



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년02월15일  
(11) 등록번호 10-1948945  
(24) 등록일자 2019년02월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01L 3/10 (2006.01) G01L 25/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-7023356  
(22) 출원일자(국제) 2013년02월23일  
심사청구일자 2017년02월01일  
(85) 번역문제출일자 2013년09월03일  
(65) 공개번호 10-2014-0061293  
(43) 공개일자 2014년05월21일  
(86) 국제출원번호 PCT/FR2012/050383  
(87) 국제공개번호 WO 2012/117187  
국제공개일자 2012년09월07일  
(30) 우선권주장  
1151682 2011년03월02일 프랑스(FR)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1019920004822 A  
KR1019970706484 A  
KR1020110048489 A  
WO2009141261 A1

(73) 특허권자  
사프란 헬리콥터 엔진스  
프랑스 에프-64510 보르테  
(72) 발명자  
해흐너, 에드가  
프랑스, 에프-64510 볼데스, 52 루 데 에갈리페  
(74) 대리인  
김윤배

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 한상호

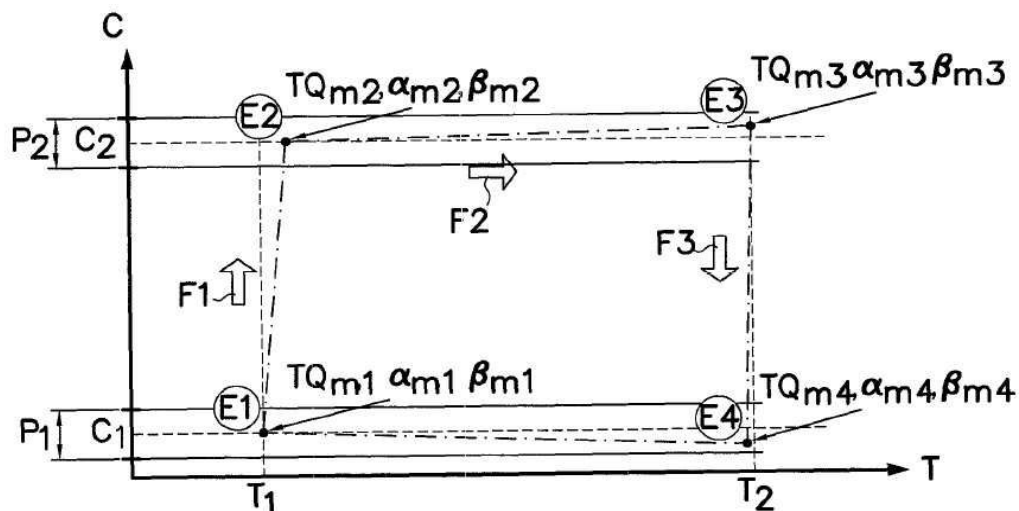
(54) 발명의 명칭 비틀림 토오크 측정기를 조정하기 위한 방법

(57) 요약

동력축, 기준축, 상기 동력축과 기준축에 속하는 각도 기준점들 사이의 제1, 제2 각도 오프셋들을 측정하기 위한 측정장치, 및 상기 제1, 제2 각도 오프셋을 기초로 상기 동력축에 의해 출력된 토오크값을 결정하기 위한 계산 유닛을 포함하는 비틀림 토오크 측정기를 조정하기 위한 방법으로서,

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



상기 조정방법은,

- 상기 비틀림 토오크 측정기를 제1 상태에 두는 단계;
  - 제1 세트의 측정이 수행되고 이에 의해 제1, 제2 각도 오프셋( $\alpha_{m1}, \beta_{m1}$ )이 결정되고, 상기 동력축(12)에 의해 출력된 상기 토오크( $TQ_{m1}$ )가 기준 토오크 측정기(54)를 사용하여 측정되는 단계;
  - 상기 비틀림 토오크 측정기를 제2 상태에 두는 단계;
  - 제2 세트의 측정이 수행되고 이에 의해 제1, 제2 각도 오프셋( $\alpha_{m2}, \beta_{m2}$ )이 결정되고, 상기 동력축(12)에 의해 출력된 상기 토오크( $TQ_{m2}$ )가 측정되는 단계;
  - 상기 비틀림 토오크 측정기를 제3 상태에 두는 단계;
  - 제3 세트의 측정이 수행되고 이에 의해 제1, 제2 각도 오프셋( $\alpha_{m3}, \beta_{m3}$ )이 결정되고, 상기 동력축에 의해 출력된 상기 토오크( $TQ_{m3}$ )가 측정되는 단계;
  - 상기 비틀림 토오크 측정기를 제4 상태에 두는 단계;
  - 제4 세트의 측정이 수행되고 이에 의해 제1, 제2 각도 오프셋( $\alpha_{m4}, \beta_{m4}$ )이 결정되고, 상기 동력축(12)에 의해 출력된 상기 토오크( $TQ_{m4}$ )가 측정되는 단계;
  - 상기 계산 유니트(28)가 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 세트의 측정으로부터 조정되는 단계를 포함하여 이루어지는 비틀림 토오크 측정기를 조정하는 방법이 개시되어 있다.
-

