

출원번호통지서

출원일자 2024.12.30
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(DP240169)
출원번호 10-2024-0200697 (접수번호 1-1-2024-1459060-16)
(DAS접근코드7E7A)
출원인명칭 주식회사 브이스페이스(1-2018-035933-7)
대리인성명 이창민(9-2015-000866-4)
발명자성명 조범동 유수호
발명의명칭 eVTOL용 고출력 배터리 패키지 및 이의 관리 방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로
홈페이지(www.patent.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가
까운 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하
여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
4. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 특허청 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터(☎ 1544-8080)에
문의하여 주시기 바랍니다.
※ 심사제도 안내 : <https://www.kipo.go.kr-지식재산제도>

【서지사항】

【서류명】 특허출원서

【참조번호】 DP240169

【출원구분】 특허출원

【출원인】

【명칭】 주식회사 브이스페이스

【특허고객번호】 1-2018-035933-7

【대리인】

【성명】 이창민

【대리인번호】 9-2015-000866-4

【포괄위임등록번호】 2024-001974-7

【발명의 국문명칭】 eVTOL용 고출력 배터리 패키지 및 이의 관리 방법

【발명의 영문명칭】 HIGH-POWER BATTERY PACKAGE FOR EVTOL AND ITS MANAGEMENT METHOD

【발명자】

【성명】 조범동

【성명의 영문표기】 Cho, Bumdong

【국적】 KR

【주민등록번호】 830822-1XXXXXX

【우편번호】 21982

【주소】 인천광역시 연수구 송도과학로27번길 55

【거주국】 KR

【발명자】**【성명】** 유수호**【성명의 영문표기】** Yoo, Suho**【국적】** KR**【주민등록번호】** 970928-1XXXXXX**【우편번호】** 39171**【주소】** 경상북도 구미시 산동면 첨단기업1로 17, 312호**【거주국】** KR**【출원언어】** 국어**【심사청구】** 청구**【취지】** 위와 같이 특허청장에게 제출합니다.

대리인 이창민 (서명 또는 인)

【수수료】**【출원료】** 0 면 46,000 원**【가산출원료】** 50 면 0 원**【우선권주장료】** 0 건 0 원**【심사청구료】** 3 항 319,000 원**【합계】** 365,000원**【감면사유】** 소기업(70%감면)[1]**【감면후 수수료】** 109,500 원

【발명의 설명】

【발명의 명칭】

eVTOL용 고출력 배터리 패키지 및 이의 관리 방법{HIGH-POWER BATTERY PACKAGE FOR EVTOL AND ITS MANAGEMENT METHOD}

【기술분야】

【0001】 본 발명은 eVTOL용 고출력 배터리 패키지 및 이의 관리 방법에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

【0002】 eVTOL(electric Vertical Take-Off and Landing)은 전기 에너지를 기반으로 수직 이착륙이 가능한 항공기로서, 도심 항공 모빌리티(UAM: Urban Air Mobility) 분야를 비롯한 다양한 산업에서 큰 주목을 받고 있다. 이러한 eVTOL은 기존의 내연기관 기반 항공기에 비해 저소음과 친환경성을 갖추고 있으며, 물류 운송, 응급 의료 지원, 개인 이동 수단, 관광 서비스 등 폭넓은 응용 가능성을 가지고 있다. eVTOL의 안정적인 작동을 위해 고출력 배터리 패키지는 핵심적인 구성 요소로서, 추진 시스템, 통신 장치, 비행 제어 시스템 등에 안정적이고 효율적인 전력을 공급하는데 필수적이다.

【0003】 고출력 배터리 패키지는 대규모 에너지 저장 용량과 높은 출력 성능을 제공해야 하며, 동시에 충전 효율과 수명을 최적화하는 정교한 관리가 필요하다. 기존 기술에서는 이러한 배터리 패키지의 상태를 모니터링하고 이상 여

부를 판단하기 위해 배터리 셀의 전압, 전류, 온도 등의 데이터를 주기적으로 수집하고 이를 미리 정의된 기준값과 비교하는 방식이 사용되어 왔다. 그러나 이러한 전통적인 방식은 eVTOL의 비행 중 발생하는 다양한 환경 변화에 충분히 대응하지 못하는 한계를 가진다. 예를 들어, 고도의 상승이나 외부 온도의 급격한 변화와 같은 환경적 요인은 배터리 동작 특성에 영향을 미치며, 이를 정적 기준값만으로 감지하려고 할 경우 오탐이나 미탐이 발생할 가능성이 크다.

【0004】 또한, 배터리 상태에 이상이 발생했을 때 이를 실시간으로 감지하고 신속히 대응하지 못하면 비행 중 안전성이 심각하게 저해될 수 있다. 특히, 이상 배터리 팩의 전력 경로를 차단하거나 대체 경로를 형성하는 과정을 자동으로 수행하는 기능이 부족한 기존 시스템에서는 사고를 예방하기 위한 신속한 조치가 어려웠다. 이러한 문제는 비단 eVTOL의 안전성뿐 아니라 배터리 팩의 수명과 효율성에도 영향을 미치며, 배터리 셀 간의 불균형 완화, 과열 방지, 전류 안정성 유지와 같은 세부적인 관리가 필요하다.

【0005】 eVTOL의 안전성과 신뢰성을 높이기 위해서는 배터리 상태를 더욱 정밀히 감시하고, 환경 변화에 따라 동적으로 기준값을 조정하며, 이상 상태에 신속히 대응할 수 있는 고도화된 관리 기술이 요구된다. 특히, 배터리 팩의 상태 정보를 실시간으로 수집하고 이를 기반으로 최적의 관리 전략을 적용함으로써 배터리 성능을 최적화하고 비행의 안정성을 확보하는 기술은 필수적이다.

【0006】 따라서, eVTOL의 비행 안정성과 배터리 시스템의 장기적 신뢰성을 보장하기 위한 새로운 배터리 관리 방법에 대한 수요가 당업계에 존재한다. 이와

관련하여 대한민국 공개특허 제10-2023-0145398호는 전기 비행체를 위한 배터리 관리 시스템을 개시한다.

