(64, 도 12)에 적용함으로써 촉진될 수 있는데, 진공은 흡입 구멍(58)에서 패치(30)에 적용되고 막 플레이트(52, 도 12)의 상부면(54)에 대하여 패치(30)가 흡입되도록 된다.

[0049] 도 12와 도 13에 보인 바와 같이, 공구(50)는 재작업 영역의 배치 형태에 따 변형될 수 있다. 도 9와 관련하여 위에서 설명한 진공 디별킹 조립체(100)를 제거한 후에 흡입 구멍(58)에 적용되는 진공에 의해 상기 패치(30)는 재작업 공구와 결합되어 유지된다. 상기 막 플레이트(52)는 한 사람 이상의 기술자에 의하여 고정되고, 상기 패치(30)는 상기 복합 구조물(10) 위의 정렬 마크(28, 도 11)와 상기 막 플레이트(52) 위의 정렬 템플레이트(76, 도 11)를 사용하여 재작업 영역(22)과 정렬되도록 위치된다. 도 13은 재작업 영역(22)에 설치된 패치(30)의 단면도를 나타내는데, 재작업 영역(22)에 형성된 스카프(24)나 테이퍼 앵글(taper angle)이 패치(30)의 경계에 형성된 스카프(34)와 실질적으로 균일하게 접촉되게 되어 있다. 이와 관련하여, 도 13에는, 패치를 형성하는 패치 플라이(36)가, 복합 구조물(10)을 형성하는 모체 플라이(18)와 적어도 실질적으로 수직방향으로 정렬되는 것이 바람직하다는 것을 볼 수 있다.

[0050] 도 13을 참조하면, 재작업 영역(22) 내에서 패치(30)를 구비하는 공구(50) 위로 장착된 진공 백 조립체(118)가 도시되어 있다. 이와 관련하여, 진공 디별킹 작업으로부터 재작업 영역(22)으로 패치(30)를 전달하는 것은 패치(30)가 바람직한 온도로 유지되면서 이루어진다. 상기 전달과정 동안 및 또는 패치(30)가 재작업 영역(22) 내에 설치되어 있는 동안, 패치(30)에 열을 공급하기 위하여 가열 블랭킷(80)이 선택적으로 활성화될 수 있다. 단열 층(84)이 상기 패치(30)의 온도 유지에 도움을 줄 수 있다. 도 13을 보면, 상기 진공 백 조립체(118)는 밀봉재(104)에 의해 복합 구조물(10)에 밀봉되어 있는 것으로 도시되어 있다. 상기 막 플레이트(52)의 하부면(56)에 장착된 것으로 도시된 진공 포트(64)는 배경 필름(120)이 도포될 때 방해물을 최소화하기 위하여 선택적으로 제거될 수 있다. 진공 포트(108)와 같은 것을 통해서 진공압을 실질적으로 균일하게 적용시키기 위하여 배경 필름(120)과 가열 블랭킷(80) 및 공구 사이에 통기층(114)이 선택적으로 설치될 수 있다. 진공압은 상기 막 플레이트(52)나 적절한 위치에 선택적으로 구비되는 진공 게이지(109)에 의하여 감시할 수 있다.

[0051] 재작업 영역(22)에 패치(30)를 꼭맞게 하기 위하여 패치(30)를 유연한 상태로 유지하기 위하여 도 13에 보인 바와 같이 패치(30)가 재작업 영역에 설치되었을 때 열이 패치(30)로 지속적으로 적용된다. 분리 필름(116)이 패치(30)가 재작업 영역(22)에 설치되기 전에 패치(30)와 재작업 영역(22) 사이에 설치될 수 있는데, 이는 재작업 영역(22)에서 이탈하여 패치를 최종 경화시키기 위하여 추후 패치를 제거할 수 있도록 하기 위함이고, 비스말라이드(BMI) 매트릭스 재료와 같은 상대적으로 고온의 재료로 필요로 한다. 막 플레이트(52)가 패치(30)에 걸쳐 압력을 적용하도록 하면서 상기 배경 필름에 진공이 작용할 수 있어서, 상기 패치(30)는 적어도 실질적으로 상기 재작업 영역(22)의 형상과 일치될 수 있게 된다. 복합 구조물(10)의 재작업에 관련된 온도 한계로 인해, 상기 패치의 최종 경화는 상기 패치(30)가 상기 재작업 영역(22)에서 제거되고 나서 이루어진다. 이런 점에서, BMI 재료와 같은 고온 복합 재료는 복합 구조물(10)이 가열될 수 있는 허용온도를 초과하는 경화 온도를 가질 수 있다. 예를들어, BMI 재료는 재작업이 수행되는 최고 온도를 초과하는 약 440도의 경화 온도를 갖는다. 그래서, 항공기 작업은 항공기 구조물이 350도로 가열되는 온도를 제한할 수 있다.

[0052] BMI 복합재료로 제조된 패치(30)의 설치에 패치(30)와 재작업 영역(22) 사이에 융착을 방지하기 위한 분리 필름(116, 도 13)을 구비할 수 있다. 패치(30)는 부분적으로 경화된 상태에서 패치가 재작업 영역(22)에 실질적으로 쉽게 맞춰질 수 있도록 가열 블랭킷(80)에 의하여 낮추어진 온도로 가열되어 유지된다. 압력이 상기 진공 백 조립체(118, 도 13)를 사용하여 예정된 시간동안 적용되고 난 후, 상기 진공 백 조립체(118)와 부분 경화된 패치(30)는 제거될 수 있다. 상기 패치(30)는 예컨대 압력술 안에서 실질적으로 충분히 경화시킬 수 있다. 이와 관련하여, 상기 공구(50)는 상기 배경 필름(120)의 제거 후에 재작업 영역(22)으로부터 상기 패치(30)를 꺼내기 위한, 그리고 상기 막 플레이트(52)에 대해 패치(30)를 고정하기 위하여 진공 포트(64)에 진공을 적용하기 위한 수단을 구비할 수 있다. 마찬가지로, 압력술에서 패치(30)를 충분히 경화시킨 후에, 도 10과 도 11에 보여지고 앞에서 설명한 바와 같이, 복합 구조물(10)의 외부 몰드 라인(12) 위의 정렬 마크(28, 도 10, 도 11)와 상기 막 플레이트(52)의 정렬 템플레이트(76, 도 11)를 정렬시킴으로써, 상기 공구(50)를 사용하여 패치(30)의 접착을 수행할 수 있다. 도 13을 참조하면, 패치(30)와 재작업 영역(22) 사이의 접착제(26, 도 13)를 경화시키기 위하여 가열 블랭킷(80)을 활성화시킴으로써 열이 다시 패치(30)와 재작업 영역(22)에 제공될 수 있다. 도 13에 도시된 것과 비슷한 방식으로 배경 필름(120)을 재설치하고 상기 배경 필름(120) 위에서 진공(66)을 흡인함으로써 압력도 패치(30)에 적용될 수 있다.

