



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년05월11일
 (11) 등록번호 10-1619996
 (24) 등록일자 2016년05월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B64C 27/32 (2006.01) *B64C 27/605* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0072236
 (22) 출원일자 2014년06월13일
 심사청구일자 2014년06월19일
 (65) 공개번호 10-2015-0000411
 (43) 공개일자 2015년01월02일
 (30) 우선권주장
 13 400012.4 2013년06월24일
 유럽특허청(EPO)(EP)
 (56) 선행기술조사문헌
 US20070084962 A1
 US20120201678 A1
 US20090214342 A1
 US4131391 A

(73) 특허권자
에어버스 헬리콥터스 도이칠란트 게엠베하
 독일, 테-86609 도노이베르스, 인더스트리스트라
 쟈 4
 (72) 발명자
본-빌모우스키 카스파르
 독일 테-86609 도나우베르트, 슈바르츠베그 2
 (74) 대리인
황의만

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 신성식

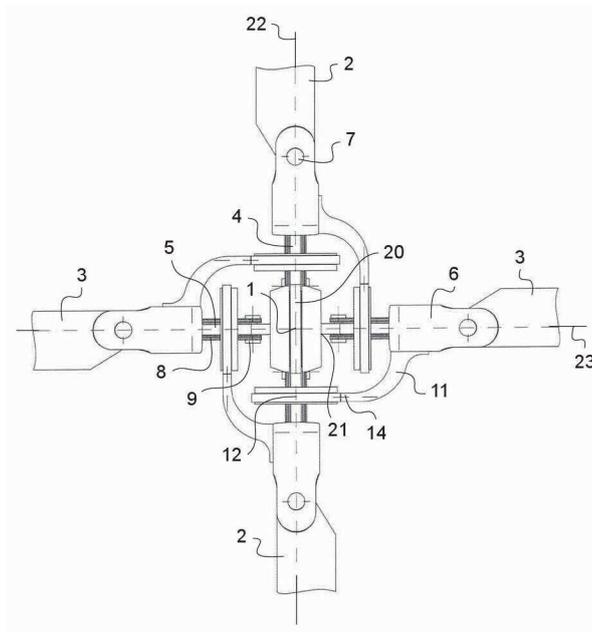
(54) 발명의 명칭 **회전의 항공기의 로터 시스템**

(57) 요약

본 발명은 로터 마스트, 로터 허브(1), 적어도 4개의 각이 지게 본질적으로 고르게 분포된 로터 블레이드(2, 3), 및 피치와 그에 따른 플랩 제어를 위해 스와시판 버팀대(15)들을 지닌 헬리콥터와 같은 회전의 항공기의 로터 시스템에 관한 것이다. 상기 로터 블레이드(2, 3)는 각각 0인 오프셋을 가지고 상기 로터 허브(1)에 대해 서로 스

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



티프 래그 및 스티프 플랩으로 각각 쌍으로 장착된다. 이러한 로터 허브(1)에는 각각 상기 회전축과 일렬로 배치된 적어도 하나의 추가 내부 베어링(21)을 지닌 속이 빈 베어링(20)이 제공되고, 본질적으로 상기 회전축에 수직인 제 1 플랩 방향(23)으로 피봇 가능한 속이 빈 베어링에 상기 로터 블레이드(2)의 제 1 쌍이 장착되고, 적어도 상기 로터 블레이드(3)의 제 2 쌍이, 상기 제 1 플랩 방향(23)과 상기 회전축에 실질적으로 수직이고, 연결된 로터 블레이드(2)의 상기 제 1 쌍에는 독립적인 제 2 플랩 방향(22)에서 피봇 가능한 적어도 하나의 추가 베어링(21)에서 속이 빈 베어링(20) 내부에 장착된다.

명세서

청구범위

청구항 1

회전축으로서 세로 방향 축을 지닌 로터 마스트(19)를 구비한 회전익 항공기의 로터 시스템으로서,
 상기 로터 마스트(19)에 축이 같게 배치된 로터 허브(1), 적어도 4개의 각이 지게 본질적으로 고르게 분포된 로터 블레이드(2, 3), 및 피치와 그에 따른 플랩 제어를 위해 상기 로터 블레이드(2, 3) 각각에 장착된 스와시판 버팀대(15)를 포함하고,

상기 로터 블레이드(2, 3)는 각각, 실질적으로 공통인 로터 평면에서 상기 회전축을 중심으로 회전하기 위해, 0인 오프셋을 가지고 상기 로터 허브(1)에 서로 쌍으로 장착된 5kNm²보다 높은 강도의 스티프-래그 및 스티프-플랩이며, 서로 마주보게 연결되고, 상기 로터 허브(1)에 관해 실질적으로 대칭이며,

상기 로터 허브(1)에는 각각 상기 회전축과 일렬로 배치된 적어도 하나의 추가 내부 베어링(21)을 가지는 속이 빈 베어링(20)이 제공되고,

본질적으로 상기 회전축에 수직인 제 1 플랩 방향(23)을 중심으로 피봇 가능한 속이 빈 베어링에서 상기 로터 블레이드(2)의 제 1 쌍이 제 1 요크(4)에 의해 장착되며,

상기 로터 블레이드(3)의 적어도 제 2 쌍은, 상기 제 1 플랩 방향(23)과 상기 회전축에 실질적으로 수직이고, 연결된 로터 블레이드(2)의 상기 제 1 쌍에는 독립적인 제 2 플랩 방향(22)을 중심으로 피봇 가능한 적어도 하나의 추가 베어링(21)에서 속이 빈 베어링(20) 내부의 제 2 요크(5)에 의해 장착되는 것을 특징으로 하는, 로터 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

로터 블레이드들의 각각의 쌍들에 공통인 스와시판을 통해 상기 로터 블레이드(2, 3)의 영입각을 제어하기 위한 제어 수단(11 내지 15)이 제공되고, 상기 제어 수단은 본질적으로 상기 회전축에 평행한 작동축들을 따라, 그리고 로터 블레이드(2, 3)의 이웃하는 쌍들의 세로 방향 축들을 거쳐 각각 작동된 스와시판 버팀대(15)들을 포함하는 것을 특징으로 하는, 로터 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