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

【0007】 본 발명은 전술한 배경기술에 대응하여 안출된 것으로 eVTOL용 고출력 배터리 패키지 및 이의 관리 방법을 제공하고자 하는 것이다.

【0008】 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

【과제의 해결 수단】

【0009】 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따라, eVTOL용 고출력 배터리 패키지 관리 방법이 개시된다. 상기 방법은: eVTOL(electric vertical take-off and landing)에 장착된 고출력 배터리 패키지로 부터 모니터링 데이터를 획득하는 단계; 상기 모니터링 데이터를 기 설정된 정상 동작 조건과 비교하여 상기 고출력 배터리 패키지의 이상 여부를 탐지하는 단계; 및 상기 고출력 배터리 패키지의 이상이 탐지된 경우 상기 고출력 배터리 패키지로 제어 명령을 전송하여, 상기 고출력 배터리 패키지의 동작 상태를 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

【0010】 대안적인 실시예에서, 상기 모니터링 데이터를 기 설정된 정상 동작 조건과 비교하여 상기 고출력 배터리 패키지의 이상 여부를 탐지하는 단계는, 상기 모니터링 데이터에 포함된 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나와 상기 모니터링 데이터 항목 각각에 대응하여 상기 정상 동작 조건으로 설정된 정상 영역을 비교하는 단계; 및 상기 정상 영역을 이탈하는 특정 모니터링 데이터 항목이 인식된 경우, 상기 고출력 배터리 패키지에 이상이 발생한 것으로 탐지하는 단계;를 포함할 수 있다.

【0011】 대안적인 실시예에서, 상기 방법은, 상기 eVTOL로부터 비행 데이터를 획득하는 단계;를 더 포함하고, 상기 비행 데이터는, 비행 속도, 고도 및 외부 환경 온도 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

【0012】 대안적인 실시예에서, 상기 모니터링 데이터를 기 설정된 정상 동작 조건과 비교하여 상기 고출력 배터리 패키지의 이상 여부를 탐지하는 단계는, 상기 비행 데이터를 기초로 상기 정상 동작 조건에 대응하는 정상 영역을 조정하여 조정 정상 영역을 결정하는 단계; 및 상기 조정 정상 영역과 상기 모니터링 데이터에 포함된 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나를 비교하여 상기 고출력 배터리 패키지의 이상 여부를 탐지하는 단계;를 포함할 수 있다.

【0013】 대안적인 실시예에서, 상기 정상 동작 조건은, 전압 정상 영역, 전류 정상 영역 및 온도 정상 영역을 포함하고, 상기 전압 정상 영역, 상기 전류 정상 영역 및 상기 온도 정상 영역 각각에는 기준 비행 속도, 기준 고도 및 기준 외부 환경 온도가 설정되며, 상기 비행 데이터를 기초로 상기 정상 동작 조건에 대응

하는 정상 영역을 조정하여 조정 정상 영역을 결정하는 단계는, 상기 비행 데이터에 상기 비행 속도가 포함된 경우, 상기 비행 속도와 상기 기준 비행 속도를 비교하여, 상기 정상 영역의 조정 여부를 결정하는 단계; 상기 비행 데이터에 상기 고도가 포함된 경우, 상기 고도와 상기 기준 고도를 비교하여, 상기 정상 영역의 조정 여부를 결정하는 단계; 및 상기 비행 데이터에 상기 외부 환경 온도가 포함된 경우, 상기 외부 환경 온도와 상기 기준 외부 환경 온도를 비교하여, 상기 정상 영역의 조정 여부를 결정하는 단계;를 포함할 수 있다.

【0014】 대안적인 실시예에서, 상기 비행 데이터를 기초로 상기 정상 동작 조건에 대응하는 정상 영역을 조정하여 조정 정상 영역을 결정하는 단계는, 상기 정상 영역을 조정하는 것으로 결정한 상태에서, 상기 비행 데이터 항목 중 적어도 하나의 값이 상기 기준 비행 속도, 기준 고도 및 기준 외부 환경 온도 중 적어도 하나의 값을 초과하는 경우, 상기 전압 정상 영역, 상기 전류 정상 영역 및 상기 온도 정상 영역의 범위를 확대하여 상기 조정 정상 영역을 결정하는 단계; 또는 상기 정상 영역을 조정하는 것으로 결정한 상태에서, 상기 비행 데이터 항목 중 적어도 하나의 값이 상기 기준 비행 속도, 기준 고도 및 기준 외부 환경 온도 중 적어도 하나 값 미만인 경우, 상기 전압 정상 영역, 상기 전류 정상 영역 및 상기 온도 정상 영역의 범위를 축소하여 상기 조정 정상 영역을 결정하는 단계;를 포함할 수 있다.

【0015】 대안적인 실시예에서, 상기 비행 데이터를 기초로 상기 정상 동작 조건에 대응하는 정상 영역을 조정하여 조정 정상 영역을 결정하는 단계는, 수학적

1을 기초로 상기 정상 동작 조건에 대응하는 온도 정상 영역의 상한 값을 조정하는 단계; 및 수학적 식 2를 기초로 상기 정상 동작 조건에 대응하는 온도 정상 영역의 하한 값을 조정하는 단계; 상기 조정된 상한 값 및 하한 값을 기초로 온도에 대응하는 상기 조정 정상 영역을 결정하는 단계;를 포함하고, 상기 수학적 식 1은,

$$T_{max} = T_{max,base} - \alpha_1(v - v_{base}) - \alpha_2(alt - alt_{base}) - \alpha_3(T_{env} - T_{env,base})$$

