



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월09일
 (11) 등록번호 10-1998187
 (24) 등록일자 2019년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B64F 5/00 (2017.01) B64D 41/00 (2006.01)
 F02C 7/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0093938
 (22) 출원일자 2014년07월24일
 심사청구일자 2018년10월25일
 (65) 공개번호 10-2015-0012216
 (43) 공개일자 2015년02월03일
 (30) 우선권주장
 2013103138790 2013년07월24일 중국(CN)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020130006376 A*
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자
 에어 차이나 리미티드
 중국, 베이징 101312, 숀이 디스트릭트, 티안 공
 항경제개발구역, 30 번지
 (72) 발명자
 구, 주평
 중국, 베이징, 숀이, 티안쯔 공항 산업 구역, A
 구역, 티안쯔 로드 28, 란티양 맨션, 9층
 장, 치
 중국, 베이징, 숀이, 티안쯔 공항 산업 구역, A
 구역, 티안쯔 로드 28, 란티양 맨션, 9층
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 김진환, 박지하, 김민철, 특허법인엠에이피에스

전체 청구항 수 : 총 12 항

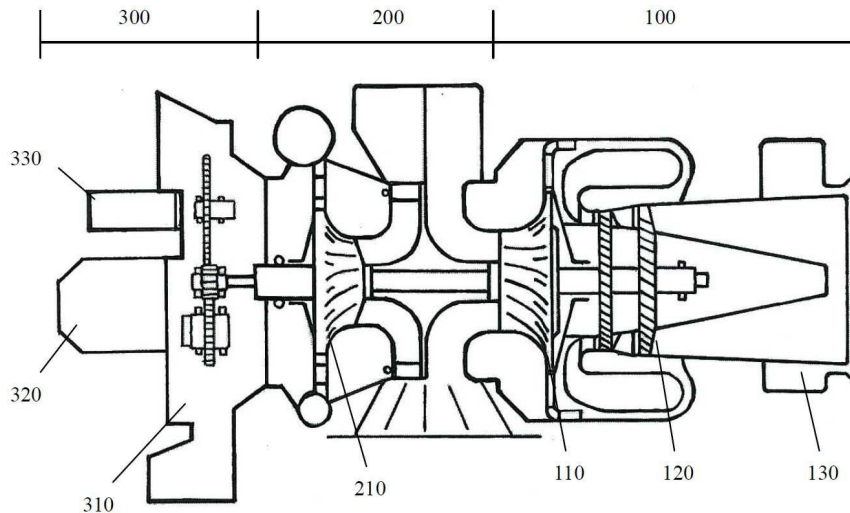
심사관 : 오경흡

(54) 발명의 명칭 **항공기 보조 파워 유닛 터빈효율의 모니터링 방법 및 장치**

(57) 요약

본 발명은 항공기 보조 파워 유닛 터빈효율의 모니터링 방법 및 장치에 관한 것으로, 항공기 보조 파워 유닛 터빈효율의 모니터링 방법은 일정한 시간내의 복수개 시점에서의 APU메시지를 취득하고, 상기 APU메시지에 근거하여 상기 APU의 시동 파라미터를 취득하고, 상기 시동 파라미터는 적어도 피크치EGT 회전속도를 포함하며, APU 정상 작동시 회전속도에 대한APU시동시 배기온도가 피크치에 도달할 때의 터빈회전속도 비율NPA를 산출하고, 상기 시간내의NPA 평균치를 산출하며 상기NPA평균치에 근거하여 상기APU터빈효율의 성능이 안정기, 쇠퇴기 또는 고장기에 처해 있는지를 판정한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

후양, 레이

중국, 베이징, 쉰이, 티안쯔 공항 산업 구역, A 구역, 티안쯔 로드 28, 란티양 맨션, 9층

당, 후이펑

중국, 베이징, 쉰이, 티안쯔 공항 산업 구역, A 구역, 티안쯔 로드 28, 란티양 맨션, 9층

우, 지아주

중국, 베이징, 쉰이, 티안쯔 공항 산업 구역, A 구역, 티안쯔 로드 28, 란티양 맨션, 9층

장, 안펑

중국, 베이징, 쉰이, 티안쯔 공항 산업 구역, A 구역, 티안쯔 로드 28, 란티양 맨션, 9층

마, 홍타오

중국, 베이징, 쉰이, 티안쯔 공항 산업 구역, A 구역, 티안쯔 로드 28, 란티양 맨션, 9층

첸, 레이

중국, 베이징, 쉰이, 티안쯔 공항 산업 구역, A 구역, 티안쯔 로드 28, 란티양 맨션, 9층

(56) 선행기술조사문헌

JP2003090232 A*

US08467949 B2*

US07369932 B2*

US07506517 B2*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

항공기의 보조 파워 유닛(Auxiliary Power Unit; APU) 터빈 효율의 성능을 모니터링하기 위한 방법으로서, 주기 내의 복수의 시점의 APU 메시지를 획득하는 단계;

상기 APU 메시지에 따라 배기 가스 온도(exhaust gas temperature; EGT)의 피크에서 회전 속도를 적어도 포함하는 APU 시동 파라미터를 획득하는 단계;

상기 APU의 정상 작동에서의 회전 속도에 대한 상기 APU 시동 시기에서의 배기 가스 온도(EGT)가 그 피크에 도달할 때의 회전 속도의 비율(percentage of the turbine rotation speed when the exhausting gas temperature EGT reaches its peak EGTP at the APU startup stage relative to the rotation speed in the APU normal operation; NPA)을 산출하는 단계;

상기 주기 내의 상기 복수의 시점의 NPA의 평균을 산출하는 단계; 및

상기 NPA의 평균에 따라, 상기 APU 터빈 효율이 안정기, 쇠퇴기 및 고장기 중 하나에 있는지 결정하는 단계를 포함하는 APU 터빈 효율의 성능을 모니터링하기 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 APU 터빈 효율이 안정기, 쇠퇴기 및 고장기 중 하나에 있는지 결정하는 단계는,

상기 주기 내의 상기 복수의 시점의 상기 NPA의 평균이 제1 한계치에 근접한 것에 응답하여, 상기 APU 터빈 효율이 상기 쇠퇴기에 있다고 결정하는 단계; 및