속이 빈 베어링(20)과 추가 내부 베어링(21)은 각각의 축을 가지고, 상기 요크(4, 5), 상기 로터 블레이드(2, 3), 및 상기 요크와 상기 로터 블레이드 사이의 모든 컴포넌트들은 무게중심을 가지고, 상기 속이 빈 베어링(20)과 상기 추가 내부 베어링(21)의 각각의 축들은 상기 무게중심의 내부에 실질적으로 위치하는 것을 특징으로 하는, 로터 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 로터 시스템은 무게중심을 가지고 상기 로터 마스트(19)는 상기 로터 허브(1)에 회전축을 가지고,

로터 블레이드에서, 속이 빈 베어링(20)의 각각의 축의 위치 1 (P1)와 추가 내부 베어링(21)의 각각의 축의 위치 2 (P2)는,

- 위치 1(P1)이 상기 로터 시스템의 무게중심 및 상기 로터 블레이드의 추가 베어링과 상기 속이 빈 베어링의 각각의 축들의 교차점 사이의 거리의 50%에 있고, 상기 위치 1(P1)은 상기 무게 중심 아래에 위치하며, 상기 위치 1(P1)은 상기 로터 마스트(19)의 상기 회전축 내의 상기 교차점 아래 최대 10cm에 위치하며,
- 각각의 베어링은 베어링-축(10)을 가지고 상기 베어링-축(10)은 베어링-축들 교차점을 가지며, 베어링-축들

교차점에 관한 상기 위치 2(P2)는 상기 로터 블레이드의 상기 베어링-축들 교차점 및 상기 로터 시스템의 무게 중심 사이의 거리의 50%에 있고, 상기 위치 2(P2)는 상기 무게중심 위에 있으며, 상기 위치 2(P2)는 속이 빈 베어링(20)의 각각의 축들과 로터 마스트(19)의 회전축 상의 추가 내부 베어링(21)의 각각의 축들의 교차점 위 최대 45cm까지에 있도록 정해지는 것을 특징으로 하는, 로터 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

속이 빈 베어링(20)의 가운데 부분(18)은 로터 마스트(19)에 부착된 로터 허브(1)의 중심에 있는 것을 특징으로 하는, 로터 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

각각의 요크(4, 5)는 레버(11)와 제어 슬리브(12)를 가지고, 상기 레버(11)와 제어 슬리브(12)는 각각의 요크(4, 5)에 대해 베어링(14)을 통해 연결되어 스와시판 버팀대(15)들로부터 각각의 요크(4, 5)까지 임의의 움직임들을 전달하는 것을 특징으로 하는, 로터 시스템.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

제어 슬리브(12)는 부시, 탄성 중합체, 롤러 중에서 선택된 제어 슬리브-베어링(13) 또는 제어 슬리브-베어링(13)으로서의 볼 베어링에 의해 연결된 2개의 링을 포함하는 것을 특징으로 하는, 로터 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

각각의 로터 블레이드(2, 3)에 관해 블레이드 홀더(6)가 제공되고, 각각의 블레이드 홀더(6)에 관해 2개 이상의 블레이드 볼트(7)가 제공되는 것을 특징으로 하는, 로터 시스템.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

로터 블레이드(2, 3)는 로터 허브(1)에 대해 2개의 평면으로 되어 있는 것을 특징으로 하는, 로터 시스템.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

각각의 로터 블레이드(2, 3)는 블레이드 홀더(6)를 회전 중심 및 세로방향 축으로서 가지고, 상기 요크들(4, 5) 각각은 각각의 축(16/23, 17/22)을 가지고, 상기 로터 블레이드(2, 3)의 피치 조절은 실질적으로 로터 블레이드(2, 3)의 상기 세로 방향 축을 중심으로 이루어지고, 제어를 위한 회전 중심을 갖는 레버(11)에 의해 작동되며, 상기 레버(11)는 각각의 요크(4, 5)가 피봇하는 각각의 축(16/23, 17/22)에서 실질적 제어를 위한 회전 중심을 지닌 블레이드 홀더(6)에 연결되는 것을 특징으로 하는, 로터 시스템.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

5 kNm² 미만의 약한 비틀림(torsional) 강도를 갖지만 5 kNm² 초과와 강한 인장(tension) 강도를 갖는 적어도 하나의 인장 요소(8)가 블레이드 홀더(6)를 지닌 각각의 로터 블레이드(2, 3)와 관련된 요크(4, 5) 사이에 배치되는 것을 특징으로 하는, 로터 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

각각의 로터 블레이드(2, 3)와 관련된 요크(4, 5) 사이에 적어도 하나의 축 방향 베어링(25)이 배치되는 것을 특징으로 하는, 로터 시스템.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

요크(4, 5)는 상기 인장 요소(8)를 적어도 부분적으로 둘러싸도록, 속이 비어 있는 것을 특징으로 하는, 로터 시스템.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 항공기의 로터 시스템, 특히 무게가 1.5톤보다 가벼운 회전익 항공기 또는 회전익-무인 항공기에 관한 것이다.

배경 기술

헬리콥터들, 특히 고성능과 저소음 특징을 지닌 헬리콥터들에 관한 로터 시스템들은 그것들의 개발, 제작 및 보증에 관해 매우 비용이 많이 든다. 특히, 그것들의 개발은 헬리콥터와 로터 시스템의 동적인 거동에 관한 잠재적인 높은 위험성을 암시한다. 로터 시스템의 제작 및 보증은 복합 구조물과 댐퍼가 로터 헤드에 적용될 때, 특히 비용이 많이 든다.

특히 문헌 US4131391A호(Robinson)와 US3347320A호(Cresap)는 2개의 마주 보는 로터 블레이드의, 서로 잘 움직이지 않는 플랩(flap)과 래그(lag)를 요크를 거쳐 로터 허브에 연결하는 2개의 블레이드를 가지는 로터들을 개시하고, 이 경우 이러한 요크는 로터 마스트(mast)와, 또한 세로 방향의 로터 블레이드 축들에 수직인 축에 대하여 흔들릴 수 있다.