이고, 상기 T_{max} 는

상기 비행 데이터에 포함된 속도인 v , 상기 비행 데이터에 포함된 고도인 alt 및 상기 비행 데이터에 포함된 외부 환경 온도인 T_{env} 에 대응하여 조정되는 상기 상한 값이고, 상기 수학적 식 2는,

$$T_{min} = T_{min,base} + \alpha_1(v - v_{base}) - \alpha_2(alt - alt_{base}) + \alpha_3(T_{env} - T_{env,base})$$

이며, 상기 T_{min} 는

상기 비행 데이터에 포함된 속도인 v , 상기 비행 데이터에 포함된 고도인 alt 및 상기 비행 데이터에 포함된 외부 환경 온도인 T_{env} 에 대응하여 조정되는 상기 하한 값이고, 상기 $T_{max,base}$ 는 상기 온도 정상 영역에 기 설정된 상한 값이고, 상기 $T_{min,base}$

는 상기 온도 정상 영역에 기 설정된 하한 값이고, 상기 v_{base} 는 상기 온도 정상 영역에 기 설정된 기준 비행 속도이고, 상기 alt_{base} 는 상기 온도 정상 영역에 기 설정된 기준 고도이고, 상기 $T_{env,base}$ 는 상기 온도 정상 영역에 기 설정된 기준 외부 환경 온도이고, 상기 α_1 , α_2 및 α_3 각각은 상기 속도, 상기 고도 및 상기 외부 환경 온도 각각에 대응하여 기 설정된 보정 계수일 수 있다.

【0016】 대안적인 실시예에서, 상기 고출력 배터리 패키지의 이상이 탐지된 경우 상기 고출력 배터리 패키지로 제어 명령을 전송하여, 상기 고출력 배터리 패키지의 동작 상태를 제어하는 단계는, 상기 이상 탐지를 유발한 특정 배터리 팩을 인식하는 단계; 상기 특정 배터리 팩을 우회하도록 전력 경로를 재구성하여 대체 전력 경로를 생성하는 단계; 및 상기 대체 전력 경로와 관련된 스위치 제어 명령을 상기 고출력 배터리 패키지로 전송하는 단계;를 포함하고, 상기 특정 배터리 팩을 우회하도록 전력 경로를 재구성하여 대체 전력 경로를 생성하는 단계는, 상기 고출력 배터리 패키지의 현재 전력 경로 상에서 상기 특정 배터리 팩과 직접 연결된 특정 스위치를 인식하는 단계; 및 상기 특정 스위치를 개방(Open)하여 상기 특정 배터리 팩을 상기 현재 전력 경로에서 분리한 상태에서, 나머지 배터리 팩을 연결하기 위한 대체 전력 경로를 생성하는 단계;를 포함하고, 상기 스위치 제어 명령은, 상기 특정 스위치를 개방하고, 상기 대체 전력 경로에 대응하는 스위치들을 폐쇄(Close)하도록 지시하는 명령을 포함할 수 있다.

【0017】 대안적인 실시예에서, 상기 방법은, 상기 모니터링 데이터를 기 설정된 정상 동작 조건과 비교하여 상기 고출력 배터리 패키지의 이상 여부를 탐지하는 단계에서, 상기 고출력 배터리 패키지의 온도 이상만 탐지된 경우, 상기 고출력 배터리 패키지의 주변 공기를 유입 및 순환시키기 위한 방열 제어 명령을 생성하는 단계; 및 상기 방열 제어 명령을 상기 eVTOL 및 상기 고출력 배터리 패키지로 전송하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

【0018】 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따라, 장치가 개시된다. 상기 장치는: 하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 메모리; 및 상기 메모리에 저장된 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 상술한 방법들을 수행할 수 있다.

【0019】 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따라, 하드웨어인 컴퓨터와 결합되어, 상술한 방법들을 수행할 수 있도록 컴퓨터에서 독출가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터프로그램이 개시된다.

【0020】 본 발명의 기타 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

【발명의 효과】

【0021】 본 발명은 eVTOL용 고출력 배터리 패키지의 상태를 보다 정밀하게 감지하고, 환경 변화에 따라 동적으로 기준값을 조정하여 이상 상태를 신속하고 효율적으로 탐지할 수 있다. 또한, 본 발명은 특정 배터리 팩의 이상이 감지된 경우, 대체 전력 경로를 자동으로 재구성하고 스위치를 제어함으로써 비행 중 안전성을 유지할 수 있다.

【0022】 본 발명의 효과들은 이상에서 언급된 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

【도면의 간단한 설명】

【0023】 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치의 하드웨어 구성도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고출력 배터리 패키지를 설명하기 위한 도면이다.

도 4 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 eVTOL용 고출력 배터리 패키지 관리 방법을 설명하기 위한 도면이다.

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

【0024】 다양한 실시예들이 이제 도면을 참조하여 설명된다. 본 명세서에서, 다양한 설명들이 본 발명의 이해를 제공하기 위해서 제시된다. 그러나, 이러한 실시예들은 이러한 구체적인 설명 없이도 실행될 수 있음이 명백하다.

【0025】 본 명세서에서 사용되는 용어 "컴포넌트", "모듈", "시스템" 등은 컴퓨터-관련 엔티티, 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어, 소프트웨어 및 하드웨어의 조합, 또는 소프트웨어의 실행을 지칭한다. 예를 들어, 컴포넌트는 프로세서상에서 실행되는 처리과정(procedure), 프로세서, 객체, 실행 스레드, 프로그램, 및/또는 컴퓨터일 수 있지만, 이들로 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 컴퓨팅 장치에서 실행되는 애플리케이션 및 컴퓨팅 장치 모두 컴포넌트일 수 있다. 하나 이상의 컴포넌트는 프로세서 및/또는 실행 스레드 내에 상주할 수 있다. 일 컴포넌트는 하나의 컴퓨터 내에 로컬화 될 수 있다. 일 컴포넌트는 2개 이상의 컴퓨터들 사이에 분

배될 수 있다. 또한, 이러한 컴포넌트들은 그 내부에 저장된 다양한 데이터 구조들을 갖는 다양한 컴퓨터 관독가능한 매체로부터 실행할 수 있다. 컴포넌트들은 예를 들어 하나 이상의 데이터 패킷들을 갖는 신호(예를 들면, 로컬 시스템, 분산 시스템에서 다른 컴포넌트와 상호작용하는 하나의 컴포넌트로부터의 데이터 및/또는 신호를 통해 다른 시스템과 인터넷과 같은 네트워크를 통해 전송되는 데이터)에 따라 로컬 및/또는 원격 처리들을 통해 통신할 수 있다.