상기 주기 내의 상기 복수의 시점의 상기 NPA의 평균이 제2 한계치에 근접한 것에 응답하여, 상기 APU 터빈 효율이 상기 고장기에 있다고 결정하는 단계를 포함하는, APU 터빈 효율의 성능을 모니터링하기 위한 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 APU는 APS3200형 APU이고, 상기 제1 한계치는 약 35%이고 상기 제2 한계치는 약 32%이며, 상기 "근접한 것"이란 상대적인 차이가 약 1.5%보다 크지 않음을 의미하는 것인, APU 터빈 효율의 성능을 모니터링하기 위한 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 APU는 GTC131-9A형 APU이고, 상기 제1 한계치는 약 45%이고 상기 제2 한계치는 약 40%이며, 상기 "근접한 것"이란 약 2.5%보다 크지 않은 상대적인 차이를 포함하는 것인, APU 터빈 효율의 성능을 모니터링하기 위한 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 주기 내에 10~20의 APU 메시지가 획득되는 것인, APU 터빈 효율의 성능을 모니터링하기 위한 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 주기 내의 상기 복수의 시점의 상기 NPA 전부를 선형 또는 비선형으로 피팅하고, 상기 피팅의 결과를 선형 보외하는 단계;

상기 선형 보외의 결과와 제1 한계치의 교차점이 약 1개월 내에 있는 경우, 상기 APU 터빈 효율이 상기 쇠퇴기에 진입한 것으로 결정하는 단계; 및

상기 선형 보외의 결과와 제2 한계치의 교차점이 약 1개월 내에 있는 경우, 상기 APU 터빈 효율이 상기 고장기에 진입한 것으로 결정하는 단계

를 더 포함하고,

상기 제1 한계치 및 상기 제2 한계치는 실험 값이고, 상기 제1 한계치는 상기 제2 한계치보다 작은 것인, APU 터빈 효율의 성능을 모니터링하기 위한 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 선형 또는 비선형 피팅 이후 상기 피팅의 결과에서 NPA의 신뢰 구간을 산출하는 단계를 더 포함하는 APU 터빈 효율의 성능을 모니터링하기 위한 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 신뢰 구간의 보외의 결과와 상기 제1 한계치 및 상기 제2 한계치의 교차점에 따라, 상기 APU 터빈 효율이 상기 쇠퇴기 또는 상기 고장기에 진입한 시간 범위를 추정하는 단계를 더 포함하는 APU 터빈 효율의 성능을 모니터링하기 위한 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 APU의 시동 시 보정된 배기 가스 온도 피크(Peak value of exhaust gas temperature; EGTP)가 레드 라인 값에 근접한 것인지 결정하는 단계를 더 포함하고,

상기 EGTP는, 식: $EGTP_COR = ((EGTP + 273.5) / THITA) - 273.5$ 를 사용하여 보정되고,

여기에서 EGTP_COR은 보정된 EGTP이고, EGTP는 보정 전의 EGTP이고, $THITA = e^{-((AltValue * CoverFt) / 1000) / ((8.51 * (273.15 + TATValue)) / (9.8 * 29))}$ 이며, AltValue는 고도(m)이고, CoverFt는 피트와 미터 사이의 변환 상수이고, TATValue는 온도(섭씨 눈금)인 것인, APU 터빈 효율의 성능을 모니터링하기 위한 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

시동 시간(STA)은 정상으로 있는 것인, APU 터빈 효율의 성능을 모니터링하기 위한 방법.

청구항 11

항공기의 보조 파워 유닛(APU) 터빈 효율의 성능을 모니터링하기 위한 장치로서,

프로세서 및 컴퓨터 판독 가능한 코드를 저장하도록 구성된 스토리지를 포함하며,

상기 컴퓨터 판독 가능한 코드는 상기 프로세서로 하여금,

주기 내의 복수의 시점의 APU 메시지를 획득하도록 구성된 메시지 취득 유닛;

상기 APU 메시지에 따라 배기 가스 온도(EGT)의 피크에서 회전 속도를 적어도 포함하는 APU 시동 파라미터를 분석하도록 구성된 메시지 분석 유닛; 및

상기 APU 터빈 효율의 성능이 안정기, 쇠퇴기 또는 고장기에 있는지 결정하도록 구성된 성능 모니터링 유닛

에 명령하도록 하며,

상기 성능 모니터링 유닛은 상기 APU의 정상 작동에서의 회전 속도에 대한 상기 APU 시동 시기에서의 배기 가스 온도(EGT)가 그 피크에 도달할 때의 회전 속도의 비율(NPA)을 산출하는 것, 상기 주기 내의 상기 복수의 시점의 NPA의 평균을 산출하는 것, 그리고 상기 NPA의 평균에 따라, 상기 APU 터빈 효율이 안정기, 쇠퇴기 및 고장기 중 하나에 있는지 결정하는 것에 의해 상기 APU 터빈 효율의 성능이 안정기, 쇠퇴기 또는 고장기에 있는지 결정하는 것인, APU 터빈 효율의 성능을 모니터링하기 위한 장치

청구항 12

항공기의 보조 파워 유닛(APU) 터빈 효율의 성능을 모니터링하기 위한 장치로서,

프로세서 및 상기 프로세서와 연결되고 컴퓨터 판독 가능한 코드를 저장하도록 구성된 스토리지를 포함하며,

상기 컴퓨터 판독 가능한 코드는 상기 프로세서에서 작동하여,

주기 내의 복수의 시점의 APU 메시지를 획득하는 단계;

상기 APU 메시지에 기초하여 배기 가스 온도(EGT)의 피크에서 회전 속도를 적어도 포함하는 APU 시동 파라미터를 분석하는 단계; 및

상기 APU 터빈 효율의 성능이 안정기, 쇠퇴기 또는 고장기에 있는지 결정하는 단계

를 실행하고,

상기 APU 터빈 효율의 성능이 안정기, 쇠퇴기 또는 고장기에 있는지 결정하는 단계는,

상기 APU의 정상 작동에서의 회전 속도에 대한 상기 APU 시동 시기에서의 배기 가스 온도(EGT)가 그 피크에 도달할 때의 회전 속도의 비율(NPA)을 산출하는 단계;

상기 주기 내의 상기 복수의 시점의 NPA의 평균을 산출하는 단계; 및

상기 NPA의 평균에 따라, 상기 APU 터빈 효율이 안정기, 쇠퇴기 및 고장기 중 하나에 있는지 결정하는 단계를 포함하는, APU 터빈 효율의 성능을 모니터링하기 위한 장치.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 항공기 유닛 성능에 대한 모니터링에 관한 것이고, 특히 항공기 보조 파워 유닛 터빈효율의 모니터링 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 항공기 보조 파워 유닛 (Airborne Auxiliary Power Unit) 는 항공기 꼬리부분에 설치된 소형 터빈엔진으로서 보조 파워 유닛 APU라고 간칭한다. APU의 주요기능은 전원공급과 공기공급이고 일부APU는 항공기에 추가 추력 제공도 가능하다. 구체적으로, 항공기가 지상에서 이륙전, APU 전력공급으로 메인 엔진을 가동시킴으로써, 지상의 전원공급과 공기공급이 없이 항공기를 작동시킨다. 지상에 있을 때 APU는 전력과 압축공기를 공급함으로써 객실과 조종실내의 조명과 공기조절을 보장하기도 한다. 항공기가 이륙할 때, APU는 보조 전원으로 사용할 수 있다. 항공기 착륙후, 여전히 APU로 전력을 공급하여 조명과 공기조절을 진행한다. APU의 성능이 그 운항 안정성을 결정하게 되고 항공기의 비행 코스트와 서비스 품질과 직접 연관되어 있는 것이다.