- [0053] 도 14를 참조하면, 상기 패치(30)는 일관성이 존재하는 재작업 영역(22)의 외부 몰드 라인(12) 위로 더블러(32, doubler)가 놓여지는 더블러(32) 실시예에 패치(30)가 제공될 수 있다. 마찬가지로, 상기 더블러(32)는 재작업 영역(22)의 내부 몰드 라인(14)에 놓여질 수도 있다. 이와 관련하여, 상기 더블러(32)는 패치(30)에 대하여 앞에서 기술한 것과 유사하게 준비될 수 있다. 도 7과 도 8에 보인 것과 유사한 진공 디벨킹을 포함하는 상기 패치(30)에 관하여 앞에서 설명한 것과 유사한 방식으로 더블러(32)가 준비되어, 도 14에 보인 바와 같이 더블러(32)를 재작업 영역(22)으로 이송하게 된다. 상기 패치(30)는 패치를 재작업 영역에 전달하는 동안 진공(66)을 진공 포트(64)에 적용함으로써 상기 막 플레이트(52)와의 접촉이 유지될 수 있다. 상기 패치(30)는 도 10과 도 11에 도시되고 앞에서 설명한 바와 같은 방식으로 복합 구조물(10)에 형성된 정렬 마크(28, 도 10, 도 11)를 통하여 위치되고 정렬될 수 있다. 도 13에 도시되고 앞에서 설명한 것과 유사한 방식으로, 더블러(32)와 재작업 영역(22)의 경계영역이 실질적으로 서로 일치되도록 하기 위해 가열 블랭킷(80)에 의해 가열됨으로써 상기 더블러(32)는 부분적으로 경화될 수 있다.
- [0054] 도 15와 도 16을 참조하면, 공구(50)의 다른 실시예가 도시되어 있는데, 여기서 막 플레이트(52)은 복합 구조물(10)의 외형과 상응하는 형상으로 되어 있다. 상기 복합 구조물(10)은 복합 구조물(10)의 내부 몰드 라인(14)에 장착된 스트링거(20)를 포함하는 것으로 도시되어 있다. 상기 스트링거(20)는 도 15에 도시된 바와 같이, 재작업 영역(22)으로부터 스트링거(20) 재료를 제거함으로써 없앨 수 있는 불일치를 포함한다. 계단과 같은 스카프(24)가 재작업 영역(22)의 주위에 형성될 수 있고, 패치(30)가 도 7, 도 12, 도 13에 도시된 것과 유사하게 놓여지고 처리된다. 막 플레이트(52)가 복합 구조물(10)에 실질적으로 성형될 수 있는 재료로 형성될 수 있고, 스플래시(86, splash)를 형성하기 위하여 복합 구조물(10)에 적용될 수 있다. 예를 들어, 열을 가하거나 공기에 노출되면 경화되는 성형가능한 복합물로 채워질 수 있는 유연한 고무 백과 같은 막 내부에 포함된 성형가능한 재료로부터 막 플레이트(52)가 형성될 수 있다. 일단 막 플레이트(52)가 형성되면, 패치 플라이(36)가 요구되는 방향과 순서로 적층된다.
- [0055] 도 16을 참조하면, 상기 공구는 상기 막 플레이트(52)의 하부면(56)에 장착된 가열 블랭킷(80)을 구비할 수 있고, 도 1 내지 도 13에 도시된 공구(50)를 참조로 앞에서 설명된 것과 유사한 단열층(84)을 선택적으로 구비할 수 있다. 예를 들어, 도 16에 도시된 공구(50)는 선택적으로 단열 그립(72)을 구비하고 막 플레이트(52)로부터 바깥쪽으로 연장하는 하나 이상의 손잡이(70)를 구비한다. 상기 공구(50)는, 패치(30)를 막 플레이트(52)의 상부면(54)으로 진공 흡인하기 위하여 통로(62)를 통하여 다수의 흡입 구멍(58)으로 유체 연통될 수 있는 하나 이상의 진공 포트(64)를 구비할 수 있다. 도 7에 도시되고 위에서 설명된 것과 유사하게 도 16에 도시된 패치(30) 구조에 대하여 진공 디벨킹 작업이 수행될 수 있다. 마찬가지로, 도 15와 도 16에 도시된 패치(30)를 재작업 영역(22)에 적용하고 설치하는 작업이 도 12와 도 13을 참조로 위에서 설명한 것과 유사하게 수행된다.
- [0056] 도 17을 참조하면, 패치(30, 도 6)를 처리하는 방법의 플로우 다이어그램이 도시되어 있다. 상기 방법은 패치(30, 도 6)를 패치 플라이(36, 도 6)를 원하는 방향과 적층 순서대로 적층하는 식으로 막 플레이트(52, 도 6)의 상부면(54, 도 6)에 장착하는 단계(200)를 포함한다. 단계(202)는 도 7 내지 도 9에 도시된 바와 같이, 진공 디벨킹 조립체(100)를 사용하는 식으로 패치(30, 도 7)를 통합하여 강화하거나 압착하는 단계를 포함한다. 앞에서 설명한 바와 같이, 패치(30, 도 7)의 진공 디벨킹은 패치의 경화된 부분 내에 구멍이나 기공의 발생을 방지하기 위하여 약간의 열을 적용하면서 패치가 압착되도록 하여 패치 플라이(36, 도 7) 내에 갇힌 공기를 용이하게 제거할 수 있도록 하는 것이다. 단계(204)는 막 플레이트(52)에 장착될 수 있는 하나 이상의 진공 포트(64, 도 7)에 진공(66, 도 7)을 적용함으로써 흡입 구멍(58, 도 7)을 통해 진공(66, 도 12)을 흡인하는 단계를 포함한다. 진공(66)을 흡입 구멍(58)에 적용함으로써, 진공 디벨킹과 다른 작업 과정 동안에 패치(30, 도 7)의 이동이 방지될 수 있다.
- [0057] 도 17을 참조하면, 단계(206)에서는 디벨킹 작업으로부터 재작업 영역(22, 도 10 내지 도 12)으로 상기 패치(30, 도 12)를 전달하는 단계를 포함한다. 상기 패치(30, 도 12)는, 막 플레이트(52, 도 12)로부터 바람직하게는 단열된 그립(72)을 구비하는 하나 이상의 손잡이(70)에 의해 들리고 이송될 수 있는 막 플레이트(52)에 의하여 지지된다. 단계(208)은 가열 블랭킷(80, 도 12)에 단열층(84)을 구비함으로써 상기 패치(30, 도 12)를 재작업 영역(22, 도 12)으로 전달할 때 복사열 손실이나 다른 손실로부터 상기 패치(30, 도 12)를 단열하는 단계를 포함한다. 마찬가지로, 단계(210)는 상기 패치(30)를 전달할 때 패치(30, 도 12)에 열을 적용하는 단계를 포함한다. 패치(30)의 온도를 소망하는 온도 범위 내에 유지하기 위하여 바람직한 가열율로 가열 블랭킷(80, 도 12)에 의하여 열이 적용된다. 앞에서 설명한 바와 같이 상기 공구(50, 도 11)와 함께 구비되는 정렬 템플레이트(76, 도 11)나 기능적 균등물을 사용함으로써, 단계(212)는 재작업 영역(22)에 대하여 상기 패치(30, 도 11)를 배치시키는 단계를 포함한다. 도 10과 도 11으로 도시하고 이를 참조로 앞에서 설명한 바와 같이 복합 구조물

(10)의 외부 몰드 라인(12)에 선택적으로 형성된 정렬 마크(28, 도 10, 도 11)에 대하여 패치(30)의 배향과 위치가 이루어진다.

[0058] 단계(214)는 도 13에 보인 바와 같이, 재작업 영역(22) 내에 패치(30)를 설치하는 단계를 포함한다. 패치(30)는 또한 도 14에 보인 바와 같이 복합 구조물(10)에 놓이는 더블러(32)로 형성될 수 있다. 도 17을 보면, 단계(216)은 패치(30)가 재작업 영역(22, 도 13)에 설치되고 나서, 흡입 구멍(58, 도 12)으로부터 진공(66, 도 12)을 제거하는 단계를 포함한다. 그러나, 진공 배킹과 같은 추가의 작업이 시작될 때까지, 상기 진공은 패치(30)에 계속 적용된다. 이와 관련하여, 단계(218)는, 상기 배킹 필름(120)이 도 13에 도시한 바와 같은 방식으로 복합 구조물(10)에 패치(30)를 구비하는 공구(50)를 밀봉하도록 공구(50) 위에 배킹 필름(120)을 배치하는 단계를 포함한다. 단계(220)는 막 플레이트(52)에 의하여 패치(30)에 대하여 실질적으로 균일한 압력을 제공하기 위하여 진공 백 조립체(118)의 배킹 필름(120)에 진공을 흡인하는 단계를 포함한다. 단계(222)는 패치의 부분 또는 완전한 경화를 시작하기 위하여 패치(30, 도 13)를 가열하는 단계를 포함한다. 추가로, 열 및/또는 압력의 적용은 패치(30)와 재작업 영역(22, 도 13) 사이에 설치된 접착제(26, 도 13)의 경화를 촉진할 수 있다.