특히 문헌 US3804552A호(Covington)는 하나의 "g" 상태에서 동작하도록 되어 있는 레벨 비행으로 이동하는 헬리콥터들을 개시하는데, 즉 이 경우 로터는 그 헬리콥터의 무게와 같은 양력을 만들어낸다. 로터 모멘트를 마스트 헤드에 전달할 수 없는, 짐발된(gimballed) 흔들리는(teetering) 로터를 구비한 헬리콥터에서는, 항공기 자세에 있어서의 변화를 제어하는데 있어서의 요구 조건인, 항공기 중력 중심에 대한 제어 모멘트는 로터와, 따라서 그것의 추력 벡터를 기울임으로써 얻어진다. 그러므로, 제어 모멘트는 로터 추력과 경사각의 함수이다. 로터는 통상의 헬리콥터 제어 시스템을 통해 로터에 순환식 피치가 도입된다면 모멘트를 만들 수 있다. 이러한 모멘트는 짐발(gimbal)을 가로질러 지지 로터 마스트 아래로 전달될 수 있어, 짐발된 로터 허브를 로터 마스트에 연결하는 탄성 중합체로 된 허브 스프링에 의해 헬리콥터의 무게중심에 대하여 제어하는 모멘트를 가한다. 이러한 스프링은 로터 허브 요크의 일 부분으로서 제 1 플랜지에 부착되고, 지지 마스트에 볼트로 죄어진 제 2 플랜지에 부착된다.

특히 문헌 US4695227A호(Head)는 교차된 리프트 빔들을 포함하는 헬리콥터에서 피치 원뿔 로터 시스템에서 사용하기 위한 범용(universal) 조인트를 개시하고, 이 경우 그러한 빔 중 하나는 구동된 로터 샤프트에 결합되는 나머지 빔과 로터 허브에 결합된다. 2개의 교차된 리프트 빔들은 십자형으로 된 케이스를 통해 서로 결합되어 있다. 이 십자형으로 된 케이스는 또한 복수의 만곡부(flexure)에 의해 교차된 리프트 빔들 각각에 결합된다. 이러한 만곡부들과 십자형으로 된 케이스는 복합 섬유 재료들로 만들어지고, 그러한 만곡부들은 서로에 대해 크로스빔들의 각 편향(angular deflection)과 병진 편향(translational deflection)을 허용하기에 충분히 부드러워서, 이로 인해 샤프트와 로터 시스템 사이에서의 로터 스피드에 있어서의 급격한 변화를 없애고 감소시키는 경향이 있고, 따라서 로터 스피드들을 좀더 균일하게 만드는 경향이 있다. 교차된 리프트 빔들은 또한 지상에 있을 때나 비행시, 로터가 부의(negative) 양력 부하들(lift loads)을 발생시킬 때, 2개의 빔 사이의 로터 부하들을 행하는 유연한 탄성 중합체의 인장 링크에 의해 교차하는 중심에서 함께 결합된다. 속이 빈 적층판으로 된(laminated) 탄성 중합체의 압축 이음매(fitting)가 빔들 사이에서 그것들의 중심에 놓여져 그것들 사이의 로터 양력을 전달한다.

종래 기술의 정보 개시물에는 또한 US2007084962호(ZIENTEK), US2009214342호(BRINDEJONC), 및 US2012201678호(HUNTER)와 같은 특허 문헌들이 포함된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

본 발명의 목적은 3개 이상의 블레이드를 가지고, 종래의 2개로 된 블레이드 로터들에 비해 효율이 높으며, 구성 복잡도가 덜하고, 비용면에서 더 효율적이며, 종래 기술의 로터들에 비해 신뢰도가 더 높은, 항공기용의 소음이 덜한 로터 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

이에 대한 해결책은 청구항 1에 따른 특징들을 지닌 로터 시스템을 통해 제공된다.

본 발명에 따르면, 항공기의 로터 시스템은 회전축으로서 세로 방향 축을 지닌 로터 마스트, 상기 로터 마스트에 동축으로 배치된 로터 허브, 적어도 4개의 각이 지고 본질적으로 고르게 분포된 로터 블레이드들, 및 피치 및 그 후의 플랩(flap) 제어를 위해 상기 로터 블레이드들 각각에 장착된 스와시판(swash plate) 버팀대(strut)들을 포함한다. 상기 로터 블레이드들은 각각 실질적으로 공통인 로터 평면에 상기 회전축을 중심으로 회전하기 위해 상기 로터 허브에 오프셋이 0인 채로 서로 쌍으로 장착된 스티프 래그(lag-stiff) 및 스티프 플랩(flap-stiff)이다. 상기 로터 블레이드들은 각각 제 1 쌍과 제 2 쌍에 서로 마주보게 쌍으로 연결되고, 로터 허브에 대해 실질적으로 대칭적이다. 추가적인 베어링이 내부에 있는 속이 빈 베어링이 로터 허브에 제공되고, 상기 속이 빈 베어링과 상기 내부 추가 베어링은 각각 0인 오프셋에 관해 상기 회전축과 일렬로 배치된다. 상기 로터 블레이드들의 제 1 쌍은 상기 회전축에 본질적으로 수직인 제 1 플랩 방향을 중심으로 피봇 가능한 속이 빈 베어링 상에서 제 1 요크에 의해 장착되고, 상기 로터 블레이드들의 제 2 쌍은 상기 제 1 플랩 방향과 상기 회전축에 실질적으로 수직이고, 연결된 로터 블레이드들의 상기 제 1 쌍에는 독립적으로 제 2 플랩 방향에 대하여 피봇 가능한 추가 베어링 상의 속이 빈 베어링 내부의 제 2 요크에 의해 장착된다. 본 발명은 "제로-오프셋(Zero-Offset)" 로터, 즉 각 블레이드의 플랩핑 운동이 로터 마스트와 교차하는 축 주위에 있는 로터를 제안한다. 제로-오프셋 로터 시스템들은 순환 피치가 적용되는 동안 로터 마스트 상에 어떠한 휨(bending) 모멘트들도 전달하지 않는다. 본 발명은 다음과 같은 장점들을 제공한다:

본 발명의 로터 시스템은 개발 및 제작시 낮은 비용으로 진동 문제 및 내구성 문제를 해소한다.

복잡하게 개발되고 제작된 복합물은 본 발명의 로터 시스템의 로터 허브에 반드시 있을 필요가 없다.