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

- 축 주위에 회전하는 토오크를 전달하기 위한 동력축으로, 제1 및 제2 시리즈의 각도 기준점(angular reference points)들을 구비하는 제1휠을 구비하는 동력축(12);
  - 상기 동력축(12)의 하나의 단부에 고정된 제1 단부, 및 제3 및 제4 시리즈의 각도 기준점들을 구비하는 제2 휠이 구비된 제2 단부를 구비하는 기준축(reference shaft)으로서, 상기 제1 및 제3 시리즈의 각도 기준점들은 서로 평행하게 되어 있고, 제2 및 제4 시리즈의 각도 기준점들은 서로에 대해 평행하면서 상기 제1 및 제3 시리즈의 각도 기준점들에 대해서는 경사지게 배치되어 있는, 기준축(20);
  - 상기 제1 및 제3 시리즈의 각도 기준점들에 각각 속하는 2 개의 기준점들 사이에 이격된 제1 각도 오프셋(angular offset), 및 상기 제2 및 제4 시리즈의 각도 기준점들에 각각 속하는 2 개의 기준점들 사이에 이격된 제2 각도 오프셋(angular offset)을 측정하기 위한 측정장치;
  - 상기 측정장치에 의하여 측정된 상기 제1 및 제2 각도 오프셋에 기초하여, 상기 동력축(12)에 의해 출력된 토오크 값을 결정하기 위한 계산 유니트(28);를 포함하는 비틀림 토오크 측정기(10)를 조정하기 위한 조정방법으로서,
- 상기 조정방법은,
- 상기 동력축(12)에 의해 출력된 토오크의 값이 제1 예정 토오크 범위(P1) 내에 놓이는 제1 상태에 상기 비틀림 토오크 측정기를 두는 단계로서, 상기 비틀림 토오크 측정기의 축이 제1 온도(T1)에 있도록 하고;
  - 제1 세트의 측정이 수행되고 이에 의해 제1, 제2 각도 오프셋( $\alpha_{m1}, \beta_{m1}$ )이 결정되고, 상기 동력축(12)에 의해 출력된 토오크( $TQ_{m1}$ )가 기준 토오크 측정기(54)를 사용하여 측정되는 단계;
  - 상기 동력축(12)에 의해 출력된 토오크의 값이 제2 예정 토오크 범위(P2) 내에 놓이는 제2 상태에 상기 비틀림 토오크 측정기를 두는 단계로서, 상기 제2 예정 토오크 범위(P2)는 상기 제1 예정 토오크 범위(P1)와 다르게 되어 있고, 상기 비틀림 토오크 측정기의 축이 실질적으로 제1 온도(T1)에 있도록 하는 단계;
  - 제2 세트의 측정이 수행되고 이에 의해 제1, 제2 각도 오프셋( $\alpha_{m2}, \beta_{m2}$ )이 결정되고, 상기 동력축(12)에 의해 출력된 토오크( $TQ_{m2}$ )가 기준 토오크 측정기(54)를 사용하여 측정되는 단계;
  - 상기 동력축(12)에 의해 출력된 토오크의 값이 제2 예정 토오크 범위(P2) 내에 놓이는 제3 상태에 상기 비틀림 토오크 측정기를 두는 단계로서, 상기 비틀림 토오크 측정기의 축이 상기 제1 온도(T1)와 다른 제2 온도(T2)에 있도록 하는 단계;
  - 제3 세트의 측정이 수행되고 이에 의해 제1, 제2 각도 오프셋( $\alpha_{m3}, \beta_{m3}$ )이 결정되고, 상기 동력축에 의해 출력된 토오크( $TQ_{m3}$ )가 기준 토오크 측정기(54)를 사용하여 측정되는 단계;
  - 상기 동력축(12)에 의해 출력된 토오크의 값이 제1 예정 토오크 범위(P1) 내에 놓이는 제4 상태에 상기 비틀림 토오크 측정기를 두는 단계로서, 상기 비틀림 토오크 측정기의 축이 실질적으로 제2 온도(T2)에 있도록 하는 단계;
  - 제4 세트의 측정이 수행되고 이에 의해 제1, 제2 각도 오프셋( $\alpha_{m4}, \beta_{m4}$ )이 결정되고, 상기 동력축(12)에 의해 출력된 토오크( $TQ_{m4}$ )가 기준 토오크 측정기(54)를 사용하여 측정되는 단계;
  - 상기 계산 유니트(28)가 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 세트의 측정으로부터 조정되는 단계를 포함하여 이루어지는 비틀림 토오크 측정기를 조정하는 방법.

## 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제2 예정된 토오크 범위(P2)는 상기 제1 예정된 토오크 범위(P1)보다 크고, 상기 제2 온도(T2)는 상기 제1 온도(T1)보다 더 높게 되어 있는 비틀림 토오크 측정기를 조정하는 방법.

## 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제3 세트의 측정을 실행하기 전에 상기 토오크 측정기의 축의 온도가 상기 제2 온도(T2)에서 안정화될 때까지 기다리도록 하는 비틀림 토오크 측정기를 조정하는 방법.

## 청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 세트의 측정의 값이 상기 계산 유닛(28)의 메모리(29)에 저장되는 조정 데이터를 결정하는 데 사용되는 비틀림 토오크 측정기를 조정하는 방법.

## 청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 상기 비틀림 토오크 측정기(10)는 터보머신(100)에 장착되고, 상기 기준 토오크 측정기(54)는 상기 터보머신(100)의 바깥에 설치되는 비틀림 토오크 측정기를 조정하는 방법.

## 청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 및 제2 휠은 제1, 제2 음향휠(18, 22)이고, 상기 각도 기준점(D1, D2, D3, D4)들은 기어치로 되어 있는 비틀림 토오크 측정기를 조정하는 방법.

## 청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 측정장치는 단일의 자기 센서(26)로 형성되는 비틀림 토오크 측정기를 조정하는 방법.

## 청구항 8

- 축(A) 주위에 회전하는 토오크를 전달하기 위한 동력축(12)으로, 제1 및 제2 시리즈의 각도 기준점(angular reference points, D1, D2)들을 구비하는 제1휠(18)을 구비하는 동력축(12);

- 상기 동력축(12)의 하나의 단부에 고정된 제1 단부(20a), 및 제3 및 제4 시리즈의 각도 기준점(D3, D4)들을 구비하는 제2 휠이 구비된 제2 단부를 구비하는 기준축(20, reference shaft)으로서, 상기 제1 및 제3 시리즈의 각도 기준점(D1, D3)들은 서로 평행하게 되어 있고, 제2 및 제4 시리즈의 각도 기준점(D2, D4)들은 서로에 대해 평행하면서 상기 제1 및 제3 시리즈의 각도 기준점들에 대해서는 경사지게 배치되어 있는, 기준축(20);

- 상기 제1 및 제3 시리즈의 각도 기준점들에 각각 속하는 2 개의 기준점들 사이에 이격된 제1 각도 오프셋( $\alpha_m$ , angular offset), 및 상기 제2 및 제4 시리즈의 각도 기준점들에 각각 속하는 2 개의 기준점들 사이에 이격된 제2 각도 오프셋( $\beta_m$ )을 측정하기 위한 측정장치;

- 상기 측정장치에 의하여 측정된 상기 제1 및 제2 각도 오프셋에 기초하여, 상기 동력축(12)에 의해 출력된 토오크 값을 결정하기 위한 계산 유닛(28);를 포함하는 비틀림 토오크 측정기(10)에 있어서,

상기 계산 유닛(28)은 상기 제1항 또는 제2항에 따른 조정방법을 실행함으로써 얻어진 조정 데이터를 저장하기 위한 메모리(29)를 포함하는 것, 그리고 상기 계산 유닛에 의해 결정된 토오크 값(TQ)은 상기 제1 및 제2

각도 오프셋과 상기 조정 데이터의 함수인 것을 특징으로 하는 비틀림 토오크 측정기(10).

## 청구항 9

제8항에 따라 조정된 비틀림 토오크 측정기(10)를 포함하는 터보머신(100).