[0059] 상기 방법은 부분 경화 시, 패치(30, 도 13)를 제거하는 단계를 선택적으로 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 패치(30)가 재작업 영역(22)에 융착하는 것을 방지하기 위하여 패치(30)를 설치하기 전에 그 전단계로서 분리 필름(116, 도 13)을 설치하는 단계를 구비할 수 있다. 상기 분리 필름(116, 도 13)은 패치(30)가 재작업 영역(22)에 접착제(26)가 융착하는 것을 방지하기 위한 적절한 재료를 구비한다. 상기 패치(30)는 완전히 경화시키기 위하여 압력줄 등에서 압력 하에 가열될 수 있고, 이 이후에 패치(30)는 재작업 영역(22)에 재설치될 수 있다. 이와 관련하여, 상기 공구(50, 도 12)는 상기 압력줄 등으로부터 재작업 영역(22, 도 13)으로 패치(30)의 전달을 촉진할 수 있다. 상기 공구(50)는 재작업 영역(22)에서 패치(30) 위에 설치되어 남아 있을 수 있는데, 재작업 영역(22) 내에 설치된 패치(30)를 구비한 상기 공구(50) 위로 상기 진공 백 조립체(118, 도 13)가 다시 적용될 수 있어서, 패치(30)를 재작업 영역(22)에 접착하기 위한 접착제(26)의 최종 경화 동안에, 상기 막 플레이트(52, 도 13)가 패치(30)에 압력을 제공하도록 한다.

[0060] 도 18을 참조하면, 복합 구조물(10)의 재작업 영역(22)에 패치(30)나 더블러(32)를 설치하기 위한 것으로 위에서 설명한 공구(50)와 같이 사용되는 시스템(38)의 블록 다이어그램이 도시되어 있다.

[0061] 상기 공구는 막 플레이트(52)와, 선택적으로, 가열 블랭킷(80)을 구비하는 가열 블랭킷 조립체(78) 및 막 플레이트(52)에 장착된 단열층(84)을 구비한다. 상기 막 플레이트(52)는, 통로(62)를 통해 서로에게 또는 진공 포트(64)와 진공 케이징(68)에 연통되는 다수의 흡입 구멍(58)을 구비한다. 상기 막 플레이트(52)는 하나 이상의 손잡이(70)를 구비할 수 있다. 상기 시스템(38)은 추가로 패치(30)나 더블러(32)에 실행되는 디별킹 작업에서 사용될 수 있는 진공 백 조립체(118)를 구비할 수 있다.

[0062] 도 18에 보인 바와 같이, 진공 백 조립체(118)는 공구(50)와 패치(30) 또는 더블러(32)를 재작업 영역(22)에 밀봉할 수 있는 배킹 필름(120)을 구비할 수 있다. 상기 시스템(38)은, 패치(30)나 더블러(32)를 디별킹하기 위하여 막 플레이트(52)에 밀봉될 수 있는 진공 디별킹 조립체(100)를 선택적으로 구비할 수 있다. 상기 진공 디별킹 조립체(118)는 막 플레이트(52)에 패치(30)를 밀봉하기 위한 하부의 배킹 필름(110)과, 이 하부의 배킹 필름(110) 위에 장착될 수 있고 패치(30)나 더블러(32)를 덮는 진공 박스(106)를 구비할 수 있다. 상기 진공 디별킹 조립체(100)는 상기 하부의 배킹 필름(110)에 진공 박스(106)를 밀봉하기 위하여 진공 박스(106) 위로 연장할 수 있는 상부의 배킹 필름(102)을 추가로 구비할 수 있다.

[0063] 도 19와 도 20을 참조하면, 도 19에 도시된 바와 같이 항공기 생산과 정비방법(300)과, 도 20에 도시된 바와 같이 항공기(302)에 대하여 실시예를 설명할 수 있다. 예비-생산 동안에, 예시적인 상기 방법(300)은 항공기(302)의 시방서와 설계도를 준비하고, 재료를 조달하는 단계(306)를 포함한다. 생산 동안에, 구성부재와 소조립체를 제조하는 단계(308)와 항공기(302)의 시스템 통합(310)이 실행된다. 그 후에, 항공기(302)는 운항에 투입되기 위해 증명과 인도(312)를 거치게 된다. 수요자에 의해 운항(314)되는 동안에, 항공기(302)는 통상적인 유지 및 보수(316)가 예정되어 있다 (여기에는 수정, 구조변경, 개조 등이 포함된다).

[0064] 상기 방법(300)의 공정의 각 단계는 시스템 통합자, 제3자, 및 또는 작동자(예컨대, 수요자) 등에 의해 실행되고 수행된다. 이러한 목적을 위하여, 시스템 통합자는, 이에 한정되지는 않고 항공기 제조자와 주요 시스템 하청계약자를 포함할 수 있고, 제3자는 이에 한정되지는 않고 소매자, 하청계약자 및 공급자를 포함할 수 있고, 작동자는 항공운동사, 대여 회사, 군대, 서비스 단체 등이 포함될 수 있다.

[0065] 도 20에 보인 바와 같이, 상기 예시적인 방법(300)으로 제조된 항공기(302)는, 다수의 시스템(320)을 구비한 항

공기 프레임(318)과 인테리어(322)를 포함할 수 있다. 상위 레벨 시스템(320)의 예는, 하나 이상의 추진 시스템(324), 전기 시스템(326), 유압 시스템(328), 및 환경 시스템(330)을 포함한다. 그 외 다른 임의의 시스템이 포함될 수 있다. 항공기를 예로 설명하였지만, 설명된 실시예의 원리는 다른 산업, 예컨대 자동차 산업에도 적용될 수 있다.

[0066] 여기 예시된 장치나 방법은 상기 생산과 정비방법(300)의 어느 단계 또는 복수의 단계에 적용될 수 있다. 예를 들어, 생산 공정에 상응하는 구성부재와 소조립체를 제조하는 단계(308)에서의 부재와 소조립체는, 항공기(302)가 운항(314)되는 동안에 생산되는 부재나 소조립체와 유사한 방식으로 조립되고 생산될 수 있다. 또한, 예컨대, 항공기(302)의 비용을 절감함으로써, 또는 항공기의 조립을 촉진함으로써, 하나 이상의 장치예와 방법예, 또는 이들의 결합도 구성부재와 소조립체를 제조하는 단계나 통합단계(308) 동안에 사용될 수 있다. 비슷하게, 항공기(302)가 운항(314)되는 동안, 또는 예컨대, 유지 및 보수(316)에서도, 제한되지 않고, 하나 이상의 장치예와 방법예, 또는 이들의 결합을 사용할 수 있다.

[0067] 본 발명에 대하여 주가의 변경이나 개선은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명한 사항이다. 그래서, 여기에 예시되고 설명된 부분의 특정한 조합은 본 발명의 실시예를 나타내기 위한 것으로 간주되고, 본 발명의 정신이나 범위 내에서 대체 실시예나 장치로 제한하는 의도가 아님을 밝혀둔다.