본 발명의 로터 시스템의 4개의 블레이드로 된 로터는 작은 휨 모멘트들만을 로터 마스트에 옮기는 "흔들리는(teetering) 로터 시스템"으로서 굴곡이 없는(even-tempered) 비행 거동을 가져서, 본 발명의 로터 시스템의 로터 마스트는 비교적 경량으로 설계될 수 있다.

슬림하고 더 짧은 로터 블레이드들을 지닌, 본 발명의 로터 시스템은 4개의 블레이드를 구비할 때, 2개의 블레이드를 가진 로터보다 좀더 효율적이고 소음이 덜하다.

본 발명의 로터 시스템은 헬리콥터의 메인(main) 및/또는 테일 로터 뿐만 아니라 자이로콥터(gyrocopter)들에 관해서 적합하다. 본 발명의 로터 시스템은 유효하중(payload)이나 실행 보류를 증가시키기 위해 2개의 블레이드를 가진 로터들의 대체물로서 사용될 수 있다. 로터 허브로의 로터 블레이드들의 스티프 래그 연결로 인해, 본 발명의 로터 시스템은 틸트-로터(tilt-rotor) 헬리콥터들에서 사용하기에 적합하다. 또한, 본 발명의 로터 시스템은 2개의 블레이드를 가진 로터와 비교시 유효 하중을 증가시키기 위해, 공중 드론(aerial drone)들에서 사용될 수 있다.

한 쌍의 마주보는 로터 블레이드들을 마주보는 로터 블레이드들의 다른 쌍과는 별개로 그리고 독립적으로 흔들리는 본 발명의 로터 시스템의 능력으로 인해, "코리올리(Coriolis)" 힘들에 대한 노출이 로터 블레이드들의 상기 각각의 쌍들의 능력에 의해 따로따로 플랩까지 감소될 수 있고, 따라서 로터 허브에는 어떠한 혼성 및/또는 탄성 중합체 부분들도 필요로 하지 않는다.

본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 로터 블레이드들의 영입각을 제어하기 위한 제어 수단이, 바람직하게는 4개의 로터 블레이드에 관한 상기 제어 수단의 공통의 스와시판을 통해 제공된다. 로터 허브에 마주보게 배치되고 상기 제 1 요크 및 상기 제 2 요크 중 하나를 통해 스티프 래그 및 스티프 플랩을 서로 연결한 로터 블레이드들의 각 쌍들 각각은 회전축에 본질적으로 평행한 작동 축을 따라 각각 작동되는 상기 제어 수단의 스와시판 버팀대들에 연결된다. 로터 블레이드들의 각 쌍들 각각은 상기 스와시판 버팀대들에 의해, 그것의 티터각(teeter angle)에 있어서 제어 가능하다. 상기 스와시판 버팀대들 각각은 그것의 특별한 로터 블레이드의 영입

각을 제어한다. 티터각은 관련된 요크의 축을 중심으로 로터 마스트에 대한 마주보는 한 쌍의 로터 블레이드의 경사를 나타낸다. 티터각은 공기력과 원심력의 평형 상태에서부터 생기고, 순환 피치가 로터 블레이드들에 적용된다.

본 발명의 또 다른 바람직한 일 실시예에 따르면, 각각의 스와시판 버팀대의 작동축은 실질적으로 그것의 작동된 로터 블레이드의 각각의 요크의 축을 통해 지나가고 따라서 4개의 블레이드를 가진 로터 장치에서 이웃한 로터 블레이드의 방사상으로 연장하는 축을 통해 지나간다.

각각의 요크는 로터 마스트와 로터 블레이드들의 나머지 쌍의 세로 방향 축에 대해 실질적으로 수직인 상기 제 1 플랩 방향 또는 상기 제 2 플랩 방향 중 하나에 대한 로터 블레이드들의 관련된 쌍으로 피봇 가능하다. 각각의 요크는 나머지 요크와는 독립적으로 회전 가능하다.

본 발명의 또 다른 바람직한 실시예에 따르면, 속이 빈 베어링과 내부의 추가 베어링의 각 축들의 교차점은 요크들, 로터 블레이드들, 및 그것들 사이의 모든 성분들의 무게중심에 실질적으로 위치하여, 관성에 의해 유발된 최소 진동들까지 감소시키고, 순환 피치가 적용된다.

본 발명의 또 다른 바람직한 실시예에 따르면, 속이 빈 베어링과 추가 내부 베어링의 축들의 각각의 위치는 다음과 같이 정해진다:

위치 1은 로터 블레이드의 베어링 축들과, 무게중심 아래의 로터 시스템의 무게중심의 교차점 사이의 거리의 50%이다. 위치 1은 로터 블레이드의 베어링 축들의 교차점 아래에 있고, 게다가 위치 1은 속이 빈 베어링의 각각의 축들과 로터 마스트의 회전축 상의 추가 내부 베어링의 교차점 아래 최대 10cm까지이다.

위치 2는 로터 블레이드의 베어링 축들과, 무게중심 위의 로터 시스템의 무게중심의 교차점 사이의 거리의 50%이고, 이러한 위치 2는 속이 빈 베어링의 각각의 축들과 로터 마스트의 회전축 상의 추가 내부 베어링의 교차점 위 최대 45cm까지이다.

본 발명의 또 다른 바람직한 일 실시예에 따르면, 속이 빈 베어링의 가운데 부분은 로터 마스트에 부착된 로터 허브의 중심에 있다. 속이 빈 베어링의 가운데 부분은 속이 빈 베어링과 내부 추가 베어링의 플랩핑(flapping) 방향들을 규정하고, 상기 플랩핑 방향들은 4개의 블레이드를 가지는 로터에 관해 서로 대략 수직이다.

본 발명의 또 다른 바람직한 일 실시예에 따르면, 스와시판 버팀대들로부터 블레이드 홀더의 레버 베어링까지 임의의 움직임들을 전달하기 위해 각 요크에 관한 레버와 제어 슬리브가 제공된다. 이러한 제어 슬리브는 원형 베어링이다. 각 원형 베어링의 속이 빈 내부 링을 통해, 다른 쌍의 로터 블레이드의 세로 방향 축이 지나간다. 속이 빈 내부 링의 치수들은 로터 블레이드 및/또는 관련된 요크가, 특히 순환 피치가 적용될 때, 이러한 제어 슬리브와의 충돌없이, 속이 빈 내부 링 내부의 인장 요소들을 가지고 모든 필요로 하는 플랩핑 움직임을 허용하도록 정해진다. 피치를 적용하는 동안, 속이 빈 베어링 또는 추가 내부 베어링의 각각의 축에 대한 레버와 제어 슬리브의 위치는 변하고, 한 쌍의 로터 블레이드에 관한 이러한 변화는 로터 블레이드들의 나머지 쌍의 임의의 플랩핑 운동들로부터 본질적으로 분리된다.