## 발명의 설명

## 기술 분야

- [0001] 본 발명은, 예컨대 항공기 터보머신의 축과 같은 엔진 축에 의해 전달된 토오크를 측정하기 위한 장치에 대한 것이다.
- [0002] 본 발명은 바람직하게는 헬리콥터 터보머신에 장착되기 위한 비틀림 토오크 측정기를 조정하기 위한 방법에 대한 것이다.

## 배경 기술

- [0003] 축의 회전 토오크의 측정이 헬리콥터 엔진 분야에서 특히 중요한데, 이것은 조종사에 의해 고려되는 중요 조종 데이터의 아이템을 일반적으로 제공하기 때문이다. 헬리콥터의 로우터가 일정한 속도에 도달하면, 상기 로우터에 의해 공급된 동력은 전적으로 토오크에 의존된다.
- [0004] 선행문헌 FR 2 931 552는 축의 비틀림 변형의 측정에 기반한 토오크 측정기에 대하여 기술하고 있는데, 상기 변형은 특히 전달된 토오크의 기능이다.
- [0005] 상기 문헌에 기재된 비틀림 토오크 측정기는 다음을 포함한다:
- [0006] - 축 주위에 회전하는 토오크를 전달하기 위한 동력축으로, 제1 및 제2 시리즈의 각도 기준점(angular reference points)들을 구비하는 제1휠을 구비하는 동력축;
- [0007] - 상기 동력축의 하나의 단부에 고정된 제1 단부 및 제3 및 제4 시리즈의 각도 기준점들을 구비하는 제1 휠이 구비된 제2 단부를 구비하는 기준축(reference shaft)으로서, 상기 제1 및 제3 시리즈의 각도 기준점들은 서로 평행하게 되어 있고, 제2 및 제4 시리즈의 각도 기준점들은 서로에 대해 평행하면서 상기 제1 및 제3 시리즈의 각도 기준점들에 대해서는 경사지게 배치되어 있는, 기준축;
- [0008] - 상기 제1 및 제3 시리즈의 각도 기준점들에 각각 속하는 2 개의 기준점들 사이에 이격된 제1 각도 오프셋(angular offset), 및 상기 제2 및 제4 시리즈의 각도 기준점들에 각각 속하는 2 개의 기준점들 사이에 이격된 제2 각도 오프셋(angular offset)을 측정하기 위한 측정장치;
- [0009] - 상기 측정장치에 의하여 측정된 특히 상기 제1 및 제2 각도 오프셋에 기초하여, 상기 동력축에 의해 출력된 토오크 값을 결정하기 위한 계산 유니트.
- [0010] 상기 동력축에 의해 공급된 상기 토오크를 계산하기 위하여, 상기 계산 유니트는 상기 측정장치에 의하여 제공된 데이터를 사용하여 상기 동력축의 온도를 미리 결정하여야 한다. 온도가 결정되고 나서, 상기 토오크 값은 상기 계산 유니트의 메모리에 미리 저장된 데이터 베이스를 사용하여 결정되고, 이 데이터 베이스는 다른 온도들에 대하여 각 변형의 몇 가지 값에 상응하는 토오크 값을 포함한다.
- [0011] 선행기술에 따른 비틀림 토오크 측정기는 동력축의 온도에 대한 정보를 요구하고, 상기 동력축의 운동 모델에 대한 정보를 요구한다.

## 선행기술문헌

- [0012] FR 2 931 552

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0013] 본 발명의 목적은, 조정된 토오크 측정기가 상기 동력축의 온도를 결정하여야 할 필요없이 토오크를 계산할 수 있도록, 앞에서 설명한 형태의 비틀림 토오크 측정기를 조정하기 위한 방법을 제공하기 위한 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명에 의한 상기 토오크 측정기를 조정하기 위한 방법은 다음을 포함한다:
- [0015] - 상기 동력축에 의해 출력된 토오크의 값이 제1 예정 토오크 범위 내에 놓이는 제1 상태에 상기 비틀림 토오크 측정기를 두는 단계로서, 상기 비틀림 토오크 측정기의 축이 제1 온도에 있도록 하고;
- [0016] - 제1 세트의 측정이 수행되고 이에 의해 제1, 제2 각도 오프셋이 결정되고, 상기 동력축에 의해 출력된 상기 토오크가 기준 토오크 측정기를 사용하여 측정되는 단계;
- [0017] - 상기 동력축에 의해 출력된 토오크의 값이 제2 예정 토오크 범위 내에 놓이는 제2 상태에 상기 비틀림 토오크 측정기를 두는 단계로서, 상기 제2 예정 토오크 범위는 상기 제1 예정 토오크 범위와 다르게 되어 있고, 상기 비틀림 토오크 측정기의 축이 실질적으로 제1 온도에 있도록 하는 단계;
- [0018] - 제2 세트의 측정이 수행되고 이에 의해 제1, 제2 각도 오프셋이 결정되고, 상기 동력축에 의해 출력된 상기 토오크가 기준 토오크 측정기를 사용하여 측정되는 단계;
- [0019] - 상기 동력축에 의해 출력된 토오크의 값이 제2 예정 토오크 범위 내에 놓이는 제3 상태에 상기 비틀림 토오크 측정기를 두는 단계로서, 상기 비틀림 토오크 측정기의 축이 상기 제1 온도와 다른 제2 온도에 있도록 하는 단계;
- [0020] - 제3 세트의 측정이 수행되고 이에 의해 제1, 제2 각도 오프셋이 결정되고, 상기 동력축에 의한 상기 토오크의 전달이 기준 토오크 측정기를 사용하여 측정되는 단계;
- [0021] - 상기 동력축에 의해 출력된 토오크의 값이 제1 예정 토오크 범위 내에 놓이는 제4 상태에 상기 비틀림 토오크 측정기를 두는 단계로서, 상기 비틀림 토오크 측정기의 축이 실질적으로 제2 온도에 있도록 하는 단계;
- [0022] - 제4 세트의 측정이 수행되고 이에 의해 제1, 제2 각도 오프셋이 결정되고, 상기 동력축에 의해 출력된 상기 토오크가 기준 토오크 측정기를 사용하여 측정되는 단계;
- [0023] - 상기 계산 유니트가 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 세트의 측정으로부터 조정되는 단계.
- [0024] 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 세트의 측정은 조정 데이터(calibration data)의 결정을 가능하게 하는데, 이 조정 데이터는 상기 비틀림 토오크 측정기에 의해 측정된 것같은 상기 토오크 값을 계산하기 위하여 상기 계산 유니트에 의해 사용된다.
- [0025] 일단 조정되고 나면, 상기 비틀림 토오크 측정기의 상기 계산 유니트는 상기 제1, 제2 각도 오프셋으로부터 그리고 상기 조정 데이터로부터 상기 토오크 값을 결정한다.
- [0026] 상기 조정 방법은, 4 세트의 측정과 2 개의 온도-안정화된 토오크 값만을 필요로 하기 때문에 수행하기에 특히 빠르고 용이하다. 상기 조정은 숙련된 작업자라면 30분 이내에 수행될 수 있다.
- [0027] 게다가, 본 발명의 상기 조정 방법은 바람직하게는, 상기 토오크 측정기가 터보머신에 장착되어 있을 때 실행된다. 따라서 조정은 상기 터보머신을 탈착하지 않고 시험 벤치(test bench)에서 실행될 수 있다.
- [0028] 본 발명의 방법을 실행함으로써 조정된 토오크 측정기는 종래 기술의 토오크 측정기보다 더 정밀성을 갖는다는 것이 추가로 밝혀졌다. 실제로 있어서, 획득된 정밀성은 조정을 위하여 사용된 기준 토오크 측정기의 정밀성을 단지 아주 약간만 하회한다.
- [0029] 일단 조정되면, 상기 비틀림 토오크 측정기는, 상기 동력축의 온도를 결정할 필요가 없이 정밀한 토오크 값을 제공할 수 있다. 그 결과로, 상기 동력축에 의해 전달된 토오크를 계산할 수 있도록 하기 위하여, 온도의 함수로서 상기 동력축의 재료의 동작특성 모델을 알아야 할 필요가 없게 되는 것이다.