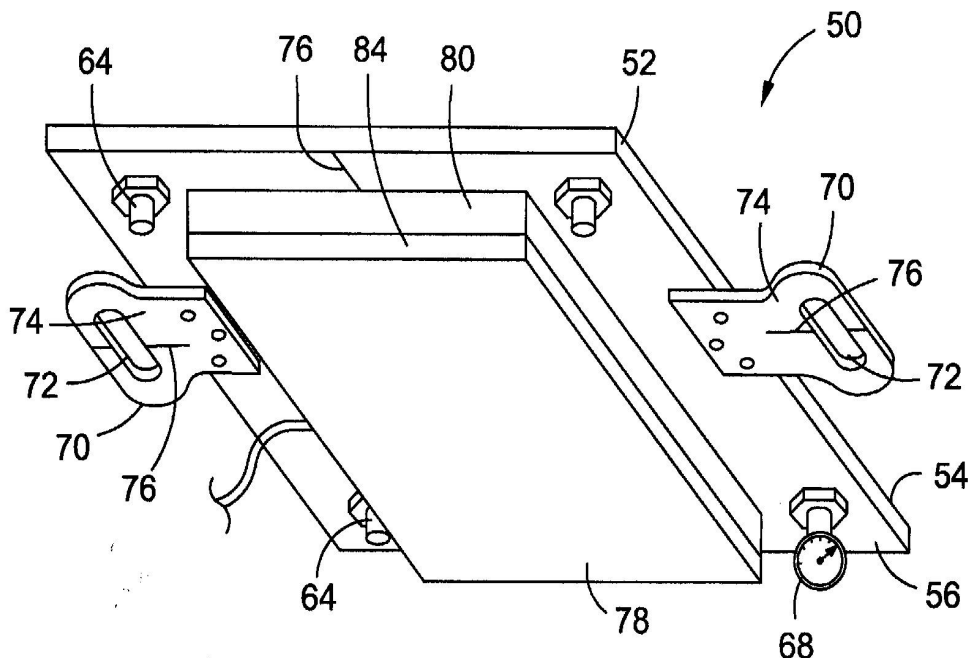
부호의 설명

[0069]

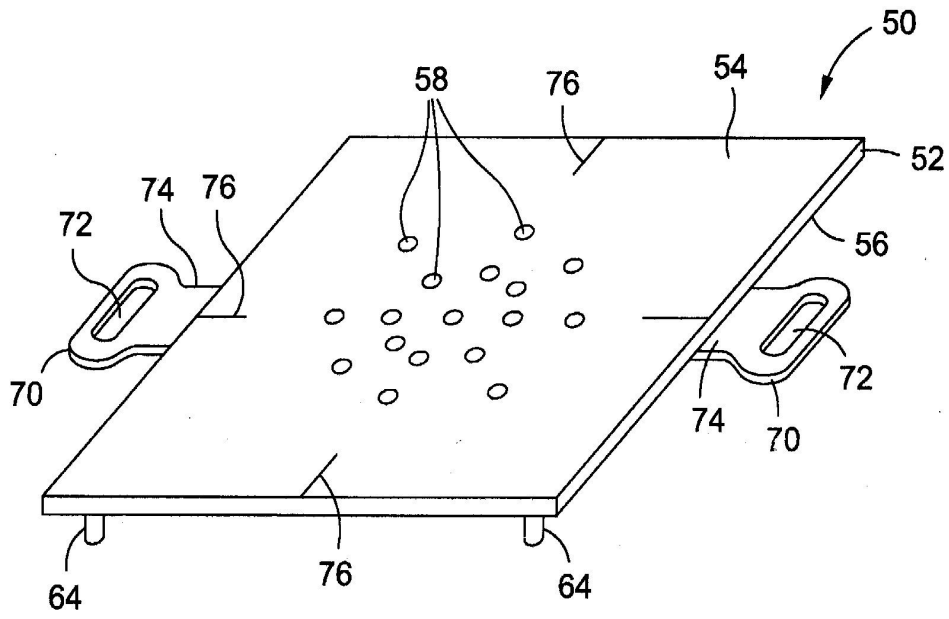
10: 복합 구조물	22: 재작업 영역
30: 패치	50: 공구
52: 막 플레이트	58: 흡입 구멍
64: 진공 포트	78: 가열 블랭킷 조립체