본 발명의 또 다른 바람직한 실시예에 따르면, 제어 슬리브는, 바람직하게는 부시(bush), 탄성 중합체 롤러(roller)와 같은 제어 슬리브-베어링이나 제어 슬리브-베어링으로서 볼 베어링에 의해 연결된 2개의 링을 포함한다.

본 발명의 또 다른 바람직한 일 실시예에 따르면, 로터 허브로의 로터 블레이드 연결을 튼튼하게 하기 위해, 각각의 로터 블레이드에 관해 블레이드 홀더가 제공되고, 각 블레이드 홀더에 관해 2개 이상의 블레이드 홀더-볼트가 제공된다.

본 발명의 또 다른 바람직한 일 실시예에 따르면, 로터 블레이드들은 요크들에 전달된 휨 모멘트들을 감소시키기 위해, 로터 허브에 대해 2개의 평면으로 되어 있다.

본 발명의 또 다른 바람직한 일 실시예에 따르면, 로터 블레이드들의 피치 조정은 실질적으로 로터 블레이드의 세로 방향 축에 대해 이루어지고, 레버에 의해 작동되며, 각각의 요크가 피봇하는 각 축에서 실질적으로 제어하기 위한 회전 중심을 지닌 블레이드 홀더에 연결된다.

본 발명의 또 다른 바람직한 일 실시예에 따르면, 약한 비틀림(torsional) 강도를 갖지만 강한 인장(tension) 강도를 갖는 적어도 하나의 인장 요소가 블레이드 홀더를 지닌 각각의 로터 블레이드와 원심력들의 적어도 일부를 전달하기 위한 관련된 요크 사이에 배치된다.

본 발명의 또 다른 바람직한 일 실시예에 따르면, 약한 비틀림 강도를 갖지만 강한 인장 강도를 갖는 인장 요소로서 적어도 하나의 축 방향 베어링이 각각의 로터 블레이드와 로터 블레이드의 원심력들을 흡수하기 위한 관련된 요크 사이에 배치된다. 축 베어링은 더 작은 요크들과 제어 슬리브들의 단순화된 구성을 가지고 로터 블레이드의 원심력들을 각각의 요크에 전송하는 것을 허용하고, 이 경우 제어 슬리브들과 요크들 사이의 적절한 빈틈이 여전히 충격을 방지한다. 축 방향 베어링들, 즉 롤러 베어링들은 그것들의 설치 사이즈에 관한 인장 비틀림 요소들만큼이나 높이 축 방향 힘들을 전송할 수 없기 때문에, 축 방향 베어링들의 적용은 로터들에 국한되고, 이 경우 로터 블레이드의 원심력들은 다소 낮은 값, 즉 15[mm]의 샤프트 직경을 지닌 롤러 베어링에 관해 약 12[kN]를 초과하지 않는다.

본 발명의 또 다른 바람직한 일 실시예에 따르면, 요크는 적어도 부분적으로 약한 비틀림 강도를 갖지만 강한 인장 강도를 갖는 인장 요소를 둘러싸도록 속이 비어 있다. 본 발명의 바람직한 실시예들은 첨부 도면들을 참조하는 이어지는 설명으로 예를 통하여 그 개요가 서술된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 로터 시스템의 평면도.

도 2는 도 1에 따른 로터 시스템의 단면도.

도 3은 도 2에 수직인 로터 시스템의 단면도.

도 4는 본 발명에 따른 또 다른 로터 시스템의 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

도 1에 따르면, 로터 시스템은 가운데에서 각각 로터 허브(1)를 구비하고 서로 마주보게 쌍으로 배치되는 4개의 로터 블레이드(2)를 가진다. 로터 블레이드(2, 3) 각각은 이웃하는 블레이드(2, 3) 사이의 각도가 90° 인 상태로, 제 1 요크(4), 제 2 요크(5), 및 각각의 블레이드 홀더(6)에 의해 로터 허브(1)에 장착된다. 2개의 마주보는 제 1 로터 블레이드(2)들이 제 1 쌍을 형성하고, 2개의 마주보는 제 2 로터 블레이드(3)들이 제 2 쌍을 형성한다. 제 1 쌍의 2개의 마주보는 제 1 로터 블레이드(2)는 제 1 축(22)을 따라 로터 허브(1)로부터 방사상으로 연장하고, 제 2 쌍의 2개의 마주보는 제 2 로터 블레이드(3)는 제 2 축(23)을 따라 로터 허브(1)로부터 방사상으로 연장하며, 상기 제 2 축(23)은 상기 제 1 축(22)에 관해 본질적으로 수직이다.

각각의 쌍의 2개의 로터 블레이드(2, 3) 각각은 2개의 요크(4, 5) 중 하나를 통해 서로 스티프 플랩 및 스티프 래그로 연결된다. 로터 블레이드(2, 3)의 금속 연결 부분들의 플랩 강성도와, 특히 래그 강성도는, 로터 블레이드의 설비가 후방 휘돌림 면에서의 지상 공진을 배제하고 임의의 추가적인 댐퍼들이 없어도 되게 하기 위해 초입계 상태에서 발생하는 모든 로터 주파수들에서 동작하도록 하기 위해 5kNm²보다 크다. 블레이드 홀더(6)들은 블레이드 홀더-볼트(7)들에 의해 2개의 요크(4, 5) 중 하나와 로터 블레이드들(2, 3) 각각을 연결시킨다. 인장 요소 볼트(9)들이 각각의 요크(4, 5)와 각각의 블레이드 홀더(6)에 장착된다. 부시, 탄성 중합체, 롤러와 같은, 약한 비틀림 강도를 갖지만 강한 인장 강도를 갖는 인장 요소(8)들 및/또는 특히 직경이 약 3m인 더 작은 로터들을 위한 볼 베어링들, 블레이드 홀더(6)들, 및 블레이드 홀더들-볼트들(7)이 각각 연결된 로터 블레이드(2, 3) 사이에서 원심력들을 전달한다. 최소의 비틀림 강도는 원심력들에 대응하는 로터 블레이드의 질량과 로터 직경의 함수로서의 로터 주파수(frequency)와, 레버 전송비(transmission ratio), 및 제어 증폭을 위한 수단에 의존한다. 최소 인장 요소의 강도는 실패 없이 150kN 미만인 로터 블레이드의 원심력들을 견디기에 충분하다. 약 10m의 직경을 지닌 큰 로터의 경우, 비틀림 강도는 5Nm/deg 미만이다. 부시, 탄성 중합체, 롤러 및/또는 볼 베어링들은 블레이드 홀더(6)들의 베어링(10)들에 통합된다.