【0026】 더불어, 용어 "또는"은 배타적 "또는"이 아니라 내포적 "또는"을 의미하는 것으로 의도된다. 즉, 달리 특정되지 않거나 문맥상 명확하지 않은 경우에, "X는 A 또는 B를 이용한다"는 자연적인 내포적 치환 중 하나를 의미하는 것으로 의도된다. 즉, X가 A를 이용하거나; X가 B를 이용하거나; 또는 X가 A 및 B 모두를 이용하는 경우, "X는 A 또는 B를 이용한다"가 이들 경우들 어느 것으로도 적용될 수 있다. 또한, 본 명세서에 사용된 "및/또는"이라는 용어는 열거된 관련 아이템들 중 하나 이상의 아이템의 가능한 모든 조합을 지칭하고 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

【0027】 또한, "포함한다" 및/또는 "포함하는"이라는 용어는, 해당 특징 및/또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것으로 이해되어야 한다. 다만, "포함한다" 및/또는 "포함하는"이라는 용어는, 하나 이상의 다른 특징, 구성요소 및/또는 이들의 그룹의 존재 또는 추가를 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 달리 특정되지 않거나 단수 형태를 지시하는 것으로 문맥상 명확하지 않은 경우에, 본 명세서와 청구범위에서 단수는 일반적으로 "하나 또는 그 이상"을 의미하는 것으로 해

석되어야 한다.

【0028】 당업자들은 추가적으로 여기서 개시된 실시예들과 관련되어 설명된 다양한 예시적 논리적 블록들, 구성들, 모듈들, 회로들, 수단들, 로직들, 및 알고리즘 단계들이 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 양쪽 모두의 조합들로 구현될 수 있음을 인식해야 한다. 하드웨어 및 소프트웨어의 상호교환성을 명백하게 예시하기 위해, 다양한 예시적 컴포넌트들, 블록들, 구성들, 수단들, 로직들, 모듈들, 회로들, 및 단계들은 그들의 기능성 측면에서 일반적으로 위에서 설명되었다. 그러한 기능성이 하드웨어로 또는 소프트웨어로서 구현되는지 여부는 전반적인 시스템에 부과된 특정 어플리케이션(application) 및 설계 제한들에 달려 있다. 숙련된 기술자들은 각각의 특정 어플리케이션들을 위해 다양한 방법으로 설명된 기능성을 구현할 수 있다. 다만, 그러한 구현의 결정들이 본 발명내용의 영역을 벗어나게 하는 것으로 해석되어서는 안된다.

【0029】 제시된 실시예들에 대한 설명은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다. 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 발명은 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니다. 본 발명은 여기에 제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

【0030】 본 명세서에서, 컴퓨터는 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 모든 종류의 하드웨어 장치를 의미하는 것이고, 실시 예에 따라 해당 하드웨어 장치에서 동작하는 소프트웨어적 구성도 포괄하는 의미로서 이해될 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터는 스마트폰, 태블릿 PC, 데스크톱, 노트북 및 각 장치에서 구동되는 사용자 클라이언트 및 애플리케이션을 모두 포함하는 의미로서 이해될 수 있으며, 또한 이에 제한되는 것은 아니다.

【0031】 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.

【0032】 본 명세서에서 설명되는 각 단계들은 컴퓨터에 의하여 수행되는 것으로 설명되나, 각 단계의 주체는 이에 제한되는 것은 아니며, 실시 예에 따라 각 단계들의 적어도 일부가 서로 다른 장치에서 수행될 수도 있다.

【0034】 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템을 도시한 도면이다.

【0035】 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템은 컴퓨팅 장치(100), eVTOL(200) 및 외부 서버(300)를 포함할 수 있다. 도 1에 도시된 시스템은 일 실시예에 따른 것이고, 그 구성 요소가 도 1에 도시된 실시예에 한정되는 것은 아니며, 필요에 따라 부가, 변경 또는 삭제될 수 있다.

【0036】 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(100)는 eVTOL(electric vertical take-off and landing)용 고출력 배터리 패키지를 관리할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅

장치(100)는 eVTOL의 비행 중 고출력 배터리 패키지의 상태를 모니터링하고, 이상 상태 발생 시 적절히 대응하여 비행 안정성을 유지할 수 있다.

【0037】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 eVTOL(200)에 장착된 고출력 배터리 패키지로부터 모니터링 데이터를 획득할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 모니터링 데이터를 기 설정된 정상 동작 조건과 비교하여 고출력 배터리 패키지의 이상 여부를 탐지할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 고출력 배터리 패키지에 포함된 특정 배터리 셀의 온도가 과도하게 상승하거나 전압이 비정상적으로 낮은 경우 이를 이상 상태로 탐지할 수 있다.

【0038】 그리고, 컴퓨팅 장치(100)는 고출력 배터리 패키지(210)의 이상이 탐지된 경우 고출력 배터리 패키지(210)로 제어 명령을 전송하여, 고출력 배터리 패키지(210)의 동작 상태를 제어할 수 있다.

【0039】 따라서, 본 발명의 컴퓨팅 장치(100)는 eVTOL의 비행 안정성을 확보하고 고출력 배터리 패키지의 효율적이고 안전한 관리를 제공할 수 있다.

【0040】 이하, 컴퓨팅 장치(100)가 eVTOL용 고출력 배터리 패키지를 관리하는 방법의 자세한 설명은 도 4 내지 도 8을 참조하여 후술한다.