[0003] APU는 터빈엔진인 만큼 터빈효율은 APU의 성능을 나타내는 중요한 지표이다. 종래기술중에는 APU의 터빈효율을 평가할 수 있는 유효한 수단이 존재하지 않는다. 다시 말하면, APU의 성능에 대해 평가를 진행 할 수 없다. 본

발명은 이러한 문제점을 감안하여 제출한 일종의 해결수단인 것이다.

발명의 내용

- [0004] 종래기술에 존재하는 상술한 기술적과제를 해결하기 위해 본 발명의 한 측면에 따르면, 일정한 시간내의 복수개 시점에서의 APU메시지를 취득하는 단계와, 상기 APU메시지에 근거하여 적어도 피크치EGT 회전속도를 포함하는 상기 APU의 시동 파라미터를 취득하는 단계와, APU 정상 작동시 회전속도에 대한APU시동시 배기온도가 피크치에 도달할 때의 회전속도 비율 NPA를 산출하는 단계와, 상기 시간내의NPA 평균치를 산출하는 단계와, 상기NPA평균치에 근거하여, 상기APU터빈효율의 성능이 안정기, 쇠퇴기 또는 고장기에 처해 있는지를 판정하는 단계를 포함하는 항공기 보조 파워 유니트APU 터빈효율의 성능검출방법을 제공하는 것이다.
- [0005] 상기 방법에 있어서, 상기APU터빈효율의 성능이 안정기, 쇠퇴기 또는 고장기에 처해있는지를 판정하는 단계는 상기 시간내의 NPA 평균치가 제1한계치에 근접해 있을 경우, 상기 APU 터빈효율이 쇠퇴기에 처한 것으로 판정하는 단계와 상기 시간내의NPA 평균치가 제2한계치에 근접해 있을 경우, 상기 APU 터빈효율이 고장기에 처한 것으로 판정하는 단계를 포함한다.
- [0006] 상기 방법에 있어서, APS3200형 APU에 있어서 제1한계치는 약 35%이고 제2한계치는 약 32%이며 근접이란 차이가 약 1.5%이내인 것을 가르킨다.
- [0007] 상기 방법에 있어서, GTCP131-9A형 APU에 있어서 제1한계치는 약 45%이고 제2한계치는 약 40%이며 근접이란 차이가 약 2.5%이내인 것을 가르킨다.
- [0008] 상기 방법에 있어서, 상기 시간내에 약 10~20개의 APU메시지를 취득한다.
- [0009] 상기 방법은 해당 시간내의 전체 NPA에 대해 선형 또는 비선형 피팅을 진행하고, 피팅후의 결과를 선형 보외하는 단계와, 선형 보외결과와 제1한계치의 교차점이 약 1개월내에 있을 경우, APU 터빈효율이 쇠퇴기에 진입한 것으로 판정하는 단계와, 선형 보외결과와 제2한계치의 교차점이 약 1개월내에 있을 경우, APU 터빈효율이 고장기에 진입한 것으로 판정하는 단계를 진일보로 포함한다.
- [0010] 상기 방법은 선형 또는 비선형 피팅후 NPA의 신뢰구간을 산출하는 단계를 진일보로 포함한다.
- [0011] 상기 방법은 NPA의 신뢰구간의 보외결과와 제1한계치 및 제2한계치의 교차점을 진일보로 포함한다.
- [0012] 상기 방법은 APU 터빈효율이 쇠퇴기 또는 고장기에 진입한 시간범위를 추정하는 단계를 진일보로 포함한다.
- [0013] 상기 방법은APU시동시 배기온도의 피크치EGTP가 레드라인치에 근접하였는지를 판정하는 단계를 진일보로 포함한다.
- [0014] 상기 방법은 보정식 $EGTP_COR = ((EGTP + 273.5) / THITA) - 273.5$ (그중, EGTP_COR는 보정후의 EGTP이고 EGTP는 보정전의 EGTP이고 $THITA = e^{-((AltValue * CoverFt) / 1000) / ((8.51 * (273.15 + TATValue)) / (9.8 * 29)))}$ 에 의해 보정된 APU시동시 배기온도의 피크치EGTP가 레드라인치에 접근하는지를 판정하는 단계를 진일보로 포함한다.
- [0015] 상기 방법은 시동시간STA가 정상 범위내에 있는지를 판정하는 단계를 진일보로 포함한다.
- [0016] 본 발명의 다른 한 측면에 따르면, 본 발명은 일정한 시간내의 APU 메시지를 취득하는 메시지 취득 유니트와, 적어도 피크치EGT 회전속도를 포함하는 APU의 시동 파라미터를 분석하는 메시지 분석 유니트와, NPA에 근거하여 APU 터빈효율의 성능이 안정기, 쇠퇴기 또는 고장기에 처해 있는지를 판정하는 성능검출유니트를 포함하는 항공기 보조 파워 유니트 APU 터빈효율의 성능검출장치를 제공하는 것이다.
- [0017] 본 발명의 또 다른 한 측면에 따르면, 본 발명은 프로세서와, 프로세서와 연결되고 컴퓨터 판독가능한 코드를 저장하는 메모리를 포함하며, 상기 컴퓨터 판독가능한 코드는 프로세서를 작동시켜 일정한 시간내의 APU 메시지를 취득하고 취득한 메시지에 근거하여 적어도 피크치EGT 회전속도를 포함하는 APU의 시동 파라미터를 분석하고 상기APU 터빈효율의 성능이 안정기, 쇠퇴기 또는 고장기에 처해 있는지를 판정하게 하는 항공기 보조 파워 유니트 APU 터빈효율의 성능검출장치를 제공하는 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 이하 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 진일보로 상세히 설명한다. 