인장 요소(8)들의 약한 비틀림 강도는, 스와시판 버팀대들이 모든 로터 상태에서의 각각의 로터 블레이드의 영입각들을 쉽게 변하게 되는 것을 허용한다. 베어링(10)들과 블레이드 홀더(6)들은 각각 연결된 로터 블레이드(2, 3) 사이에서 휘는 힘들을 전달한다.

각 요크(4, 5)들 각각의 외부 원주를 따라 인장 요소(8)들이 배치된다. 이러한 인장 요소(8)들은, 예를 들면 최소 인장 강성도를 위한 강철의 두께가 0.01mm 내지 5mm의 범위를 지닌 수 개의 얇은 판들로 구성되거나 하나의 부분으로 되어 있다.

로터 블레이드(2, 3)들 각각의 피치는 블레이드 홀더(6)들을 거쳐 블레이드 홀더의 각각 관련된 레버(11)에 의해 제어 가능하다. 2개의 링의 제어 슬리브(12)는 블레이드 홀더의 레버의 베어링(14)을 통해 레버(11)들 각각

에 연결된다. 각각의 인장 요소(8)들을 지닌 요크(4, 5) 각각은 그것들 각각의 둘러싸는 제어 슬리브(12)에 관해서 가운데에 존재한다.

로터 허브(1)에는, 각각 로터 허브(1)의 상기 회전축과 일렬로 중심이 위치한 내부 베어링(21)과 속이 빈 베어링(20)이 제공된다. 속이 빈 베어링(20)은 제 1 요크(4)와 일체형으로 되어 있고, 내부 베어링(21)은 제 2 요크(5)와 일체로 되어 있다.

도 2에 따르면, 대응하는 참조 번호가 도 1에서와 동일한 참조 번호로 참조되고 있다. 상부에 로터 허브(1)가 있는 로터 마스트(19)에는 가운데 부분(18)의 볼트 베어링, 즉 속이 빈 베어링(20)이 제공된다. 가운데 부분(18)은 로터 허브(1)의 상기 회전축에 관해 가운데에 위치하고, 로터 허브(1)가 있는 로터 마스트(19)의 상기 회전축에 본질적으로 수직이고 상기 제 1 축(22)에 본질적으로 수직인 제 1 플랩 방향에 대한 제 1 요크(4)의 플랩핑을 위한 축을 제공한다. 제 1 요크(4)는 상기 제 1 플랩 방향에서 로터 허브(1)의 볼트 베어링(16)에 대하여 로터 블레이드(2)들의 상기 제 1 쌍으로 상기 제 1 요크(4)가 피봇하는 것을 허용하도록 볼트 베어링(16)에 적용된다.

도 2에서는, 속이 빈 베어링(20)과 추가 내부 베어링(21)의 축들의 각각의 위치(1, 2)가 다음과 같이 정해진다:

P1으로 참조가 되는 위치 1은 로터 블레이드의 베어링 축들과, 무게중심 아래의 로터 시스템의 무게중심의 교차점 사이의 거리의 50%이다. 위치 1은 로터 블레이드의 베어링 축들의 교차점 아래에 있다. 게다가, 위치 1은 속이 빈 베어링(20)의 각각의 축들과 로터 마스트(19)의 회전축 상의 추가 내부 베어링(21)의 교차점 아래 최대 10cm까지이다.

P2로 참조가 되는 위치 2는 로터 블레이드의 베어링 축들(10)과, 무게중심 위의 로터 시스템의 무게중심의 교차점 사이의 거리의 50%이다. 이러한 위치 2는 속이 빈 베어링(20)의 각각의 축들과 로터 마스트(19)의 회전축 상의 추가 내부 베어링(21)의 교차점 위 최대 45cm까지이다.

각각의 스와시판 버팀대(15)들에 링크된 각각의 제어 슬리브 베어링(13)들을 지닌 제어 슬리브(12)들은 어떠한 제 1 요크(4)와의 간섭 없이, 각각의 제어 슬리브 베어링(13)들의 움직임들을 허용하기 위해, 제 1 요크(4)로부터 각각 이격된다. 스와시판 버팀대(15)들은 각각 로터 마스트(19)의 상기 회전축과 로터 블레이드(2)들의 상기 제 1 쌍을 따라 제 1 축(22)에 의해 규정된 평면에 있다. 제 2 쌍의 제 2 로터 블레이드(3)들의 피치를 제어하기 위해, 제어 슬리브(12)들은 블레이드 홀더들의 레버-베어링(14)을 거쳐, 블레이드 홀더들의 레버(11)들에 연결된다.

로터 블레이드(2)들은 로터 허브(1)의 로터 마스트(19)에 대해 2개의 평면으로 되어 있다.

도 3에 따르면, 대응하는 참조 번호들이 도 1 및 도 2에서와 동일한 참조 번호로 참조된다. 속이 빈 베어링(20)의 가운데 부분(18)은 본질적으로 축(22)에 수직인 상기 제 2 축(23)을 따라 축을 지닌 가운데 통로(24)이다. 내부 베어링(21)은 로터 허브(1)의 상기 회전축에 중심을 둔 볼트(17)에 장착되고, 로터 허브(1)를 지닌 로터 마스트(19)의 상기 회전축에 본질적으로 수직이고 제 1 플랩 방향에 본질적으로 수직인 제 2 플랩 방향에 대한 제 2 요크(5)의 플랩핑을 위한 축을 제공한다. 내부 베어링(21)은 제 2 플랩 방향으로, 그리고 연결된 로터 블레이드(2)들의 상기 제 1 쌍과는 독립적으로 로터 허브(1)에 대하여 상기 로터 블레이드(3)들의 상기 제 2 쌍의 피봇팅을 허용한다.