【0041】 다양한 실시예에서, 컴퓨팅 장치(100)는 웹(Web) 또는 애플리케이션(Application) 기반의 서비스를 제공할 수 있다. 그러나, 이에 한정되지 않는다.

【0042】 컴퓨팅 장치(100)는 예를 들어, 마이크로프로세서, 메인프레임 컴퓨터, 디지털 프로세서, 휴대용 디바이스 및 디바이스 제어기 등과 같은 임의의 타입

의 컴퓨터 시스템 또는 컴퓨터 디바이스를 포함할 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

【0043】 이하, 컴퓨팅 장치(100)의 하드웨어 구성에 대한 설명은 도 2를 참조하여 후술한다.

【0044】 eVTOL(200)은 전기 동력을 이용하여 수직 이착륙이 가능한 항공기로서, 다양한 형태 및 규모로 구현될 수 있는 비행 수단을 의미한다. 예를 들어, eVTOL(200)은 개인 이동 장치로 설계되어 소형 크기로 구현될 수 있으며, 물류나 여객 운송을 지원하는 상용 모델로 확장될 수도 있다. 또한, eVTOL(200)은 도심 항공 모빌리티(UAM: Urban Air Mobility) 분야에서 활용될 수 있으며, 의료 긴급 수송, 관광, 촬영 등 다양한 서비스 영역에 적용될 수 있다.

【0045】 일 실시예에서, eVTOL(200)은 고출력 배터리 패키지를 탑재할 수 있다. 여기서, 고출력 배터리 패키지는 eVTOL(200)에 전력을 공급하는 핵심 구성 요소로서, 대용량 에너지를 저장하고 고출력을 안정적으로 제공할 수 있는 배터리 팩 또는 배터리 셀들의 집합으로 구성될 수 있다. 고출력 배터리 패키지는 비행 중 추진 시스템, 통신 장치, 비행 제어 시스템, 센서 모듈 등 eVTOL(200)의 다양한 전자 장치와 기계적 장치에 전력을 공급할 수 있다.

【0046】 이하, 고출력 배터리 패키지에 대한 설명은 도 3을 참조하여 후술한다.

【0047】 eVTOL(200)은 네트워크(400)를 통해 컴퓨팅 장치(100)와 연결될 수 있으며, 컴퓨팅 장치(100)에서 수행하는 eVTOL용 고출력 배터리 패키지 관리 기능의 대상 장치가 될 수 있다. 예를 들어, eVTOL(200)은 자체적으로 고출력 배터리 패키지를 탑재하고, 컴퓨팅 장치(100)가 제공하는 관리 명령을 기반으로 효율적인 배터리 사용과 안정적 비행 운용을 지원받을 수 있다.

【0048】 다양한 실시예에서, eVTOL(200)은 원격 제어 또는 자동 비행을 위한 통신 모듈을 포함하여, 비행 상태 감시, 비정상 상태 발생 시 조기 대응, 운항 경로 최적화 등의 다양한 관리 기능을 구현할 수 있다.

【0049】 또한, eVTOL(200)은 전기 추진 장치, 비행 제어 장치, 통신 모듈, 및 다양한 센서 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어, eVTOL(200)은 고출력 배터리 팩과 이를 효율적으로 제어하기 위한 전력 변환 장치, 비행 안정화를 위해 자이로스코프나 가속도계, 외부 환경 정보를 파악하기 위한 기압 센서나 온도 센서 등이 포함될 수 있다. 또한, eVTOL(200)은 비행 환경에 따라 안전하게 이착륙하기 위한 다양한 기구나 구조물을 가질 수 있으며, 일부 실시예에서는 초소형 전기드론, 대형 여객 탑승용 수직 이착륙 항공기 등 다양한 형태와 규격을 가질 수 있다.

【0050】 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템은 사용자 단말(미도시)을 더 포함할 수 있다. 상기 사용자 단말은 eVTOL(200)을 관제하거나 모니터링하는 관리자, 승객 또는 운항 담당자에게 배터리 상태, 비행 정보, 운항 스케줄 등을 제공하는 인터페이스 역할을 수행할 수 있다. 이를 통해, 사용자 단말은 eVTOL(200)과의 통신을 통해 배터리 관리 정보를 실시간으로 획득하거나, 비정상 상태 발생 시 경고

알림을 수신함으로써, 상황에 적절히 대응할 수 있다.

【0051】 여기서, 사용자 단말은 예를 들어, 다양한 형태의 컴퓨터 장치를 포함할 수 있다. 자세히 예를 들어, 사용자 단말은 스마트폰, 태블릿 PC, 데스크톱, 노트북과 같은 다양한 단말 장치를 의미할 수 있다.

【0052】 사용자 단말은 단말의 적어도 일부분에 디스플레이를 포함하며, 컴퓨팅 장치(100)로부터 제공되는 애플리케이션 혹은 확장 프로그램 기반의 서비스 구동을 위한 운영체제를 포함할 수 있다. 예를 들어, 사용자 단말은 스마트폰(Smart-phone)일 수 있으나, 이에 한정되지 않고, 사용자 단말은, 휴대성과 이동성이 보장되는 무선 통신 장치로서, 네비게이션, PCS(Personal Communication System), GSM(Global System for Mobile communications), PDC(Personal Digital Cellular), PHS(Personal Handyphone System), PDA(Personal Digital Assistant), IMT(International Mobile Telecommunication)-2000, CDMA(Code Division Multiple Access)-2000, W-CDMA(W-Code Division Multiple Access), Wibro(Wireless Broadband Internet) 단말, 스마트 패드(Smartpad), 태블릿 PC(Tablet PC) 등과 같은 모든 종류의 핸드헬드(Handheld) 기반의 무선 통신 장치를 포함할 수 있다.

【0053】 외부 서버(300)는 네트워크(400)를 통해 컴퓨팅 장치(100)와 연결될 수 있으며, 컴퓨팅 장치(100)가 eVTOL용 고출력 배터리 패키지를 관리하기 위하여 필요한 각종 정보/데이터를 송수신 할 수 있고, 컴퓨팅 장치(100)가 eVTOL용 고출력 배터리 패키지를 관리함에 따라 생성되는 각종 정보/데이터를 저장 및 관리할 수 있다.