도면에 있어서, 도1은 본 발명의 일실시예에 따른 항공기APU 구성을 나타내는 예시도이다. 도2는 APU 터빈효율의 통계추세를 나타내는 도면이다. 도3은 에어버스사의 A13메시지의 일 실예를 나타내는 도면이다. 도4는 본 발명의 일실시예에 따른 APU 터빈효율의 모니터링 방법을 나타내는 순서도이다. 도5는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 APU 터빈효율의 모니터링 방법을 나타내는 순서도이다. 도6은 본 발명의 일실시예에 따른 APU 터빈효율의 변화를 나타내는 실예이다. 도7은 본 발명의 일실시예에 따른 항공기 보조 파워 유닛 APU 터빈효율의 모니터링장치 구성을 나타내는 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명의 실시예의 목적, 기술안 및 장점을 더욱 명확히 설명하기 위하여 이하 본 발명의 실시예 도면을 참조하여 본 발명의 실시예 기술안을 명료하게 그리고 완정하게 설명한다. 하지만 이하에서 설명하는 실시예는 본 발명의 전부 실시예가 아니고 일부분 실시예에 속할 뿐이다. 본 발명의 실시예에 기초하여, 본 기술분야의 통상적인 지식을 가진자에 의해 그 어떠한 창조적인 노동을 거치지 않고 얻는 기타 모든 실시예 역시 본 발명이 보호하고자 하는 범위에 속한다.
- [0020] 이하 상세한 설명에 있어서, 본 출원의 특정된 실시예를 설명하기 위한, 본 출원의 일부를 구성하는 각 명세서 도면을 참조할 수 있다. 도면에 있어서, 유사한 부호는 서로 다른 도면중 대체적으로 유사한 구성을 나타낸다. 본 기술분야의 통상적인 지식을 가진자가 실시 가능하도록 본 출원의 각 특정된 실시예에 대해서는 하기에서 상세한 설명을 진행한다. 물론, 기타 실시예를 이용할 수 있거나, 또는 본 출원의 실시예를 구조적, 논리적 또는 전기적 변형을 할 수 있음을 이해해야 할 것이다.
- [0021] 도1은 본 발명의 일실시예에 따른 항공기APU 구성을 나타내는 예시도이다. 도시한 바와 같이, 항공기는 주로 전력부(100), 로드부(200), 및 유닛부(300)를 포함한다. 그중, 전력부(100)는 주로 파워 공기압축기(110), 터빈 유닛(120), 및 배기 유닛(130) 등을 포함하고 로드부(200)는 주로 로드 공기압축기(210)를 포함하고 유닛부(300)는 주로 로드 기어박스(310), 터빈효율(320), 및 발전기(330) 등을 포함한다. 공기 유입 유로에 유입된 기류는 두갈래로 나뉘는데 한갈래는 파워 공기압축기(110)와 터빈 유닛(120)에 유입되어 주로 APU를 회전시키는데 사용된다. 이어 기류는 배기 유닛(130)에 의해 배출된다. 다른 한갈래 기류는 로드 공기압축기(210)에 유입되는데 로드 공기압축기에 의해 증압되어 항공기용 압축공기를 발생하는데 사용된다. 이 기류의 유입구에는 유량조절용 밸브(유입구 기류 도입 패들)가 있다. 상기 유량조절용 밸브는 항공기의 압축공기에 대한 수요에 따라 리얼 타임으로 밸브(패들)의 개도를 조절해 로드 공기압축기에 유입된 공기량을 제어한다.
- [0022] APU가 시동시, 우선 스타터로 터빈을 작동시켜 회전시킨다. 시동 회전속도가 점화 한계치 회전속도보다 클 때 APU는 오일공급을 개시하고 APU 터빈은 스타터와 가스 터빈의 동력에 의해 가속 회전하게 된다. 예를 들면 APS3200형 APU일 경우, APU의 회전속도가 정상회전속도의 5%일 때 오일공급을 개시하고, GTCP131-9A형 APU일 경우, APU의 회전속도가 정상회전속도의 7%일 때 오일공급을 개시한다. 오일공급 개시후, 연소실내는 오일 결핍상태에서 오일 풍부상태로 전환하기 시작함과 동시에 연소실내 온도도 점차 상승한다. APU 시동 개시단계에서, 앞측 공기압축기는 회전속도가 작아 공기공급량이 적다. 이는 쉽게 열량의 집결을 초래시키고 이로 인해 배기온도의 최고점을 나타내게 한다. 시동단계의 배기온도 피크치는 EGTP다. 터빈의 전체적 회전속도의 상승으로 연소실은 오일 풍부상태로부터 점차 정상상태로 전환하고 연소실 온도가 내려가 APU시동을 완성한다.
- [0023] 본 출원의 발명인은 APU의 터빈효율이 낮을 경우, 시동단계에서 배기온도 EGT의 피크치 즉 최고온도에 도달할 때 터빈회전속도가 비교적 낮은 것을 발견하였다. 이는 터빈효율이 낮아 오일 풍부상태가 앞당겨 발생하기 때문이다. 예를 들면 APS3200형 APU에 있어서, 시동단계에서 최고 배기온도 EGTP가 나타날 때의 회전속도가 겨우 APU 정상 작동시 회전속도의 32%에 도달 할 경우, APU의 터빈성능이 심각히 쇠퇴되었음을 설명한다. 마찬가지로 GTCP131-9A형 APU에 있어서, 시동단계에서 최고 배기온도 EGTP가 나타날 때의 회전속도가 겨우 APU 정상 작동시 회전속도의 40%에 도달 할 경우, APU의 터빈성능이 심각히 쇠퇴되었음을 설명한다.