도면

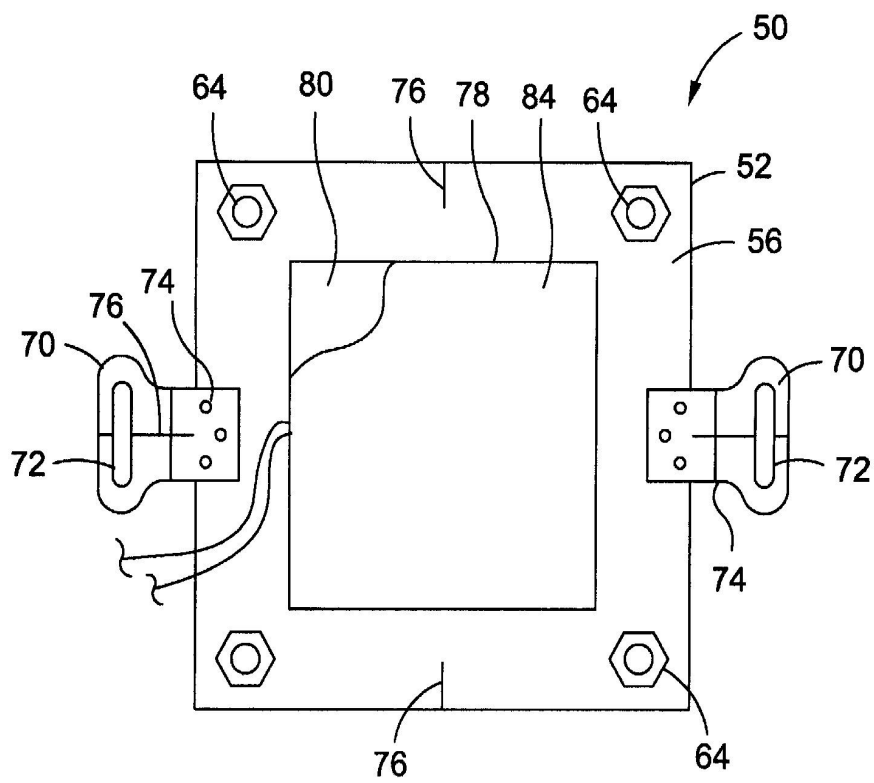
도면1



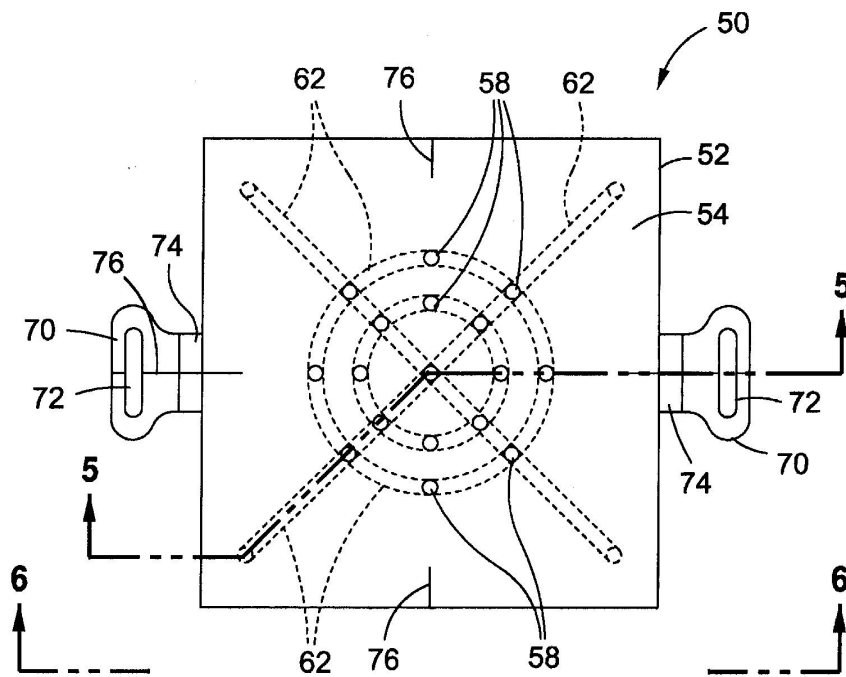
도면2



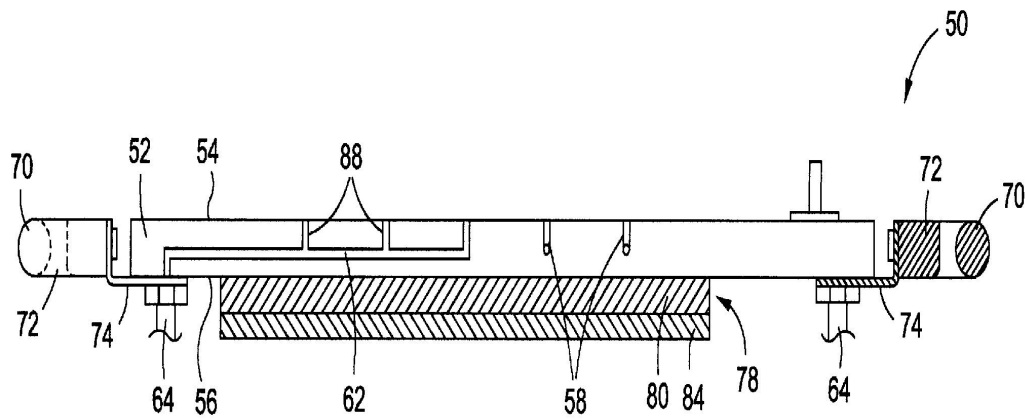
도면3



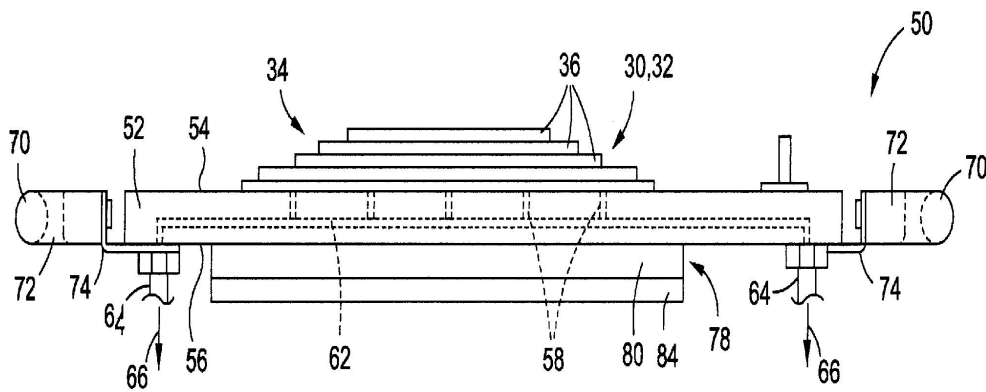
도면4



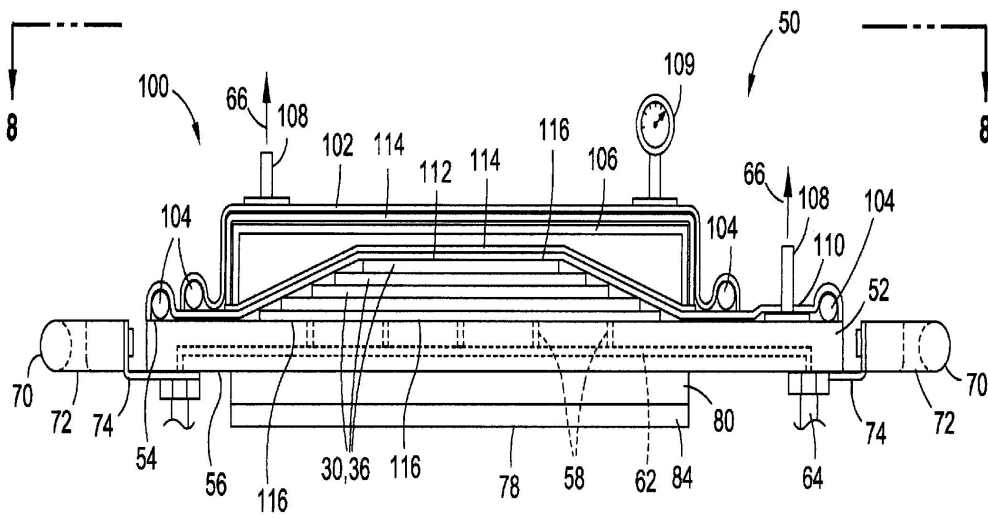
도면5