【0054】 예를 들어, 외부 서버(300)는 eVTOL용 고출력 배터리 패키지를 관리하는 방법에서 이용되는 정보를 저장하는 데이터베이스 서버일 수 있다. 다른 예를 들어, 외부 서버(300)는 eVTOL용 고출력 배터리 패키지를 관리하는 방법에 이용되는 정보를 제공하는 서버일 수 있다.

【0055】 네트워크(400)는 컴퓨팅 장치, 복수의 단말 및 서버들과 같은 각각의 노드 상호 간에 정보 교환이 가능한 연결 구조를 의미할 수 있다. 예를 들어, 네트워크(400)는 근거리 통신망(LAN: Local Area Network), 광역 통신망(WAN: Wide Area Network), 인터넷(WWW: World Wide Web), 유무선 데이터 통신망, 전화망, 유무선 텔레비전 통신망 등을 포함한다.

【0056】 무선 데이터 통신망은 3G, 4G, 5G, 3GPP(3rd Generation Partnership Project), 5GPP(5th Generation Partnership Project), LTE(Long Term Evolution), WIMAX(World Interoperability for Microwave Access), 와이파이(Wi-Fi), 인터넷(Internet), LAN(Local Area Network), Wireless LAN(Wireless Local Area Network), WAN(Wide Area Network), PAN(Personal Area Network), RF(Radio Frequency), 블루투스(Bluetooth) 네트워크, NFC(Near-Field Communication) 네트워크, 위성 방송 네트워크, 아날로그 방송 네트워크, DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 네트워크 등이 포함되나 이에 한정되지는 않는다.

【0058】 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치의 하드웨어 구성도이다.

【0059】 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치(100)는 하나 이상의 프로세서(110), 프로세서(110)에 의하여 수행되는 컴퓨터 프로그램(151)을 로드(Load)하는 메모리(120), 버스(130), 통신 인터페이스(140) 및 컴퓨터 프로그램(151)을 저장하는 스토리지(150)를 포함할 수 있다. 여기서, 도 2에는 본 발명의 실시예와 관련 있는 구성요소들만 도시되어 있다. 따라서, 본 발명이 속한 기술분야의 통상의 기술자라면 도 2에 도시된 구성요소들 외에 다른 범용적인 구성요소들이 더 포함될 수 있음을 알 수 있다.

【0060】 프로세서(110)는 컴퓨팅 장치(100)의 각 구성의 전반적인 동작을 제어한다. 프로세서(110)는 하나 이상의 코어로 구성될 수 있으며, 컴퓨팅 장치의 중앙 처리 장치(CPU: central processing unit), 범용 그래픽 처리 장치(GPGPU: general purpose graphics processing unit), 텐서 처리 장치(TPU: tensor processing unit) 등의 데이터 분석, 딥러닝을 위한 프로세서를 포함할 수 있다. 또는 본 발명의 기술 분야에 잘 알려진 임의의 형태의 프로세서를 포함하여 구성될 수 있다.

【0061】 또한, 프로세서(110)는 본 발명의 실시예들에 따른 방법을 실행하기 위한 적어도 하나의 애플리케이션 또는 프로그램에 대한 연산을 수행할 수 있으며, 컴퓨팅 장치(100)는 하나 이상의 프로세서를 구비할 수 있다.

【0062】 다양한 실시예에서, 프로세서(110)는 프로세서(110) 내부에서 처리

되는 신호(또는, 데이터)를 일시적 및/또는 영구적으로 저장하는 램(RAM: Random Access Memory, 미도시) 및 롬(ROM: Read-Only Memory, 미도시)을 더 포함할 수 있다. 또한, 프로세서(110)는 그래픽 처리부, 램 및 롬 중 적어도 하나를 포함하는 시스템온칩(SoC: system on chip) 형태로 구현될 수 있다.

【0063】 메모리(120)는 각종 데이터, 명령 및/또는 정보를 저장한다. 메모리(120)는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 방법/동작을 실행하기 위하여 스토리지(150)로부터 컴퓨터 프로그램(151)을 로드할 수 있다. 메모리(120)에 컴퓨터 프로그램(151)이 로드되면, 프로세서(110)는 컴퓨터 프로그램(151)을 구성하는 하나 이상의 인스트럭션들을 실행함으로써 상기 방법/동작을 수행할 수 있다. 메모리(120)는 RAM과 같은 휘발성 메모리로 구현될 수 있을 것이나, 본 발명의 기술적 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

【0064】 버스(130)는 컴퓨팅 장치(100)의 구성 요소 간 통신 기능을 제공한다. 버스(130)는 주소 버스(address Bus), 데이터 버스(Data Bus) 및 제어 버스(Control Bus) 등 다양한 형태의 버스로 구현될 수 있다.

【0065】 통신 인터페이스(140)는 컴퓨팅 장치(100)의 유무선 인터넷 통신을 지원한다. 또한, 통신 인터페이스(140)는 인터넷 통신 외의 다양한 통신 방식을 지원할 수도 있다. 이를 위해, 통신 인터페이스(140)는 본 발명의 기술 분야에 잘 알려진 통신 모듈을 포함하여 구성될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 통신 인터페이스(140)는 생략될 수도 있다.

【0066】 스토리지(150)는 컴퓨터 프로그램(151)을 비 일시적으로 저장할 수

있다. 컴퓨팅 장치(100)를 통해 본 발명의 실시예에 따른 프로세스를 수행하는 경우, 스토리지(150)는 개시된 실시예에 따른 방법을 수행하거나, 서비스를 제공하기 위하여 필요한 각종 정보를 저장할 수 있다.

【0067】 스토리지(150)는 ROM(Read Only Memory), EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM), 플래시 메모리 등과 같은 비휘발성 메모리, 하드 디스크, 착탈형 디스크, 또는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 잘 알려진 임의의 형태의 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 포함하여 구성될 수 있다.