- [0024] 본 출원의 발명인은 또한 APU의 터빈성능변화가 일정한 규칙에 따른다는 것을 발견하였다. 즉 사용전기와 증기에 터빈효율이 비교적 안정적이거나 사용후기에 성능퇴화가 발생하여 고장까지 발생할 수 있다는 것을 발견하였다.
- [0025] 도2는 APU 터빈효율변화 곡선을 나타내는 도면이다. 도면으로부터 사용시간의 증가에 따라 항공기 APU 터빈효율이 점차 퇴화되고 쇠퇴지수가 점차 증가됨을 알 수 있다. APU 터빈효율의 쇠퇴지수가 비교적 안정할 경우 그 성능은 안정기에 처해 있고 APU 터빈효율의 성능퇴화가 점차 가속할 경우 그 성능은 쇠퇴기에 처하게 되고 APU 터빈효율의 쇠퇴지수가 어느 한계치를 초과할 경우 성능은 고장기에 들어가게 되어 수시로 고장이 발생할 수 있게 된다. APU 터빈효율이 고장기에 들어 간후에는 APU의 사용에 영향을 줄 뿐만 아니라 서비스품질과 비행안전에도 불리한 후과를 초래하고 비계획적인 정비가 쉽게 발생하여 항공편의 연착과 비행취소를 초래하게 된다.
- [0026] 항공기 APU 터빈효율의 성능은, APU정상 작동시 터빈회전속도에 대한 APU시동시 배기온도 EGT가 피크치EGTP에 도달할 때의 터빈회전속도 비율 NPA로 표시할 수 있다.
- [0027] 종래기술에는 APU 터빈효율이 쇠퇴기에 진입했는지를 검출할수 있는 장치가 아직 존재하지 않는다. 본 발명의 실시예는 이를 검출할 수 있다. 쇠퇴기에 대한 검출은 하기 이점이 있다. 즉, APU 터빈효율이 쇠퇴기에 처해 있더라도 고장이 발생할 확율은 여전히 매우 낮다. 이 시기를 선택하여 항공기 정비를 진행할 경우, 비행안전과 서비스품질 확보가 가능하다. 이때, 항공회사는 적합한 시기에 항공기 정비를 진행함으로써 비계획적인 정비를 피면할 수 있고 비행연착을 감소할 수 있다. 또한, 정기적인 정비에 따른 정비 코스트 낭비를 피면할 수 있다.
- [0028] NPA를 얻기 위해 여러 가지 방법이 사용될 수 있다. 예를 들면, 각 유형의 APU는 정상작동시 고정속도로 회전하므로 시동단계 피크치 EGT 회전속도에 의해 NPA를 산출할 수 있는데 항공기 블랙박스FDR 또는 신속 접속용 운항기록 장치QAR중에 저장된 데이터에 의해 피크치 EGT 회전속도 데이터를 얻을 수 있다.
- [0029] 항공기 제조사에서 제공하는 데이터시스템에 의해 간편하게 상기 데이터를 얻어 지상에서의 리얼 타임 검출을 진행할 수 있다. 예를 들면 에어버스사의 Aircraft Condition Monitoring System(ACMS) 시스템 및 보잉사의 Aircraft Health Monitor (AHM)시스템은 리얼 타임으로 항공기의 비행데이터를 모니터링할 수 있다. 그리고 일정한 트리거조건을 만족할 경우, 일련의 데이터정보를 포함한 메시지를 자동적으로 생성한다.
- [0030] 본 발명의 일실시예에 따르면, APU의 작동 데이터는 항공기 데이터시스템(예를 들면 ACMS 또는 AHM시스템)을 이용하여 얻을 수 있는 동시에 생성된 관련 메시지중에 구현된다. 이러한 메시지정보는 항공기 운항정보 교신시스템 (ACARS Aircraft Communications Addressing and Reporting System) 을 통해 지상으로 전송되고 진일보 각 항공사의 서버에 배포될 수 있다. 본 발명의 일실시예에 따르면, APU의 메시지는 항공통신망(ATN Aviation Telecommunication Network)의 통신장치 또는 시스템을 통해 전송될 수 있다.
- [0031] 기실 종래의 비행데이터 시스템을 놓고 말하면, APU의 성능모니터링은 이미 존재하는 아이템이므로 상응한 APU 메시지를 자동적으로 생성하여 ACARS 또는 ATN을 통해 지상으로 전송될 수 있다. 그러나 이러한 모니터링 데이터는 APU성능의 쇠퇴지검출에는 이용된 적 없다. 예를 들면, 에어버스사의 A13 메시지 (APU MES/IDLE REPORT) 또는 보잉사의 APU 메시지가 이러한 APU의 메시지 실예인 것이다. 하기 실시예에서는 에어버스사의 A13 메시지를 실예로 설명하기로 한다. 보잉사의 APU 메시지 처리도 이와 유사하다.
- [0032] 도3은 에어버스사의 A13메시지의 일 실예를 나타내는 도면이다. 도시하다 싶이, A13메시지는 주로 마스트헤드, APU 히스토리 정보, 항공기엔진 시동의 작동 파라미터 및 APU시동 파라미터 등 4개 부분의 정보를 포함하고 있다.
- [0033] 마스트헤드는 CC와 C1단락으로 구성되고 주로 항공기의 항공편정보, 메시지생성 비행구간, 블리드밸브상태, 전체온도(즉 외부온도) 등 정보를 포함한다. APU 히스토리 정보는 E1단락으로 구성되고 APU인식번호, 운항시간과 순환 등 정보를 포함한다. 항공기엔진을 시동하는 작동 파라미터는 N1~S3단락으로 구성되는데 그중 N1, S1은 첫 번째 항공기엔진을 시동할 경우의 작동상황을 표시하고 N2, S2은 두번째 항공기엔진을 시동할 경우의 작동상황을 표시하고N3, S3은 APU의 엔진 시동 완성후APU공회전시의 상황을 표시한다. APU시동 파라미터는 APU시동시의 시동시간, EGT피크치, 피크치EGT 회전속도, 유훈유 온도, 로드 공기압축기 유입구 온도를 포함한다.
- [0034] 도3으로부터 피크치EGT 회전속도라는 APU시동 파라미터는 종래의A13 메시지에 포함되어 있는 것을 알 수 있다. 따라서 해당 메시지에서부터 얻은 데이터를 이용해 본 발명의 APU 터빈효율을 검출할 수 있다.
- [0035] 도4는 본 발명의 일실시예에 따른 APU터빈효율의 모니터링방법을 나타내는 순서도이다. 도시한 바와 같이 APU 터빈효율의 검출방법400에 있어서, 단계410에서 일정한 시간내의 항공기 APU 시동시의 상태데이터를 얻는다. 상