- [0030] 바람직한 실시예에 따르면, 상기 제2 예정된 토오크 범위는 상기 제1 예정된 토오크 범위보다 큰 반면, 상기 제2 온도값은 상기 제1 온도값보다 더 높다.
- [0031] 따라서, 바람직하게는, 상기 제2 세트의 측정은 상기 제1 세트의 측정과 실질적으로 동일한 온도에서 수행된다. 상기 제3 세트의 측정은 상기 제2 세트의 측정과 동일한 범위 내에서 수행된다. 상기 제4 세트의 측정은 상기 제3 세트의 측정과 실질적으로 동일한 온도에서 수행되고, 상기 제1 세트의 측정과 동일한 범위 내에서 수행된다.
- [0032] "실질적으로"라는 말은 바람직하게는  $\pm 5$  내지 20%의 오차 범위를 의미한다.
- [0033] 바람직하게는, 상기 제2 세트의 측정은 상기 제1 세트의 측정 바로 다음에 수행된다. 예컨대, 제1 세트의 측정 후 1 분 이내에 수행되어, 상기 동력축의 온도가 열적인 관성을 통해, 토오크 상의 증가 방향으로 더 증가할 시간을 갖지 않도록 하는 것이 바람직하다. 상기 제1 및 제2 예정된 토오크 값들 사이에서 토오크상의 증가는, 열을 초래하여 상기 동력축의 온도 증가를 초래하는 터보머신의 속도를 증가시킴으로써 얻어진다.
- [0034] 비슷하게, 상기 제4 세트의 측정은 상기 제3 세트의 측정 바로 다음에 수행된다. 예컨대, 제3 세트의 측정 후 1 분 이내에 수행되어, 상기 동력축의 온도가 열적인 관성을 통해, 토오크 상의 감소방향으로 더 감소할 시간을 갖지 않도록 하는 것이 바람직하다.
- [0035] 또한, 상기 제1 예정 토오크 범위는 바람직하게는, 그러나 절대적이지는 않고, 비틀림 토오크 측정기가 장착된 터보머신이 생산할 수 있는 최대 토오크의 0과 20% 사이의 제1 평균 토오크값의 범위 내에 있는 것이 좋다.
- [0036] 상기 제2 예정 토오크 범위는 바람직하게는, 그러나 절대적이지는 않고, 상기 최대 토오크의 80% 보다 큰 제2 평균 토오크값의 범위 내에 있는 것이 좋다.
- [0037] 비한정적인(non-limiting)인 예로서, 상기 제1 토오크 범위의 정도는 상기 제1 평균값 $\pm 10\%$ 에 상응한다. 비슷하게, 비한정적인(non-limiting)인 예로서, 상기 제2 토오크 범위의 정도는 상기 제2 평균값 $\pm 10\%$ 에 상응한다.
- [0038] 조정의 정밀도를 향상시키기 위하여, 상기 제3 세트의 측정을 실행하기 전에 상기 토오크 측정기의 축의 온도가 상기 제2 온도값에서 안정화될 때까지 기다려야 한다.
- [0039] 상기 축의 온도가 상기 제2 온도값에서 안정화되기에 약 15분의 시간이 충분한 것으로 확인되었다.
- [0040] 바람직하게는, 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 세트의 측정이 상기 계산 유닛의 메모리에 저장되는 조정 데이터를 결정하는 데 사용된다.
- [0041] 필요한 경우, 터보머신의 수명 동안에 걸쳐 몇차례의 상기 비틀림 토오크 측정기의 조정이 실행될 수 있도록 재기록 가능한 메모리가 바람직하다.
- [0042] 바람직하게는, 상기 제1 및 제2 휠은 음향 휠이고, 각도 기준점은 기어치(teeth)이다.
- [0043] 추가로 상기 측정장치는 단일 자기 센서로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0044] 본 발명은 또한 다음을 포함하는 조정된 비틀림 토오크 측정기에 대한 것이다.
- [0045] - 제1 및 제2 시리즈의 각도 기준점들을 실행하는 제1 휠을 구비하고, 축 주위로 회전 토오크를 전달하는 동력축;
- [0046] - 상기 동력축의 한쪽 단부에 부착된 제1 단부와 제3 및 제4 각도 기준점을 실행하는 제2 휠을 구비한 제2 단부를 기준축;으로서, 상기 제1 및 제3 시리즈의 각도 기준점이 서로 평행하게 되어 있고, 상기 제2 및 제4 시리즈의 각도 기준점이 서로 평행하게 되어 있으면서 상기 제1 및 제3 시리즈의 각도 기준점에 대해서는 경사져 있고;
- [0047] - 각각 제1 및 제3 시리즈의 각도 기준점에 속하는 2 개의 기준점들 사이의 제1 각도 오프셋, 및 각각 제2 및 제4 시리즈의 각도 기준점에 속하는 2 개의 기준점들 사이의 제2 각도 오프셋을 측정하기 위한 측정 장치;
- [0048] - 상기 측정장치에 의하여 측정된 특히 상기 제1 및 제2 각도 오프셋에 기초하여, 상기 동력축에 의해 출력된 토오크 값을 결정하기 위한 계산 유닛;로서, 상기 계산 유닛은 본 발명에 따른 방법을 실행함으로써 얻어진 조정 데이터를 저장할 메모리를 구비하고, 상기 계산 유닛에 의해 결정된 것과 같은 토오크값은 상기 제1 및 제2 각도 오프셋 및 상기 조정 데이터의 함수로 된다.