【0068】 컴퓨터 프로그램(151)은 메모리(120)에 로드 될 때 프로세서(110)로 하여금 본 발명의 다양한 실시예에 따른 방법/동작을 수행하도록 하는 하나 이상의 인스트럭션들을 포함할 수 있다. 즉, 프로세서(110)는 상기 하나 이상의 인스트럭션들을 실행함으로써, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 상기 방법/동작을 수행할 수 있다.

【0069】 일 실시예에서, 컴퓨터 프로그램(151)은 신경망 모델의 학습과 관련된 다양한 작업과 관련된 다양한 방법들을 수행하도록 하는 하나 이상의 인스트럭션을 포함할 수 있다.

【0070】 본 발명의 실시예와 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계들은 하드웨어로 직접 구현되거나, 하드웨어에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로 구현되거나, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), EPROM(Erasable Programmable

ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM), 플래시 메모리(Flash Memory), 하드 디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM, 또는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 잘 알려진 임의의 형태의 컴퓨터 판독가능 기록매체에 상주할 수도 있다.

【0071】 본 발명의 구성 요소들은 하드웨어인 컴퓨터와 결합되어 실행되기 위해 프로그램(또는 애플리케이션)으로 구현되어 매체에 저장될 수 있다. 본 발명의 구성 요소들은 소프트웨어 프로그래밍 또는 소프트웨어 요소들로 실행될 수 있으며, 이와 유사하게, 실시예는 데이터 구조, 프로세스들, 루틴들 또는 다른 프로그래밍 구성들의 조합으로 구현되는 다양한 알고리즘을 포함하여, C, C++, 자바(Java), 어셈블러(assembly) 등과 같은 프로그래밍 또는 스크립팅 언어로 구현될 수 있다. 기능적인 측면들은 하나 이상의 프로세서들에서 실행되는 알고리즘으로 구현될 수 있다.

【0073】 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고효율 배터리 패키지를 설명하기 위한 도면이다.

【0074】 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고효율 배터리 패키지를 설명하기 위한 도면이다.

【0075】 도 3의 (a)를 참조하면, eVTOL(200)에 탑재되는 고효율 배터리 패키지(210)의 사시도가 도시되어 있다. 본 발명에 따른 고효율 배터리 패키지(210)는 eVTOL(200)에 전력을 공급하는 핵심 구성 요소로서, 대용량 에너지를 저장하고 고

출력을 안정적으로 제공할 수 있는 복수의 배터리 팩(211)으로 이루어질 수 있다.

【0076】 예를 들어, 고출력 배터리 패키지(210)는 비행 중 추진 시스템, 통신 장치, 비행 제어 시스템, 센서 모듈 등 eVTOL(200)의 다양한 전자 장치와 기계적 장치에 필요한 전력을 신속하고 안정적으로 공급할 수 있다.

【0077】 도 3의 (b)를 참조하면, 고출력 배터리 패키지(210)의 일 측면에서 바라본 구성이 도시되어 있다. 도시된 바와 같이, 고출력 배터리 패키지(210)는 복수 개의 배터리 팩(211)이 직렬 또는 병렬로 연결된 형태를 가질 수 있으며, 이러한 연결 방식은 eVTOL(200)의 비행 상황 및 요구되는 전력량에 따라 전압 및 전류 특성을 유연하게 조정할 수 있도록 한다. 예를 들어, 직렬 연결을 통해 보다 높은 전압을 확보하거나, 병렬 연결을 통해 전류 용량을 향상시킬 수 있다.

【0078】 고출력 배터리 패키지(210)는 이와 같은 연결 형태와 관리 체계를 기반으로, eVTOL(200)의 다양한 운항 조건에서 안정적인 에너지 공급을 가능하게 한다. 특히, 각 배터리 팩은 개별적인 상태 관리가 가능하도록 컴퓨팅 장치(100)에 의해 제어될 수 있으며, 컴퓨팅 장치(100)는 배터리 관리 시스템(BMS: Battery Management System)으로서의 역할을 수행할 수 있다.

【0079】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 각 배터리 팩(211)의 전압, 전류, 온도, 충전 상태(SOC), 건강 상태(SOH) 등을 주기적으로 모니터링하고, 이를 기반으로 특정 배터리 팩을 분리하거나 우회함으로써 전체 패키지의 안정성을 유지할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 배터리 팩 간의 전압 불균형이나 온도 편차를 모니터링하여 이를 최소화하는 조치를 취함으로써, 배터리 수명 연장 및 성능 최적

화를 가능하게 할 수 있다.

【0080】 일 실시예에서, 고출력 배터리 패키지(210)는 eVTOL(200)의 특성을 고려하여 항공 환경에서 안정적으로 작동할 수 있도록 설계될 수 있다. 예를 들어, 고출력 배터리 패키지(210)는 고도 변화 시 발생하는 기압 차이나 낮은 외부 온도, 비행 중 발생하는 진동 및 충격에도 내구성을 유지할 수 있도록 재질 및 구조적 특성을 강화할 수 있다.

【0081】 또한, 고출력 배터리 패키지(210)는 열 폭주를 방지하기 위한 냉각 시스템(예: 액체 냉각, 공기 냉각)을 구비하여, 고출력 배터리 패키지(210) 내의 온도를 적정 범위로 유지하고, 과전압 및 과전류 상황에서는 해당 회로를 빠르게 차단하는 보호 회로를 포함할 수 있다. 고출력 배터리 패키지(210)는 이러한 안전 장치와 보호 설계를 통해 비정상 상태 발생 시 신속하고 능동적으로 대응함으로써 eVTOL(200)의 비행 안전성을 제고할 수 있다.