기 시동상태데이터는 적어도 피크치EGT 회전속도를 포함한다.

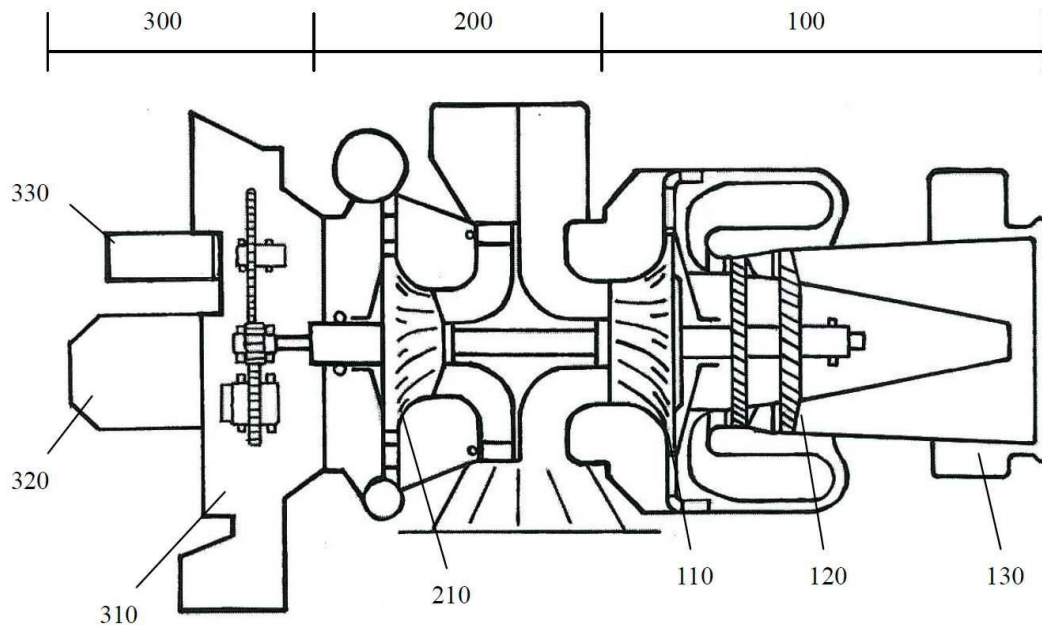
- [0036] 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계410에서 필요한 정보는 A13 메시지와 같은APU 메시지에서 얻을 수 있다. 예를 들면, 국제항공통신공동체SITA망 제어센터와 중국민항데이터통신회사ADCC망 제어센터로부터 원격 리얼타임으로 항공기 APU 작동시의 A13 메시지를 얻어 메시지 디코더로 상기 항공기 APU 작동상태 A13 메시지를 디코드하여 필요한 항공기 APU 시동상태정보를 얻을 수 있다.
 - [0037] 단계420에서, 얻은 피크치EGT 회전속도와 APU 고정 회전속도에 근거하여 해당 시간내의 NPA 평균치를 산출한다.
 - [0038] 단계430에서, 얻은 해당 시간내의 NPA 평균치가 제1한계치에 근접해 있는지를 판단한다. NPA 평균치가 제1한계치에 근접해 있을 경우, 단계440에서 APU 터빈효율이 쇠퇴기에 진입한 것으로 판정한다.
 - [0039] 단계450에서, 얻은 해당 시간내의 NPA 평균치가 제2한계치에 근접해 있는지를 판단한다. NPA 평균치가 제2한계치에 근접해 있을 경우, 단계460에서 APU 터빈효율이 고장기에 진입한 것으로 판정한다.
 - [0040] 본 발명의 일실시예에 따르면, APS3200형 APU에 있어서 제1한계치는 약 35%이고 제2한계치는 약 32%이며 “근접”이란 차이가 약 1.5%이내를 가르킨다. 마찬가지로, GTC131-9A형 APU에 있어서 제1한계치는 약 45%이고 제2한계치는 약 40%이며 “근접”이란 차이가 약 2.5%이내를 가르킨다.
 - [0041] 시간이 흐름에 따라 해당 시간내의 수치가 일정할 경우, NPA 평균치는 점차 좋아진다. 이러한 일정한 시간내에 수시로 갱신되는 데이터로 변화추세를 분석하는 방법을 무빙 윈도우 방법이라 한다. 무빙 윈도우의 크기 즉 산출범위에 속하는 점의 개수 M의 선택은 예를 들어 측정시간의 간격 및 제어 책략 등 여러 요소에 의해 결정된다. 무빙 윈도우가 작을 수록 데이터 변동율이 정상적변동의 영향을 쉽게 받아 과도한 오보가 생겨 본 발명의 효과에 영향을 주게 된다. 무빙 윈도우가 클 경우, 변화추세를 비교적 정확히 반영할 수 있지만, 본 발명의 시효성을 낮추게 되어 신속하고 정확하게 경보정보를 발송할 수 없게 된다. 따라서 무빙 윈도우의 크기는 본 발명에 중요한 영향을 주게 된다. 본 발명의 일실시예에 따르면 매일 2~3개 점을 측정하는 조건하에서 M치는 약 20을 취한다. 본 발명의 다른 일실시예에 따르면 매일 2개이하 점을 측정하는 조건하에서 M치는 약 10을 취한다.
 - [0042] 본 발명의 일실시예에 따르면, 다른 온도하에서 얻은 회전속도는 차이가 존재한다. APU 터빈효율을 더욱 잘 반영하기 위해, 회전속도 유사 특성의 온도 영향에 대한 환산에 근거하여 NPA를 통일된 환경에 환산하여 비교할 수 있다. 보정식은 하기와 같다.
- $$N_{COR} = N \times \sqrt{\frac{T_0}{T_1}}$$
- [0043]
 - [0044] 그중, Ncor은 보정후의 NPA이고 N은 보정전의 NPA이고 T0은 환산온도, T1은 현재 온도이다. 이렇게 한계치와 비교한후의 결과는 더욱 정확한 것이다.
 - [0045] 도5는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 APU 터빈효율의 모니터링 방법을 나타내는 순서도이다. 도시한 바와 같이 APU 터빈효율의 검출방법500에 있어서, 단계510에서 일정한 시간내의 항공기 APU 시동시의 상태데이터를 얻는다. 상기 시동상태데이터는 적어도 피크치EGT 회전속도를 포함한다. 본 발명의 일실시예에 따르면 상기 시간내는 약 1~2개월이다.
 - [0046] 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계510에서 필요한 정보는 A13 메시지와 같은APU 메시지에서 얻을 수 있다. 예를 들면, 국제항공통신공동체SITA망 제어센터와 중국민항데이터통신회사ADCC망 제어센터로부터 원격 리얼타임으로 항공기 APU 작동시의 A13 메시지를 얻어 메시지 디코더로 상기 항공기 APU 작동상태 A13 메시지를 디코드하여 필요한 항공기 APU 시동상태정보를 얻을 수 있다.
 - [0047] 단계520에서, 얻은 피크치EGT 회전속도와 APU 고정 회전속도에 근거하여 해당 시간내의 전체 NPA를 산출한다.
 - [0048] 단계530에서, 해당 시간내의 전체 NPA에 대해 선형 또는 비선형 피팅을 진행하고, 피팅후의 결과에 대해 선형 보외를 진행한다.
 - [0049] 단계540에서, 선형 보외결과와 제1한계치의 교차점이 약 1개월내에 있을 경우, APU 터빈효율이 쇠퇴기에 진입한 것으로 판정한다.
 - [0050] 단계550에서, 선형 보외결과와 제2한계치의 교차점이 약 1개월내에 있을 경우, APU 터빈효율이 고장기에 진입한

것으로 판정한다.