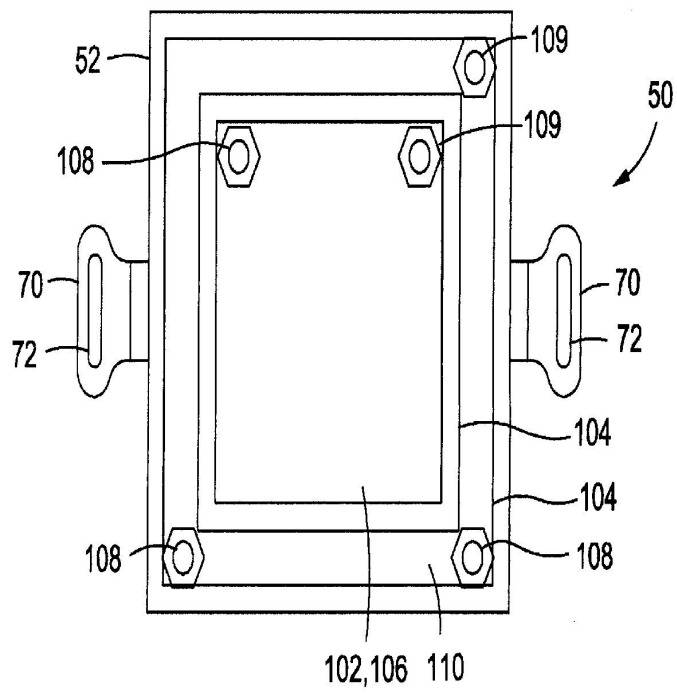
도면6



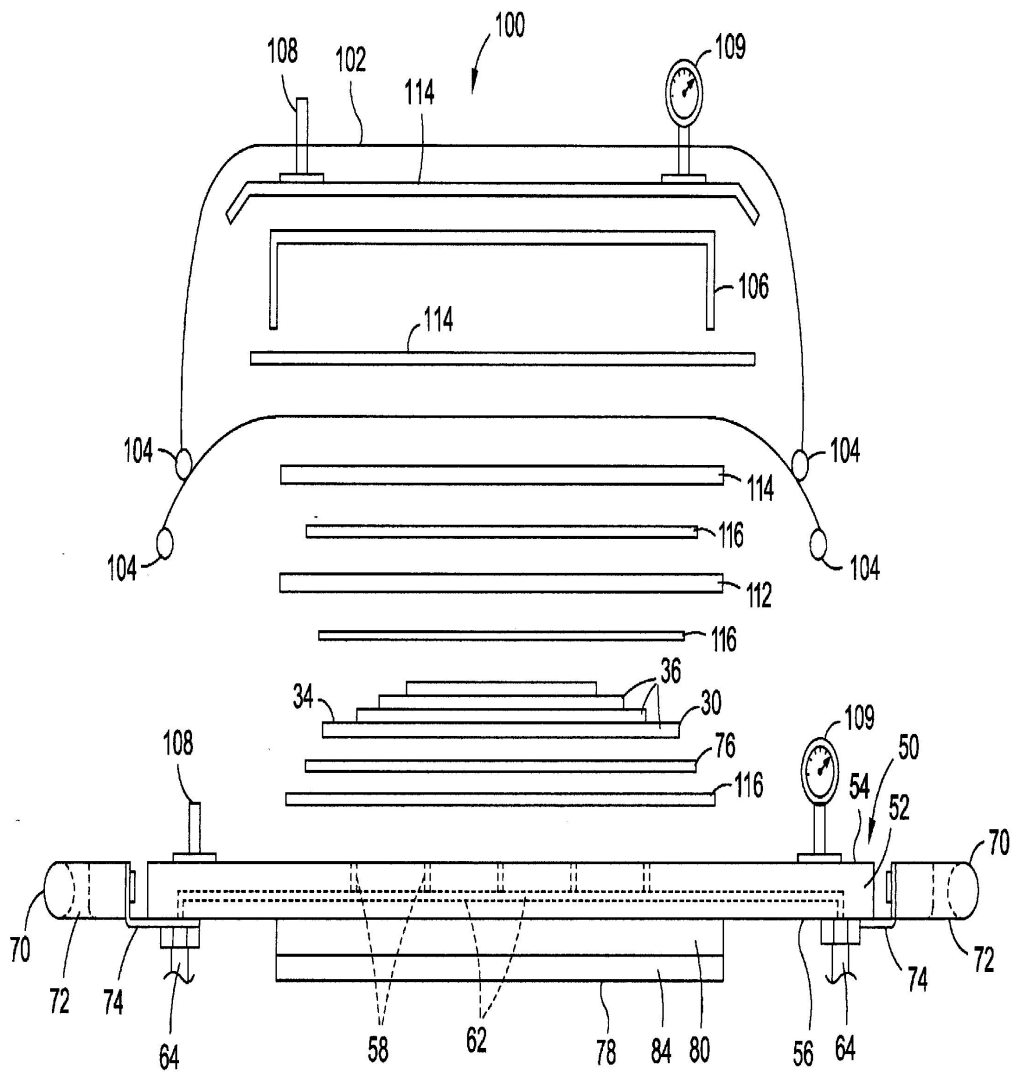
도면7



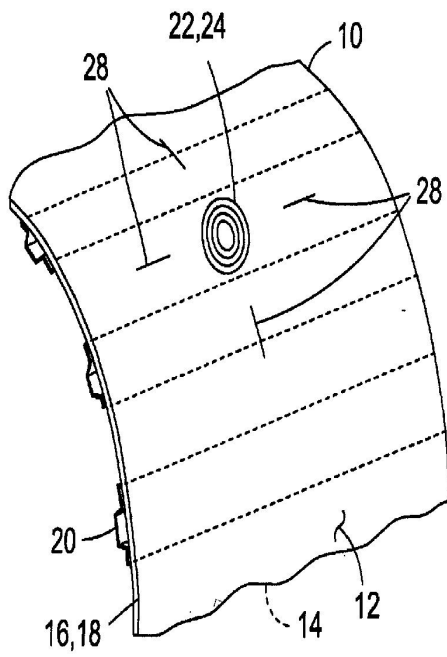
도면8



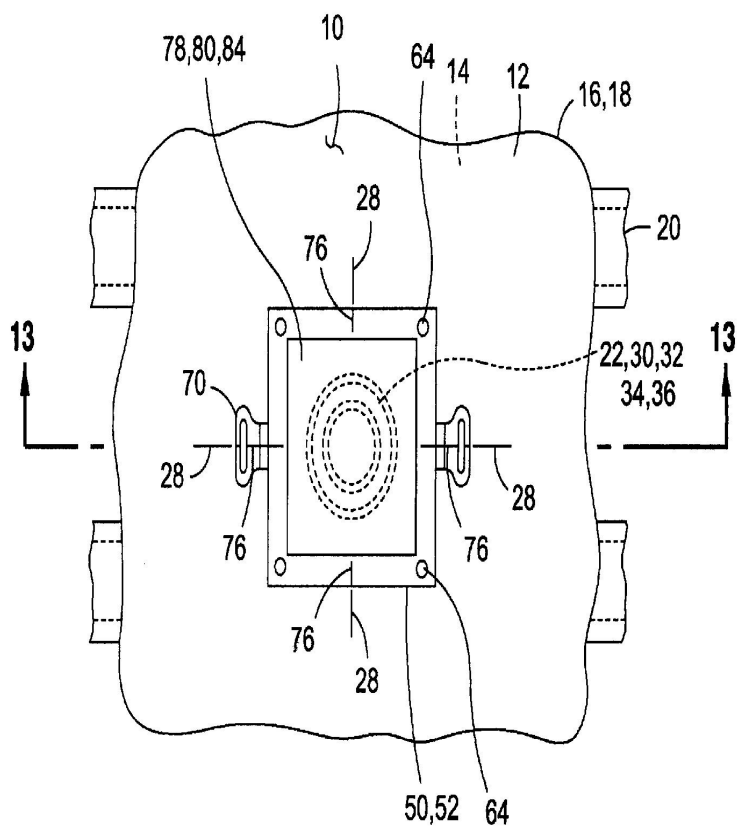
도면9



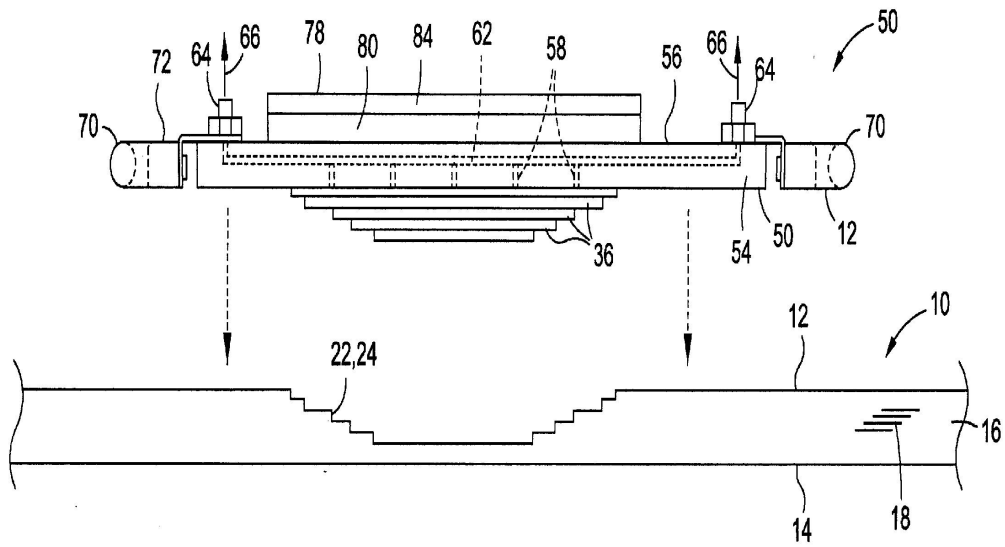
도면10



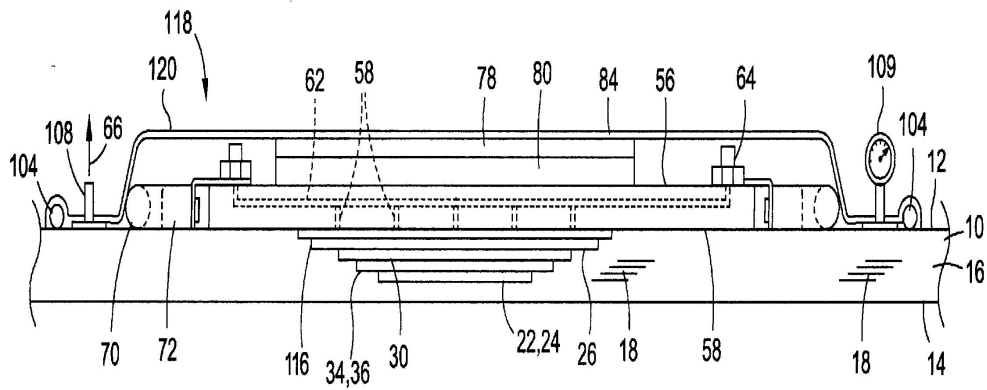