[0049] 최종적으로, 본 발명은 본 발명에 따라 조정된 비틀림 토오크 측정기를 구비하는 터보 머신에 적용된다.

### 발명의 효과

[0050] 본 발명에 따라, 조정된 토오크 측정기가 상기 동력축의 온도를 결정하여야 할 필요없이 토오크를 계산할 수 있도록, 앞에서 설명한 형태의 비틀림 토오크 측정기를 조정하기 위한 방법이 제공된다.

### 도면의 간단한 설명

[0051] 도 1은 본 발명에 따라 조정된 비틀림 토오크 측정기의 축 단면(axial section view)의 절반을 나타낸다.

도 2는 도 1의 토오크 측정기의 제1, 제2 음향휠의 기어치(teeth)의 상대적인 위치를 나타내며, 도 1에서 토오크 측정기의 센서에 의해 측정된 제1 및 제2 각도 오프셋을 나타낸다.

도 3은 본 발명의 조정방법을 실행하기 위한 설비를 나타낸다.

도 4는 본 발명에 따른 조정방법의 단계를 나타낸다.

도 5는 본 발명의 방법을 실행함으로써 조정된 비틀림 토오크 측정기를 구비하는 터보머신을 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0052] 본 발명은 첨부된 도면을 참조로 하여, 비한정적인 예시로 보여진 본 발명의 실시예에 대한 이하의 발명의 상세한 설명으로부터 명확할 것이다.

[0053] 도 1은 본 발명의 방법을 실행함으로써 조정하게 될 비틀림 토오크 측정기(10)의 바람직한 실시예를 나타낸 것이다.

[0054] 상기 비틀림 토오크 측정기(10)는 공동의 동력축(12)을 구비하는데, 이것은 그 축(A) 둘레로 회전 토오크를 전달하도록 되어 있다. 이것이 측정하고자 하는 토오크이다.

[0055] 도 1에 보인 실시예에서, 상기 동력축(12)은 제1 단부(12a)에 피니언(14)을, 상기 제1 단부의 반대쪽 제2 단부(12b)에 배치된 구동부재(16)를 구비한다. 명백히, 상기 동력축의 단부들에는 다른 것으로 장착될 수 있다.

[0056] 또한, 상기 동력축(12)은, 상기 제2 단부(12b) 가까이, 제1 휠을, 여기서는 동축이고 다수의 각도 기준점들, 이 경우에 기어치를 포함하는 제1 음향휠(18)을 구비한다.

[0057] 상기 비틀림 토오크 측정기(10)는 상기 동력축(12) 내에 축방향으로 연장되는 기준축(20)을 추가로 구비하고, 상기 동력축(12)의 상기 제1 단부(12a)에 가까운 상기 기준축(20)의 제1 단부(20a)를 통해 상기 동력축에 부착되고, 제2 단부(20b)는 고정되지 않는다. 상기 기준축(20)의 상기 제1 단부(20a)의 반대쪽인 상기 제2 단부(20b)는, 여기서는 음향 형식의, 제2 음향휠(22)을 구비하고, 이 제2 음향휠(22)은 상기 제1 음향휠(18)과 동심을 이룬다. 상기 제2 음향휠(22)은 다수의 각도 기준점들을 구비하고 (이 경우에는 기어치), 상기 각도 기준점들은 상기 동력축(20)에 형성된 구멍을 통하여 방사상으로 연장된다. 다른 형태의 구조가 프랑스 특허 FR 2 931 552에 설명되어 있다.

[0058] 상기 제1 및 제2 음향휠(18, 22)을 향하여, 기어치가 앞을 지날 때마다 전기적 신호를 생성할 수 있는 하나의 자기 센서(26)가 구비되어 있고, 상기 신호는 상기 동력축(12)에 의해 전달된 토오크의 값을 결정하기 위한 계산 유닛(28)로 보내진다.

[0059] 상기 제1 음향휠(18)은 제1, 제2 시리즈의 각도 기준점들, 즉 서로 동일한 제1 시리즈의 기어치(D1)와 서로 동일한 제2 시리즈의 기어치(D2)를 구비하고, 상기 제2 음향휠(22)은 서로 동일한 제3 시리즈의 기어치(D3)와 서로 동일한 제4 시리즈의 기어치(D4)를 구비한다.

[0060] 상기 제1 및 제2 음향휠(18, 22)은 상기 제1 음향휠(18)의 기어치(D1, D2)가 상기 제2 음향휠(22)의 기어치(D3, D4)와 각도적으로 교대로 배치되도록 되어 있다.



- [0061] 도 2에서 볼 수 있듯이, 제1 및 제3 시리즈의 기어치(D1, D3)는 서로 평행하고, 제2 및 제4 시리즈의 기어치(D2, D4)는 서로 평행하고 제1 및 제3 시리즈의 기어치(D1, D3)에 대해서는 경사져 있다.
- [0062] 도 2에서, 기어치의 분포는 상기 동력축의 오쏘레이디알(orthoradial, OR) 방향으로 나타나 있다. 따라서 하얀색 기어치 D1, D2는 상기 제1 음향휠에 속하고, 검은색 기어치는 상기 제2 음향휠에 속한다는 것을 알 수 있다.
- [0063] 기어치(D1, D3)는 상기 동력축의 축 방향에 대하여 각도 y1으로 놓이고, 기어치(D2, D4)는 각도 y1과 다른 y2로 놓인다.
- [0064] 상기 자기 센서(26)는 각각 상기 제1 시리즈의 기어치와 제2 시리즈의 기어치에 속하는 2 개의 기어치(D1, D3) 사이의 제1 각도 오프셋( $\alpha_m$ )의 결정을 가능하게 하는 측정 장치이다. 상기 자기 센서(26)는 또한 각각 상기 제2 시리즈의 기어치와 제4 시리즈의 기어치에 속하는 2 개의 기어치(D2, D4) 사이의 제2 각도 오프셋( $\beta_m$ )의 결정을 가능하게 한다.
- [0065] 상기 비틀림 토오크 측정기(10)의 상기 계산 유니트(28)는, 상기 자기 센서(26)에 의해 측정된 상기 제1 각도 오프셋 및 제2 각도 오프셋( $\alpha_m, \beta_m$ )으로부터 그리고 상기 계산 유니트(28)의 메모리(29)에 저장된 조정 데이터로부터 토오크값(TQ)을 계산하기 위하여 프로그램화되어 있다.
- [0066] 상기 토오크값(TQ)은 예를 들어, 그러나 한정되지는 않고, 다음의 수학 공식을 사용하여 얻어진다.