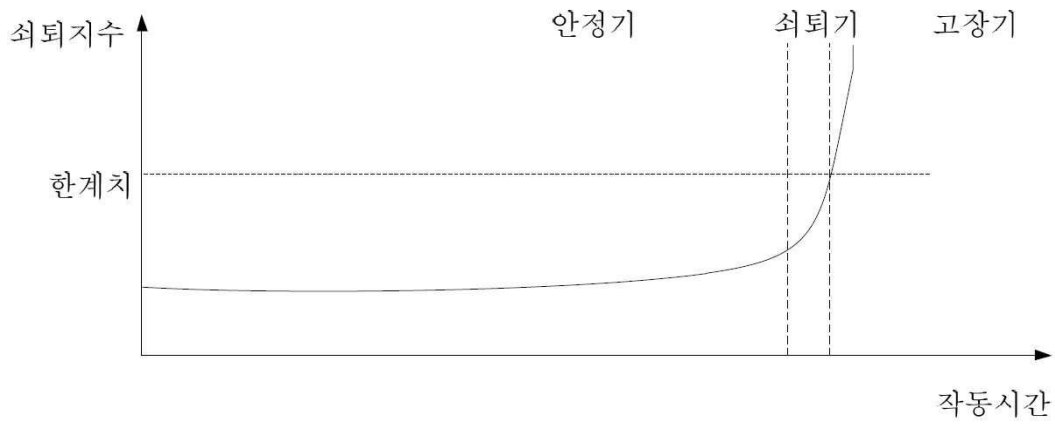
- [0051] 본 발명의 일실시예에 따르면, APS3200형 APU에 있어서 제1한계치는 약 35%이고 제2한계치는 약 32%이며 “근접”이란 차이가 약 1.5%이내를 가르킨다. GTCP131-9A형 APU에 있어서 제1한계치는 약 45%이고 제2한계치는 약 40%이며 “근접”이란 차이가 약 2.5%이내를 가르킨다.
- [0052] 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계540과 550에 있어서 선형 또는 비선형 피팅후, NPA의 신뢰구간을 산출한다. NPA의 신뢰구간의 보외결과와 제1한계치 및 제2한계치의 교차점에 근거하여 APU 터빈효율이 쇠퇴기 또는 고장기에 진입한 시간범위를 추정한다.
- [0053] 본 발명의 일실시예에 따르면, 기타 APU시동 파라미터도 APU 터빈효율이 쇠퇴기에 진입함을 판정하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어 APU 시동시 배기온도의 피크치 EGTP이다. 터빈 효율이 저하할 때 APU 시동시 배기온도의 피크치 EGTP는 한계치 즉 APU작동이 가능한 최고배기온도에 접근한다.
- [0054] EGTP 역시 외부온도의 영향을 받으므로 본 발명의 일실시예에 따라 EGTP 보정을 진행한다. 보정식은 하기와 같다.
- [0055] $EGTP_COR = ((EGTP + 273.5) / THITA) - 273.5$
- [0056] 그중, EGTP_COR는 보정후의 EGTP이고 EGTP는 보정전의 EGTP이고 $THITA = e^{-((AltValue * CoverFt) / 1000) / ((8.51 * (273.15 + TATValue)) / (9.8 * 29))}$, 이다. 그중 AltValue는 해발고 (미터) 이고 CoverFt 피트와 미터의 전환상수이고 TATValue는 온도(섭씨온도)를 말한다.
- [0057] 도6은 본 발명의 일실시예에 따른 APU 터빈효율의 변화를 나타내는 실예이다. 그중, 실선의 위치에서 APU 터빈효율을 변환하고 있다. 도6에 도시된 바와 같이, APU 터빈효율 변환전에는 NPA가 점차 내려가 제1한계치 43%를 접근 및 초월해 점차 제2한계치 40%에 접근한다. 상기 방법을 이용할 경우, 해당 상황을 제때에 발견하고 APU 터빈효율이 나빠져 쇠퇴기 및 고장기에 진입하는 경보를 발생시킬 수 있다. 동시에 시동시간 STA이 정상상태를 유지하고 EGTA가 점차 레드라인치 840도에 도달하고 보정후의 EGTA_cor도 레드라인치 900도에 근접함에도 주목해야 할 것이다.
- [0058] 도7은 본 발명의 일실시예에 따른 항공기 보조 파워 유닛 APU 터빈효율의 모니터링장치 구성을 나타내는 예시도이다. 도7에 도시된 바와 같이, APU 터빈효율 모니터링장치는 일정한 시간내의 APU 메시지를 취득하는 메시지 취득 유닛(701)와, 필요한 APU 터빈효율 관련 작동 데이터를 분석하는 메시지 분석 유닛(702)와, 터빈효율 작동 데이터에 근거하여 APU 터빈효율의 성능이 안정기, 쇠퇴기 또는 고장기에 처해 있는지를 판정하는 터빈효율 모니터링 유닛(703)을 포함한다.
- [0059] 본 발명의 일실시예에 따르면, 항공기 보조 파워 유닛 APU 터빈효율의 성능검출장치는 프로세서와, 프로세서와 연결되어 컴퓨터 판독가능한 코드를 저장하는 메모리를 포함한다. 상기 컴퓨터 판독가능한 코드는 프로세서를 작동시켜 일정한 시간내의 APU 메시지를 취득하여, 취득한 메시지에 근거하여 상기 APU 터빈효율 관련 작동 파라미터를 분석한다. 상기 시동 파라미터는 NPA를 포함하며 APU 터빈효율의 성능이 안정기, 쇠퇴기, 심각한 쇠퇴기 또는 고장기에 처해 있는지를 판정하는데 사용된다.
- [0060] 상기 실시예는 단지 본 발명을 설명하기 위한 것일뿐 본 발명은 상기 실시예에 한정되는 것이 아니다. 본 기술분야의 통상지식을 가진자라면 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 전제하에서 기타 여러가지 변경과 변형을 진행할 수 있다. 따라서, 모든 균등한 기술안도 본 발명의 공개범위에 속하는 것이다.