각각의 제어 슬리브 베어링(13)이 그것들 각각의 스와시판 버팀대(15)들에 링크된 제어 슬리브(12)들은 각각 제 2 요크(5)들로부터 이격되어, 제 2 요크(5)들 중 어느 것과도 간섭 없이, 각각의 제어 슬리브 베어링(13)들의 움직임들을 허용한다. 스와시판 버팀대(15)들은 각각 로터 블레이드(3)들의 상기 제 2 쌍을 따라 존재하는 제 2 축(23)과 로터 마스트(19)의 상기 회전축에 의해 정해진 평면에 존재한다. 제 1 쌍의 2개의 제 1 로터 블레이드(2)들의 피치를 제어하기 위해, 제어 슬리브(12)들은 블레이드 홀더들의 레버-베어링(14)을 거쳐, 블레이드 홀더의 레버(11)들에 연결된다. 인장 요소 볼트(9)들은 각각의 요크(4, 5)와 각각의 블레이드 홀더(6)에 장착된다.

축 베어링(25)들, 즉 롤러 베어링들이나 볼 베어링들은 로터 블레이드(2, 3)로부터의 낮은 축 방향 힘들/원심력을 각각의 요크(4, 5)에 전달하는 상기 더 작은 로터들을 위해 적용되는데, 즉 이러한 축 방향 베어링들은 약 12kN보다 작은 원심력들을 지닌 로터들을 위한 15mm의 베어링 샤프트 직경을 지닌 것으로, 상기 축 방향 베어링(25)들은 약한 비틀림 강도를 갖지만 강한 인장 강도를 갖는 인장 요소(8)들에 비해 부피가 덜 크다.

로터 블레이드(3)들은 로터 허브(1)의 로터 마스트(19)에 대해 2개의 평면으로 되어 있다.

도 4에 따르면, 대응하는 참조 번호들이 도 1 내지 3에서와 동일한 참조 번호로 참조된다. 요크(4)들은 속이 빈 베어링(20)의 볼트 베어링(16)으로부터 블레이드 홀더(6)들 쪽으로 쏙 들어가 있다. 요크(4)들은 그것들의 연장 부 대부분을 따라 블레이드 홀더(6)들 쪽으로 인장 요소(8)들을 둘러싼다.

각각의 제어 슬리브 베어링(13)이 그것들 각각의 스와시판 버팀대(15)들에 링크된 제어 슬리브(12)들은 각각 제 1 요크(4)로부터 이격되어, 제 1 요크(4)들 중 어느 것과도 간섭 없이, 각각의 제어 슬리브 베어링(13)들의 움직임들을 허용한다.

스티프 로터 블레이드 조립체를 위해, 각각의 로터 블레이드(2)가 블레이드 홀더(6)에 고정되도록 하기 위해 2개 이상의 블레이드 홀더-볼트(7)가 사용될 수 있다.

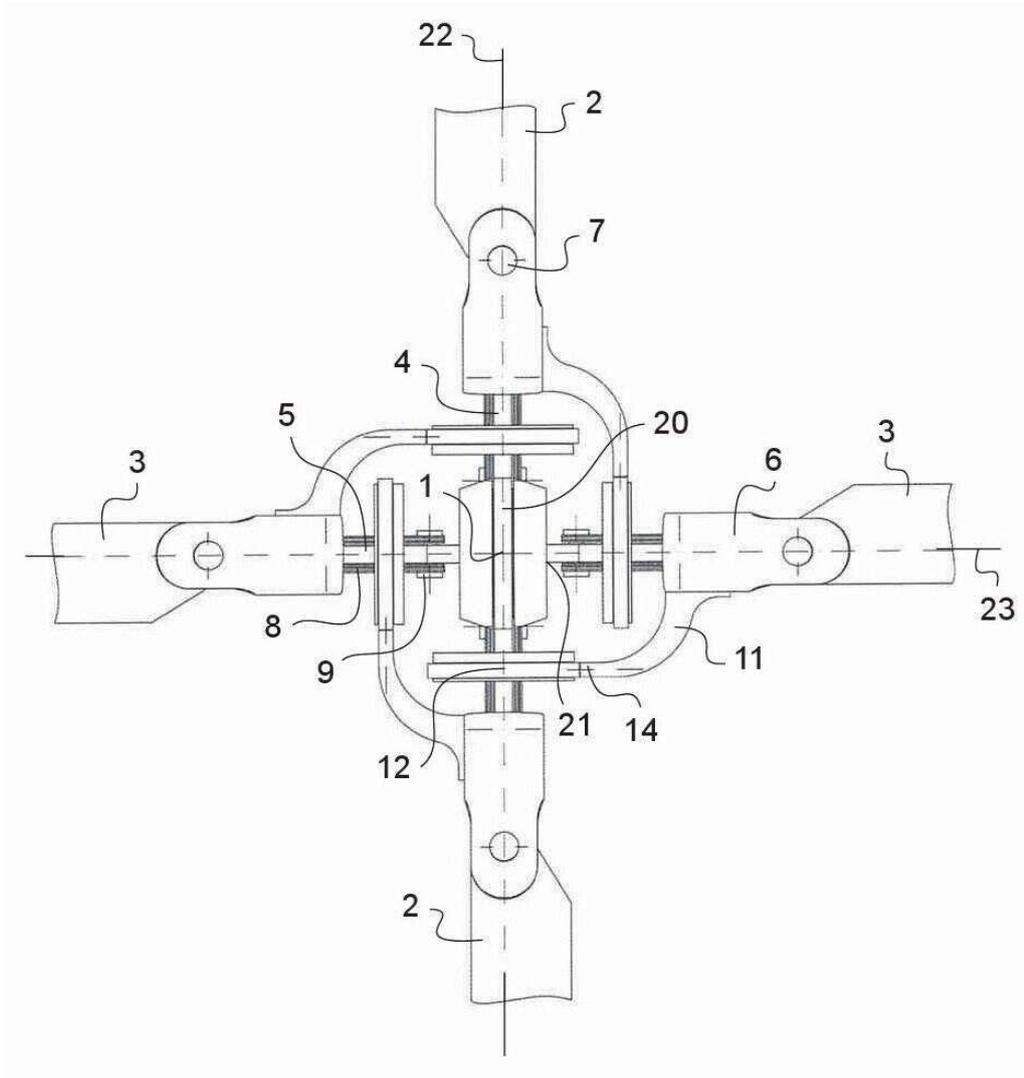
강성 및 제작 향상을 위해 요크들(4, 5) 각각의 내부 원주를 따라, 인장 요소들(8)이 배치된다.