도면11



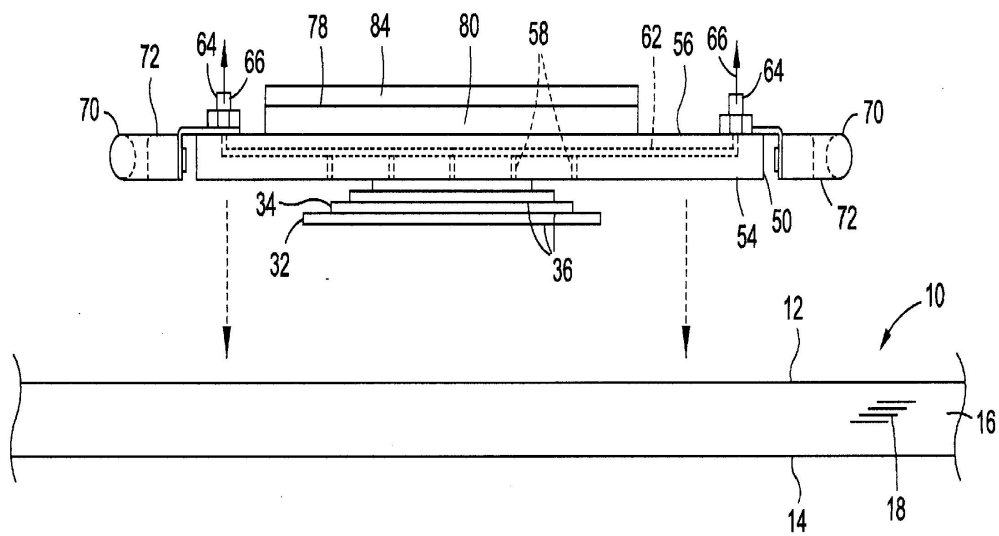
도면12



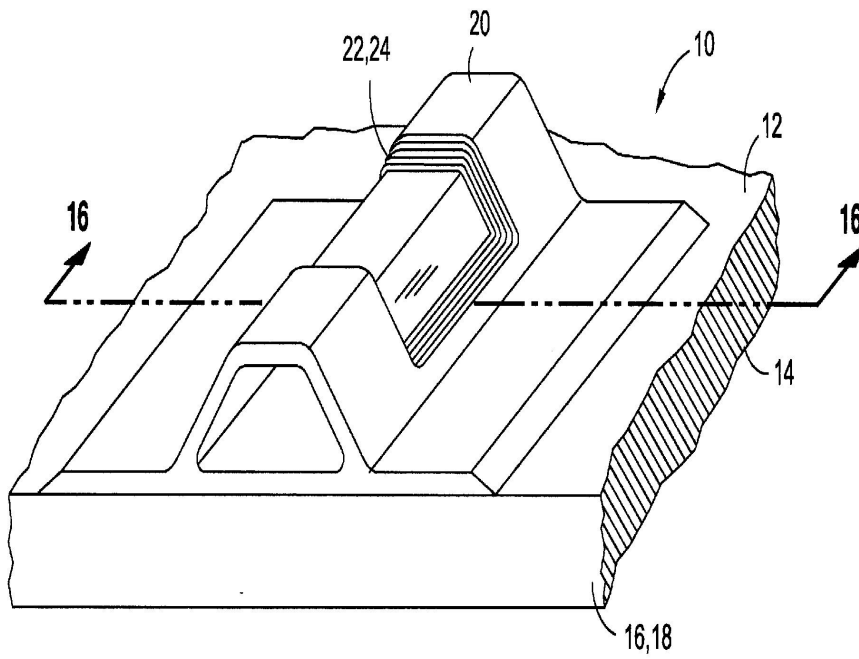
도면13



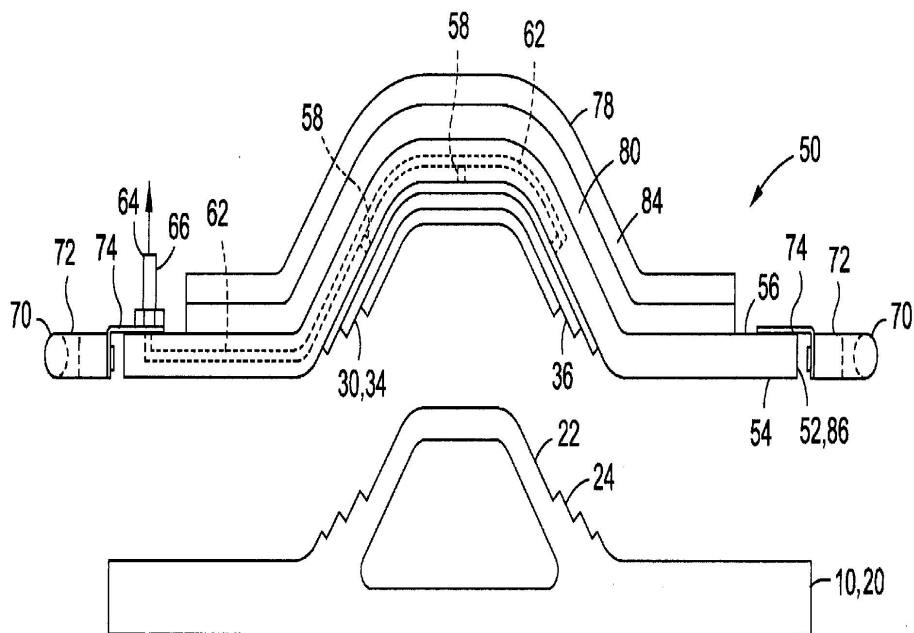
도면14



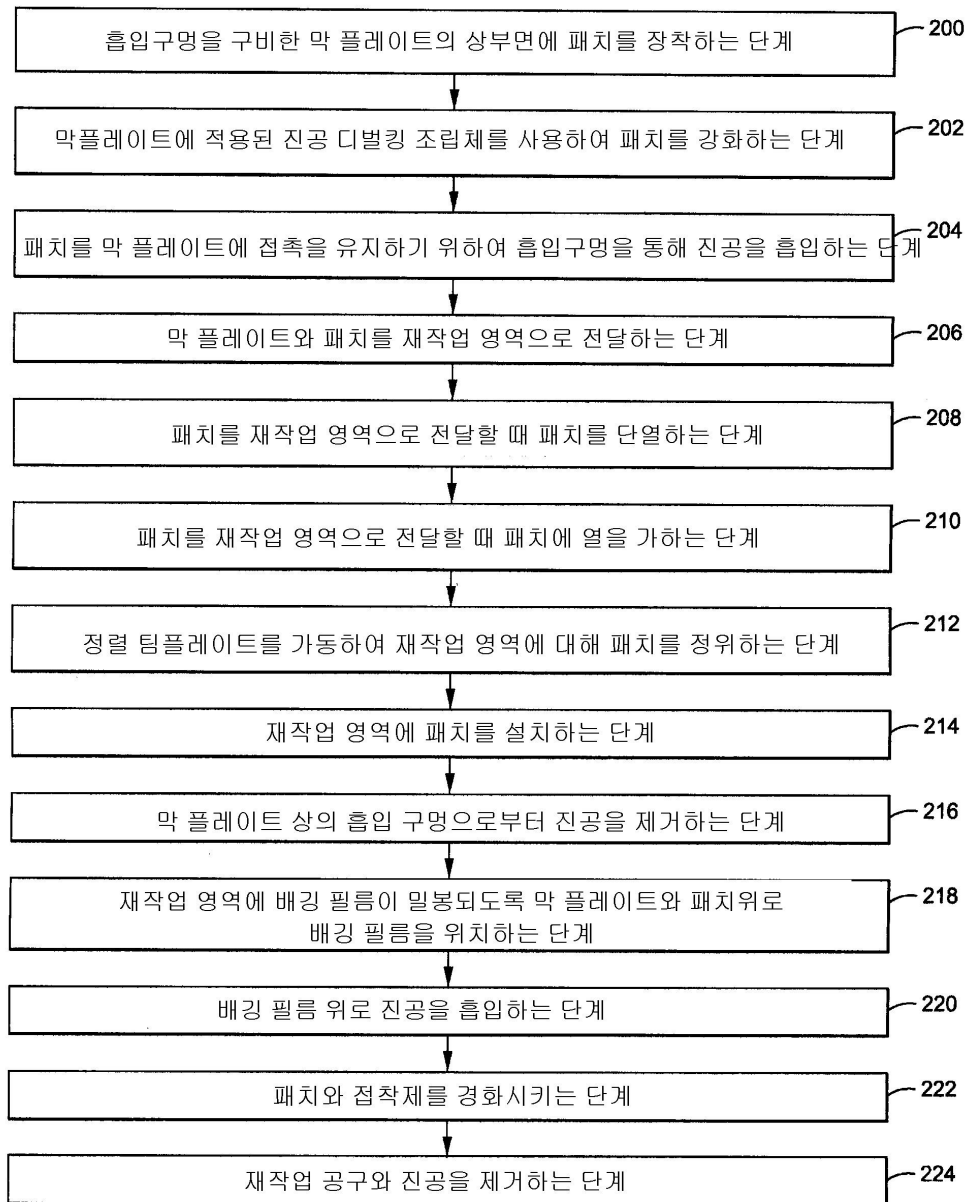
도면15



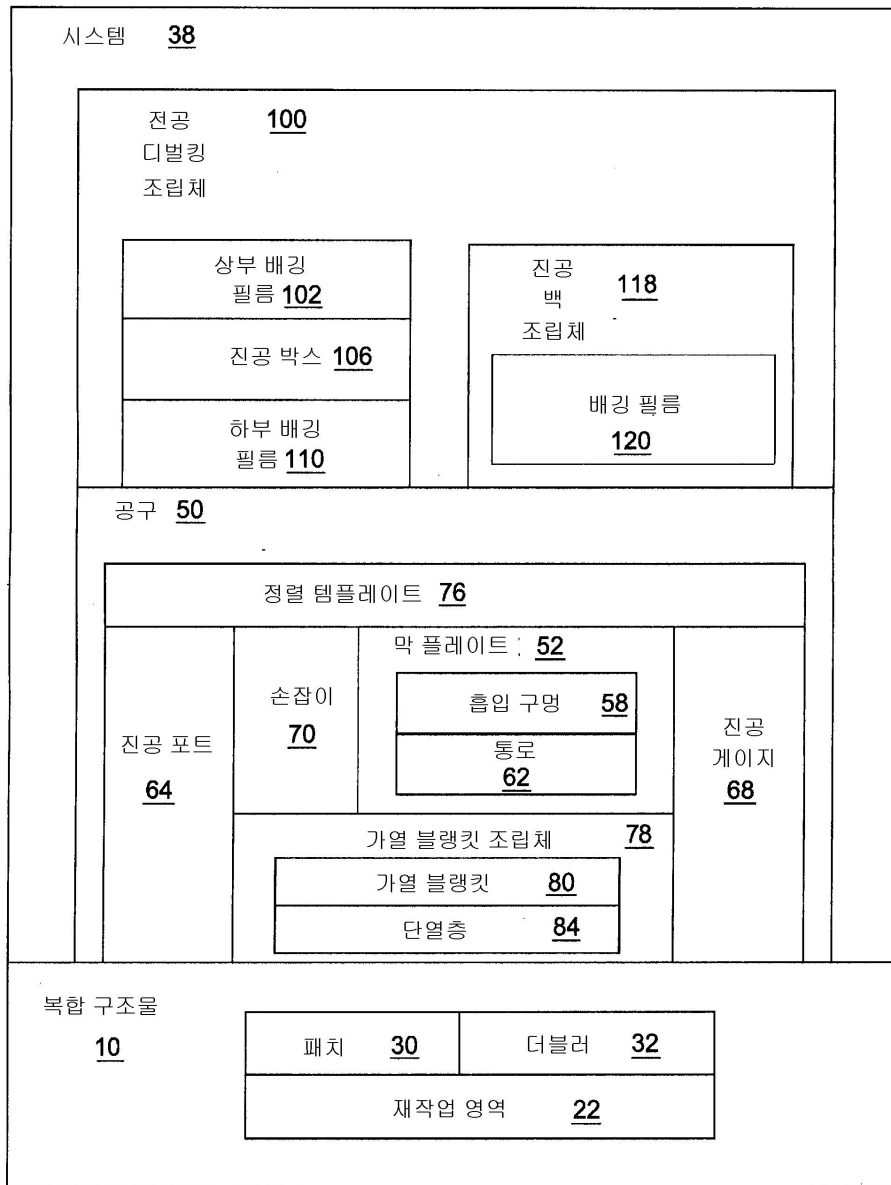