도면

도면1



도면2

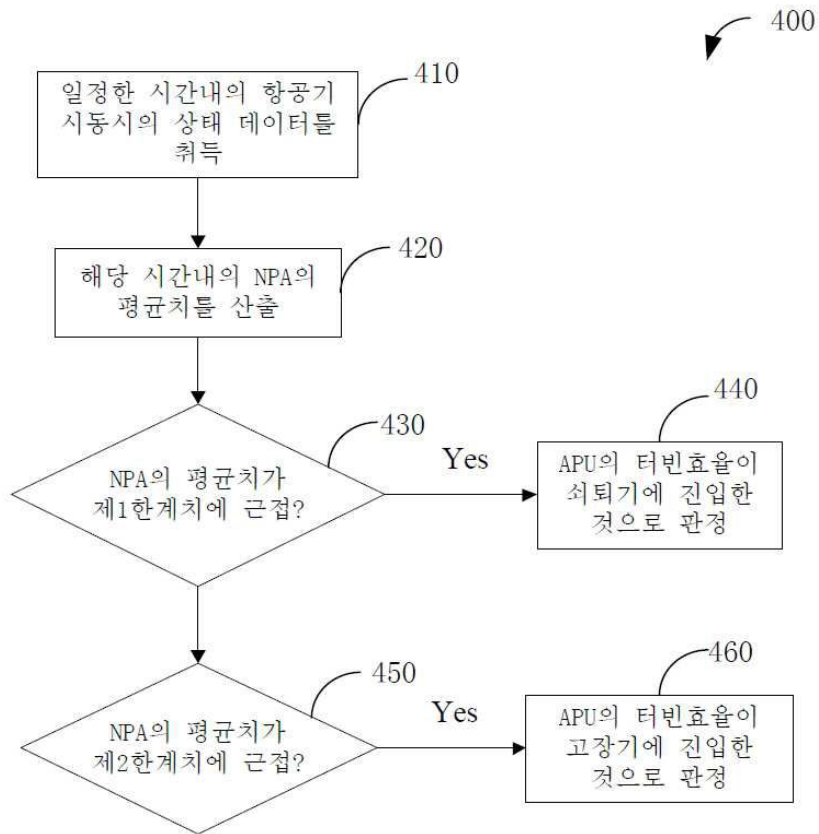


도면3

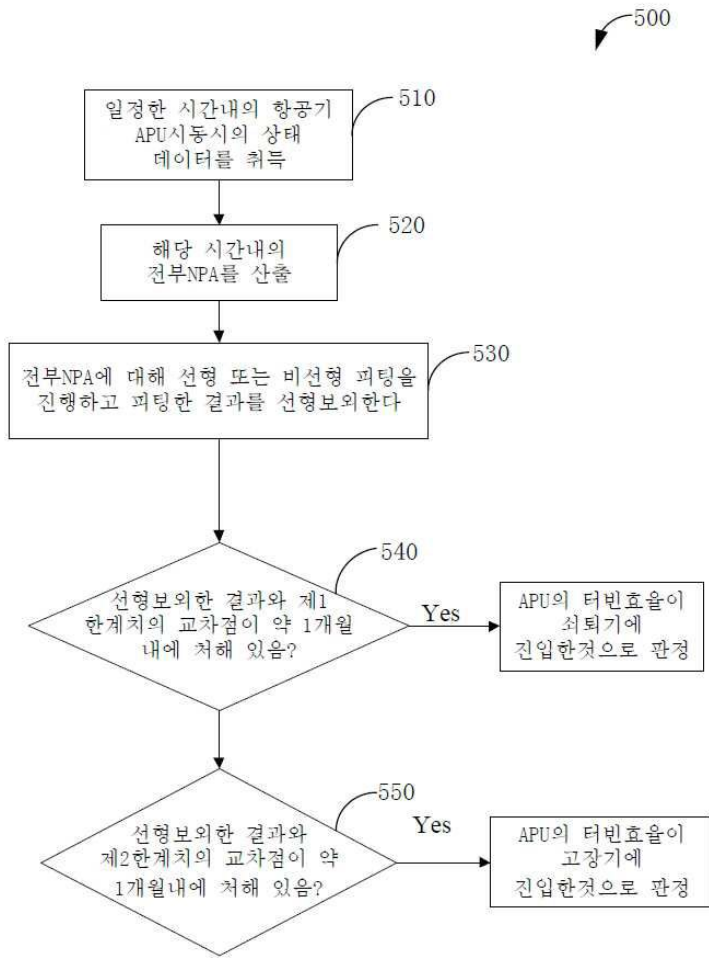
APU MES/IDLE REPORT <13>

	A/C ID	DATE UTC	FROM	TO	FLT		
	항공기 번호	UTC 일자	이륙	착륙	항공편번호		
CC	BXXXX	yyyy-dd-mm xx:xx:xx	-	-	-		
	PH	CNT	CODE	BLEEDSTATUS	APU		
	비행구간	카운팅	트리거코드	블리브밸브상태	APU 블리브밸브		
C1	11	76401	4000	16 0000 1 00000 19	1		
	TAT	ALT	CAS	MN	GW	CG	DMU
	전체온도	해발고도	산출대기속도	마하수	전체중량	무게중심	버전
CE	23.3	150	-	-	65600	29.2	I71CA2
	ASN	AHRS	ACYC	PHAD			
	APU 인식번호	APU 시간	APU 순환	APU 성능조절			
E1	2056	18477	16894	4000			
	ESN	ACW1	ACW2	NA	EGTA	IGV	
	엔진번호	제어워드 1	제어워드 2	회전속도	배기온도	IGV 위치	
N1	011909	00000	0A000	99.7	588	-5	
N2	011473	00000	0A000	99.8	580	-5	
N3	000000	00000	04000	99.8	388	82	
	P2A	LCIT	WB	PT	LCDT	OTA	GLA
	공기유입압력	로드공기압축기 유입구온도	블리드유량	블리드압력	로드공기압축기 유출구온도	운행유온도	APU 발전기 로드
S1	.956	33	.41	3.99	XXXX	110	38
S2	.952	32	.41	3.99	XXXX	110	27
S3	.96	32	0	1.17	XXXX	107	0
	STA	EGIP	NPA	OTA	ICIT		
	PREVIOUS APU START (APU 시동시 파라미터)						
	시동시간	EGT 피크치	피크치 EGT	회전속도	운행유온도	로드공기압축기 유입구온도	
V1	49	808	35	110	32		

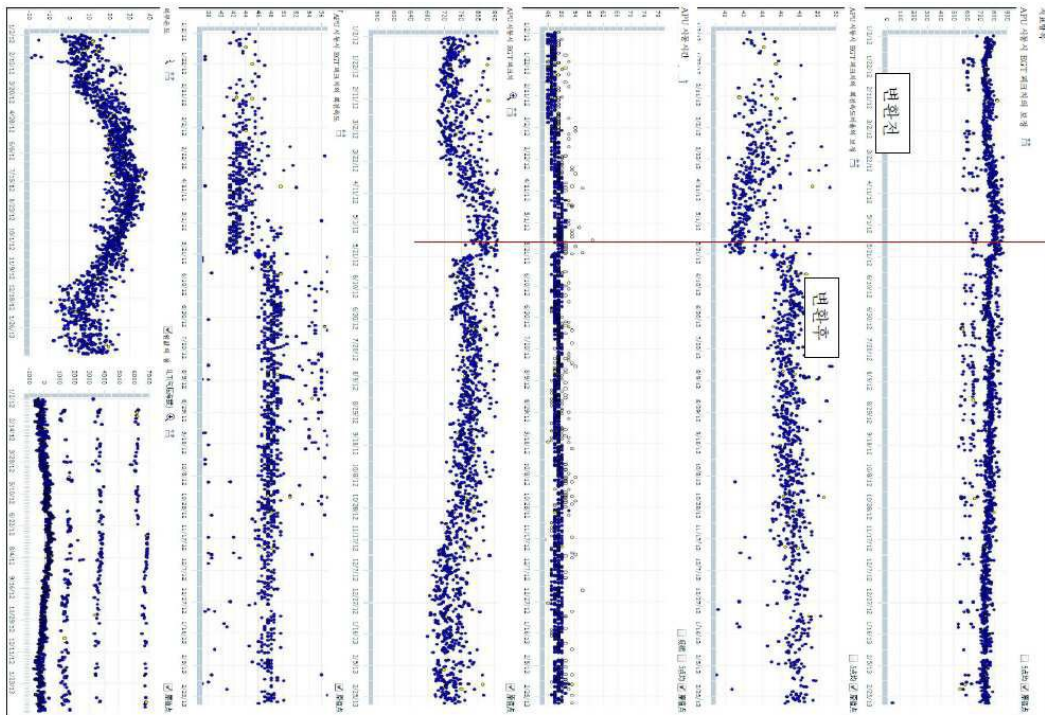
도면4



도면5



도면6



도면7