부호의 설명

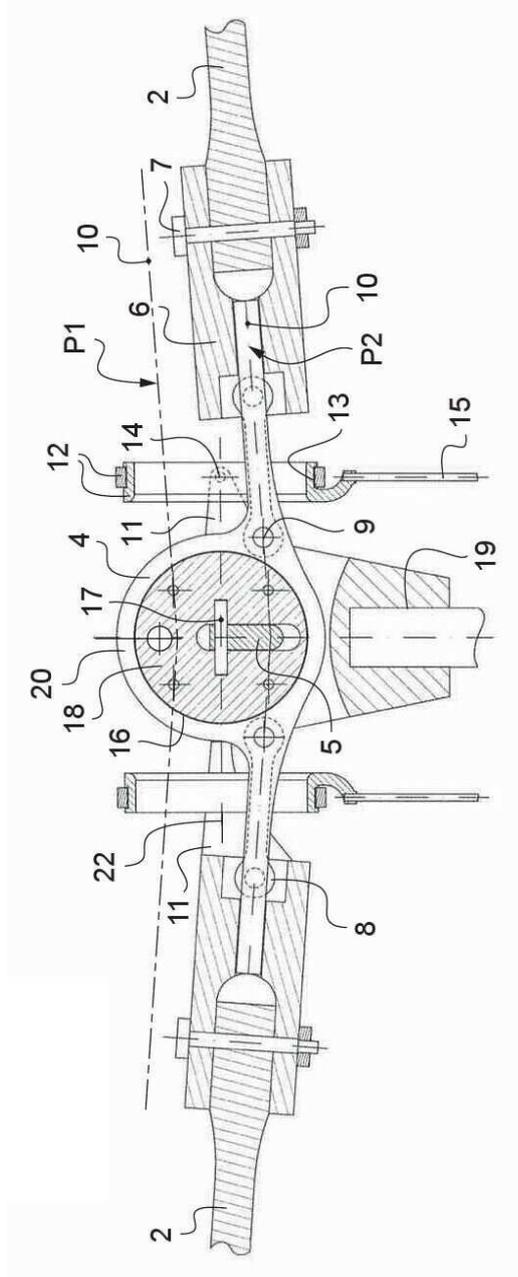
- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1: 로터 허브 | 2, 3: 로터 블레이드 |
| 4, 5: 요크 | 6: 블레이드 홀더 |
| 7: 블레이드 홀더의 볼트 | 8: 인장 요소 |
| 9: 인장 요소의 볼트 | 10: 블레이드 홀더의 베어링 |
| 11: 블레이드 홀더의 레버 | 12: 제어 슬리브 |
| 13: 제어 슬리브-베어링 | 14: 블레이드 홀더의 레버의 베어링 |
| 15: 스와시판 버팀대들 | 16, 17: 플랩핑 방향에 관한 축 |
| 18: 가운데 부분 | 19: 로터 마스트 |
| 20: 속이 빈 베어링 | 21: 추가 베어링 |
| 22: 제 1 플랩 방향 | 23: 제 2 플랩 방향 |
| 24: 가운데 통로 | 25: 축 방향 베어링 |
| P1: 위치 1 | P2: 위치 2 |

도면

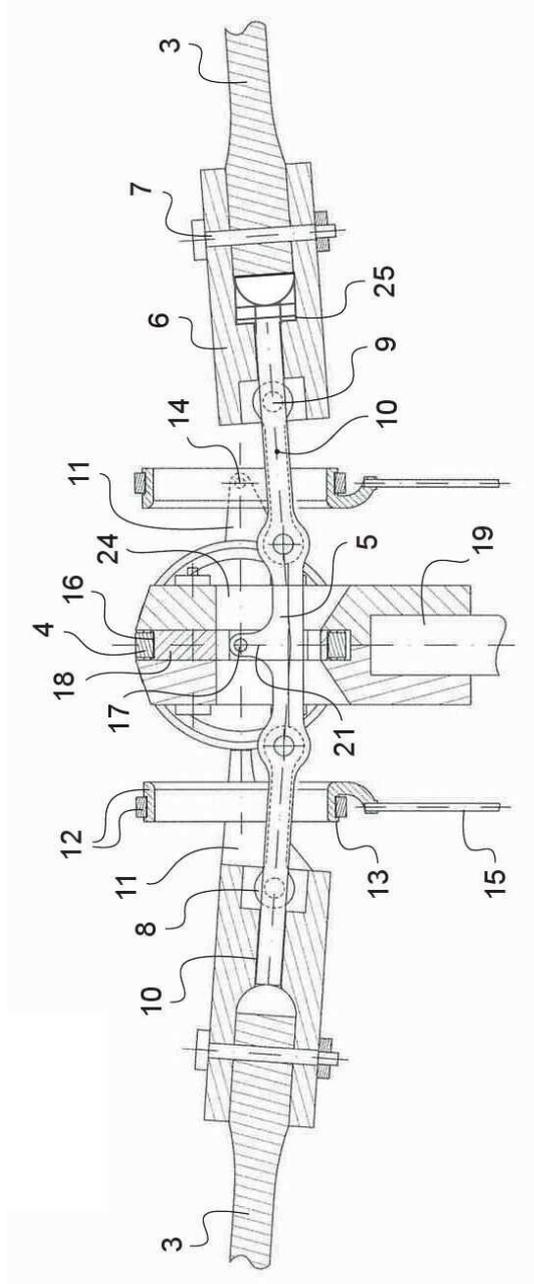
도면1



도면2



도면3



도면4