도면16



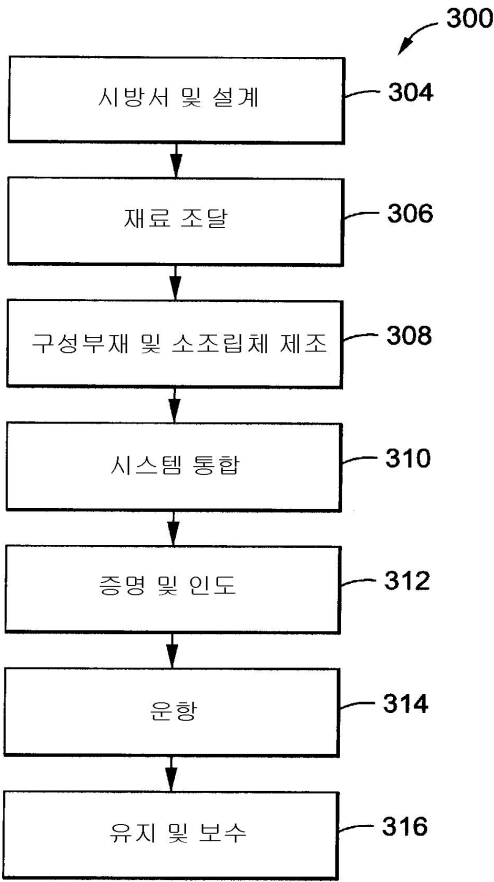
도면17



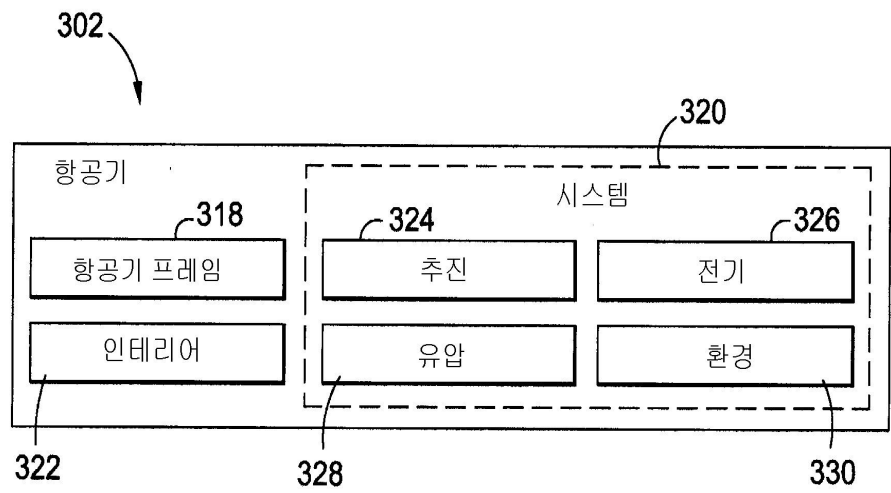
도면18



도면19



도면20



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

상기 막 플레이트(52)에 배치된 템플레이트(76)와~

【변경후】

상기 막 플레이트(52)에 배치된 정렬 템플레이트(76)와~