$$TQ(\alpha_m, \beta_m) = \frac{\beta_m - \beta_{off} + [(\beta_m - \beta_{off}) - (\alpha_m - \alpha_{off})] * \frac{TQ_{0\beta}}{TQ_{0\alpha} - TQ_{0\beta}}}{R_0 + [(\beta_m - \beta_{off}) - (\alpha_m - \alpha_{off})] * \frac{1}{TQ_{0\alpha} - TQ_{0\beta}}}$$

- [0067] 공식 (1):
- [0068] 여기서,
- [0069] -  $\alpha_m$ 와  $\beta_m$ 는 상기 자기 센서에 의해 측정된 상기 제1 및 제2 각도 오프셋을 나타내고;
- [0070] -  $R_0, \alpha_{off}, \beta_{off}, TQ_{0\alpha}$  및  $TQ_{0\beta}$ 는 조정 데이터이다.
- [0071] 이 공식은 상기 계산 유니트의 프로세서에 저장된다.
- [0072] 상기 조정 데이터  $R_0, \alpha_{off}, \beta_{off}, TQ_{0\alpha}$  및  $TQ_{0\beta}$ 는 도 3과 도 4를 참조하여 이하에서 설명하게 될 본 발명의 조정 방법의 실행으로 얻어진다.
- [0073] 따라서, 상기 조정 데이터  $R_0, \alpha_{off}, \beta_{off}, TQ_{0\alpha}$  및  $TQ_{0\beta}$ 를 알게 되면, 상기 비틀림 토오크 측정기는 완전히 특정되는 것임을 알 수 있다. 따라서, 조정의 목적은  $R_0, \alpha_{off}, \beta_{off}, TQ_{0\alpha}$  및  $TQ_{0\beta}$  값들을 계산하기 위한 것이다.
- [0074] 도 3은 본 발명에 따른 조정 방법을 실행하기 위한 장치를 나타낸다. 이 경우에, 그 장치는 조정 벤치(50)이다.
- [0075] 조정 시에, 상기 비틀림 토오크 측정기(10)는 터보머신(52)에 장착되고, 이 엔진은 상기 조정 벤치(50)에 배치된다.
- [0076] 상기 동력축(12)의 단부는 상기 터보머신(52)의 바깥쪽의 기준 토오크 측정기(54)에 부착된다.
- [0077] 따라서, 상기 기준 토오크 측정기(54)는, 세트 토오크( $TQ_c$ )가 상기 터보머신에 요구될 때, 상기 동력축(12)에 의해 출력된 토오크의 기준 측정값( $TQ_m$ )을 제공한다. 상기 토오크 측정기가 조정되지 않으면, 상기 기준 측정값( $TQ_m$ )은 상기 세트 토오크( $TQ_c$ )에 정확히 상응하지 않게 된다는 것을 알 수 있다.
- [0078] 이제 도 4를 참조하여, 본 발명의 방법의 실행에 대하여 자세히 설명할 것이다.
- [0079] 먼저, 제1 평균 토오크값(C1) 주위에 실질적으로 중심맞춰진 제1 예정 토오크 범위(P1) 내에 상기 동력축(12)에

의해 출력된 토오크값이 놓이는 제1 상태(E1)에 상기 비틀림 토오크 측정기가 놓인다. 이 제1 상태(E1)에서, 상기 비틀림 토오크 측정기의 상기 동력축과 기준축은 제1 온도(T1)에 있다. 이러한 비제한적인 실시예에서, 상기 제1 평균 토오크값(C1)은 상기 터보머신이 생산할 수 있는 최대 토오크의 10%와 같고, 상기 제1 온도는 약 80℃이다. 이러한 실시예에서 상기 제1 범위의 한계는 상기 제1 평균 토오크값의 약  $\pm 10\%$ 이다. 상기 토오크 측정기가 상기 제1 상태(E1)에 있을 때, 제1 세트의 측정이 실행되는데, 여기서 제1 및 제2 각도 오프셋( $\alpha_{m1}$ ,  $\beta_{m1}$ )이 상기 자기 센서(26)에 의하여 결정되고, 상기 동력축에 의해 출력된 상기 토오크( $TQ_{m1}$ )은 상기 기준 토오크 측정기(54)를 사용하여 측정된다.

[0080] 상기 터보머신의 속도는, 제2 상태(E2, 화살표 F1)에 상기 토오크 측정기를 두기 위하여 세트 토오크( $TQ_c$ )값을 증가시킴으로써 증가되고, 여기서 상기 제2 상태에서 상기 동력축(12)에 의해 출력된 토오크값이, 상기 제1 평균 토오크값(C1)보다 큰 제2 평균 토오크값(C2) 주위에 실질적으로 중심맞춰진 제2 예정 토오크 범위(P2) 내에 놓인다. 그 다음 제2 세트의 측정이 급히 실행되어, 상기 제1 및 제2 각도 오프셋( $\alpha_{m2}$ ,  $\beta_{m2}$ )이 상기 자기 센서(26)를 사용하여 결정되고, 상기 동력축에 의해 출력된 상기 토오크값( $TQ_{m2}$ )이 상기 기준 토오크 측정기(54)를 사용하여 측정된다. 상기 제2 세트의 측정이 급히 실행되어 상기 제2 상태에서 상기 비틀림 토오크 측정기의 상기 동력축의 온도가 실질적으로 상기 제1 온도(T1)와 동일하게 유지된다.

[0081] 이 실시예에서, 상기 제2 평균 토오크값(C2)은 상기 터보머신이 생산할 수 있는 최대 토오크의 80%와 실질적으로 동일하다.

[0082] 이 실시예에서 제2 범위의 한계는 상기 제2 평균 토오크값(C2)의 약  $\pm 10\%$  범위 내에 있다.

[0083] 상기 제2 세트의 측정을 완료한 다음, 상기 비틀림 토오크 측정기가, 상기 비틀림 토오크 측정기의 축이 제1 온도(T1)보다 높은 제2 온도(T2)에 있는 제3 상태(E3, 화살표 F2)로 가도록 엔진이 가열될 때까지 기다리고, 상기 동력축(12)에 의해 출력된 토오크 값은 상기 제2 토오크 범위 내에 놓인다. 다시 말하면, 상기 토오크값은 상기 제2 평균 토오크값(C2)과 실질적으로 동일하게 된다.

[0084] 상기 비틀림 토오크 측정기(10)의 축이 상기 제2 온도(T2)에서 안정되도록 몇 분을 기다린 다음, 제3 세트의 측정이 수행되어, 제1 및 제2 각도 오프셋( $\alpha_{m3}$ ,  $\beta_{m3}$ )이 상기 자기 센서에 의하여 결정되고, 상기 동력축에 의해 출력된 상기 토오크값( $TQ_{m3}$ )이 상기 기준 토오크 측정기(54)에 의하여 측정된다.

[0085] 상기 터보머신의 속도는 상기 토오크 측정기를 제4 상태(E4, 화살표 F3)로 가져가도록 감소되는데, 여기서 상기 동력축(12)에 의해 출력된 토오크값은 상기 제1 토오크 범위(P1) 내에 놓인다. 상기 토오크값은 상기 제1 평균 토오크값(C1)과 실질적으로 동일하게 되고, 상기 토오크 측정기의 축은 실질적으로 상기 제2 온도(T2)와 동일하게 된다.

[0086] 상기 토오크 측정기가 상기 제4 상태에 놓여 있을 때, 제4 세트의 측정이 수행되어 상기 제1 및 제2 각도 오프셋( $\alpha_{m4}$ ,  $\beta_{m4}$ )이 상기 자기 센서에 의하여 결정되고, 상기 동력축에 의해 출력된 상기 토오크값( $TQ_{m4}$ )이 상기 기준 토오크 측정기(54)에 의하여 측정된다. 상기 토오크 측정기의 축이 실질적으로 상기 제2 온도(T2)와 동일하게 될 정도로 상기 제1 예정 토오크 범위(P1)가 도달한 직후에, 상기 제4 세트의 측정이 수행된다.

[0087] 결국, 여기에 제공된 사이클은 이에 한정되는 것이 아니며, 상기 조정 데이터가 계산될 수 있도록 위의 네 가지 세트의 측정이 수행된다면, 위에서 설명한 순서의 역순으로 또는 다른 순서로 수행될 수 있다.

[0088] 상기 비틀림 토오크 측정기, 더욱 특별하게는 상기 계산 유닛은 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 세트의 측정을 사용하여 조정된다.

[0089] 다시 말하면, 위에서 언급한 조정 데이터가 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 세트의 측정을 기초로 하여 결정된다.

[0090] 예를 들어:

$$R_0 = \frac{\beta_{m2} - \beta_{m1}}{TQ_{m2} - TQ_{m1}}$$

[0091]

[0092] 상기 각도 오프셋들이 계산된 후에:

[0093] 
$$\beta_{off} = \beta_{m2} - TQ_{m2} * R_0$$

[0094] 
$$\alpha_{off} = \alpha_{m2} - TQ_{m2} * R_0$$

[0095] 
$$\frac{TQ0_{\beta}}{TQ0_{\alpha} - TQ0_{\beta}} = \frac{B * TQ_{m4} - A * TQ_{m3}}{TQ_{m3} - TQ_{m4}}$$

[0096] 
$$\frac{1}{TQ0_{\alpha} - TQ0_{\beta}} = \frac{B - A}{TQ_{m3} - TQ_{m4}}$$

[0097] 여기서,

[0098] 
$$A = \frac{\beta_4 - TQ_{m4} * R_0}{\beta_4 - \alpha_4}$$

[0099] 
$$B = \frac{\beta_3 - TQ_{m3} * R_0}{\beta_3 - \alpha_3}$$

[0100] 이들 조정 데이터는 상기 계산 유닛(28)의 메모리(29)에 저장되어 위에 주어진 공식 (1)을 사용하여 상기 토크값(TQ)를 계산하기 위하여 상기 계산 유닛에 의하여 상기 조정 데이터가 사용될 수 있도록 한다.

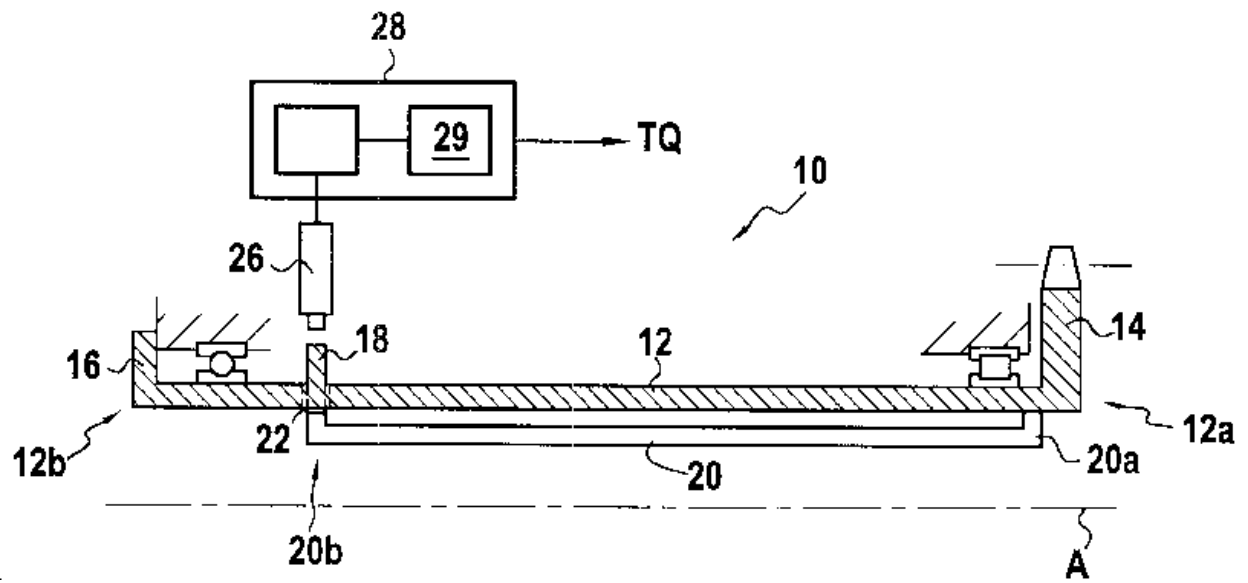
[0101] 도 5에는, 본 발명의 조정 방법을 사용하여 조정된 비틀림 토크 측정기(10)가 장착된 터모머신(100)이 도시되어 있다.

### 부호의 설명

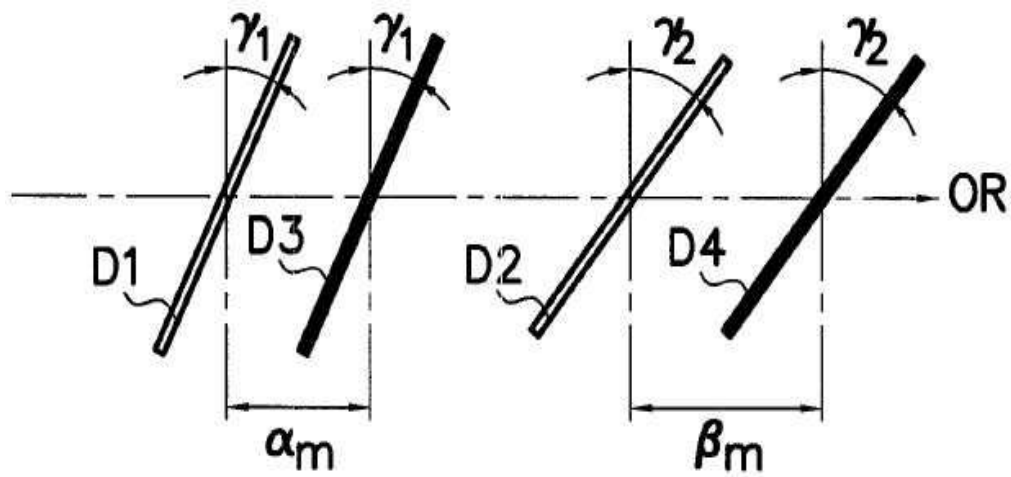
[0102]	10: 비틀림 토크 측정기	12: 동력축
	14: 피니언	16: 구동부재
	18: 제1 음향휠	22: 제2 음향휠
	20: 구동축	26: 자기 센서
	28: 계산 유닛	29: 메모리

도면

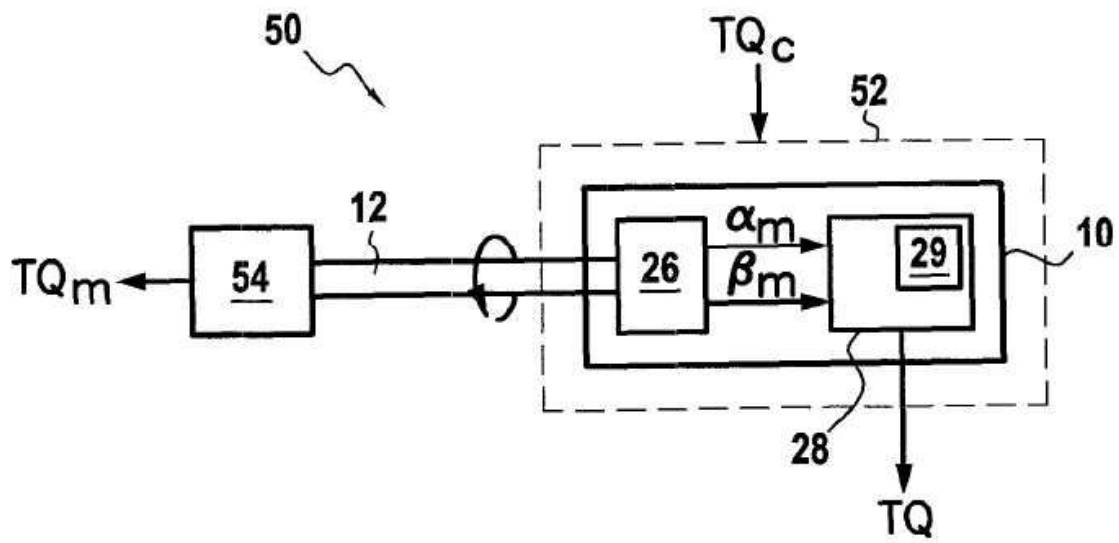
도면1



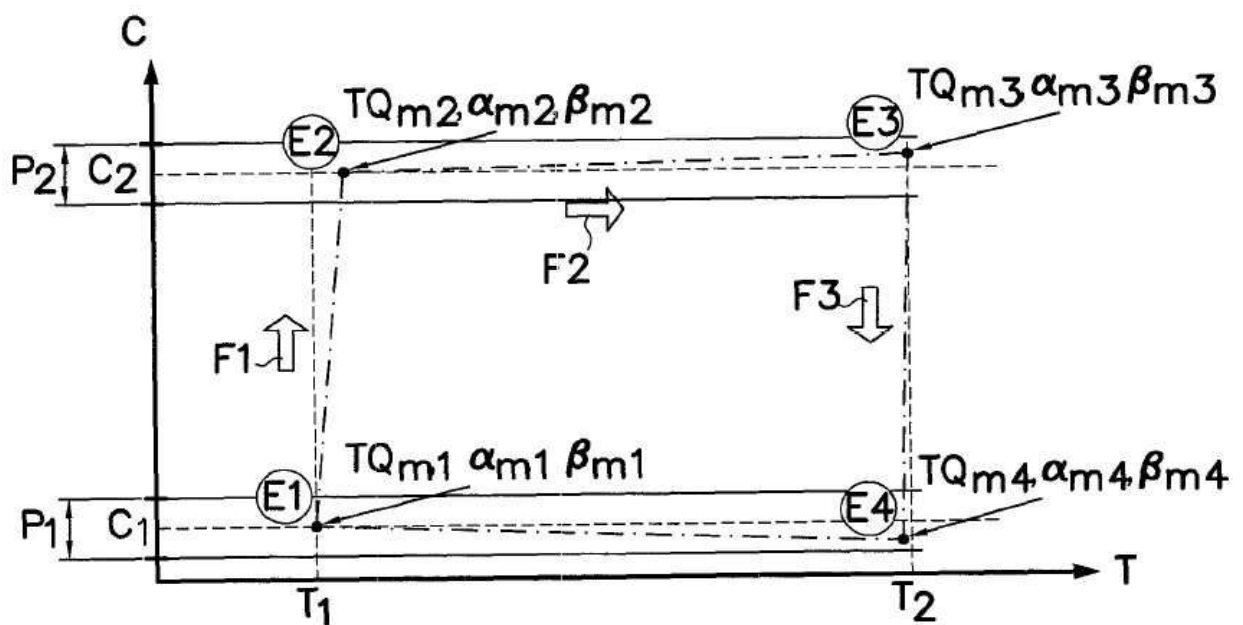
도면2



도면3



도면4



도면5