【0082】 추가적으로, 고출력 배터리 패키지(210)는 eVTOL(200)의 설계나 활용 목적에 따라 모듈화된 형태를 가질 수 있다. 이는 배터리 팩(211)의 수량, 용량, 물리적 형상을 필요에 따라 변경함으로써, 개인 이동용 경량 eVTOL부터 대형 화물 운송용 eVTOL에 다양한 비행 장치를 지원할 수 있다. 고출력 배터리 패키지(210)의 모듈화된 구성은 유지보수 및 수리 작업을 용이하게 하고, 문제가 있는 특정 모듈만을 교체함으로써 운영 비용 및 시간을 절감할 수 있다.

【0083】 따라서, 본 발명의 고출력 배터리 패키지(210)는 eVTOL(200)의 전력 요구를 충족시키는 동시에 안정적이고 안전한 비행을 지원하기 위한 필수 구성 요소로 활용될 수 있다.

【0085】 도 4 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 eVTOL용 고출력 배터리 패키지 관리 방법을 설명하기 위한 도면이다.

【0086】 도 4를 참조하면, 컴퓨팅 장치(100)는 eVTOL(200)에 장착된 고출력 배터리 패키지(210)로부터 모니터링 데이터를 획득할 수 있다(S100).

【0087】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 고출력 배터리 패키지(210)에 포함된 복수의 배터리 셀 및 배터리 팩 각 부분에 설치된 전압 센서, 전류 센서, 온도 센서 등의 센서 모듈로부터 측정값을 주기적으로 또는 실시간으로 수신할 수 있으며, 이 때 수신되는 모니터링 데이터는 각 셀별 전압 수준, 누적 충전 전류 패턴, 온도 변화 추이, 배터리 팩 전체 또는 특정 구역별 온도 분포 등 다양한 형태를 포함할 수 있다.

【0088】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 무선 또는 유선 통신 인터페이스를 통해 고출력 배터리 패키지(210)에 내장된 센서 데이터 수집 장치 또는 배터리 관리 유닛과 연동하여 해당 센서 값들을 획득할 수 있다. 추가적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 센서 노이즈나 외부 간섭을 최소화하기 위한 필터링 알고리즘을 적용하여 신뢰도 높은 모니터링 데이터를 확보할 수 있다.

【0089】 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(100)는 모니터링 데이터를 기 설정된 정상 동작 조건과 비교하여 고출력 배터리 패키지(210)의 이상 여부를 탐지할 수 있다(S200).

【0090】 도 5를 참조하면, 컴퓨팅 장치(100)는 모니터링 데이터에 포함된 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나와 모니터링 데이터 항목 각각에 대응하여 정상 동작 조건으로 설정된 정상 영역을 비교할 수 있다(S211).

【0091】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 메모리에 저장된 기준 표준값, 예를 들어 특정 전압 범위(최소 전압 및 최대 전압), 특정 전류 허용 범위(정상 충전 전 한계), 특정 온도 허용 범위(최저 및 최고 안전 온도) 등의 정상 영역 정보를 참조하고, 현재 측정된 전압, 전류, 온도가 이들 정의된 정상 영역 내에 위치하는지 판별할 수 있다.

【0092】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 개별 셀 전압이 균형 잡힌 범위 내에 있는지, 전체 전류가 과도한 방전 또는 충전 상태에 진입하지 않았는지, 각 셀이나 팩 단위의 온도가 허용 범위를 벗어나지 않았는지 점검함으로써 전반적인 배터리 상태를 평가할 수 있다.

【0093】 그리고, 컴퓨팅 장치(100)는 정상 영역을 이탈하는 특정 모니터링 데이터 항목이 인식된 경우, 고출력 배터리 패키지(210)에 이상이 발생한 것으로 탐지할 수 있다(S212).

【0094】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 특정 셀 전압이 위험 수준으로 급격히 낮아지거나, 특정 구간의 온도가 급상승하거나, 설정된 안전 전류 한계값을 넘어서는 과도한 전류가 검출되는 등 정상 범위를 벗어나는 데이터를 인식하는 경우 고출력 배터리 패키지(210)의 이상 상태로 판단할 수 있다.

【0095】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 이상 징후를 단순히 하나의 샘플링으로 결정하지 않고, 일정 시간 동안 지속적인 추세를 관찰하여 일시적 변동인지 실제 이상 상태인지를 판별할 수 있으며, 필요에 따라 이전 정상 상태 기록, 최근 환경 변화 및 추가 진단용 알고리즘을 적용하여 이상 판정을 더욱 정교하게 수행할 수 있다.

【0096】 자세히 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 고출력 배터리 패키지(210)에 대한 전압, 전류, 온도 등의 센서 데이터를 일정 기간 동안 롤링 윈도우(rolling window) 방식으로 수집하고, 그 기간 동안 발생한 측정값들의 통계적 특성(예: 평균값, 표준편차, 변동계수), 시계열적 패턴(예: 일정 주기 이상의 연속적 전압 강하), 환경 변수(예: 외부 온도 상승, 비행 고도 변화)에 대한 민감도 등을 종합적으로 평가할 수 있다. 이를 통해 컴퓨팅 장치(100)는 단발성 노이즈나 순간적 부하 변화로 인한 일시적 이상치(Outlier)를 실제 이상으로 오판하는 상황을 최소화하고, 평균치를 벗어나는 패턴이 특정 임계 횟수 이상 반복되거나 심화되는 경우에만 이상 상황으로 판단할 수 있다.

【0097】 일례로, 컴퓨팅 장치(100)는 비행 중 외기 온도가 단기간에 급상승한 상황에서 배터리 팩 온도가 일시적으로 소폭 증가하는 경우, 이를 즉시 이상 상

태로 판단하지 않고, 이후 기 설정된 시간 동안(예: 수 초에서 수십 초) 데이터 추이를 모니터링할 수 있다. 그리고, 컴퓨팅 장치(100)는 기 설정된 시간 동안 배터리 팩 온도가 안정 범위로 복귀하거나 일정한 상승세를 멈추면, 해당 변화는 일시적 환경 요인에 기인한 정상적 변동으로 간주하여 이상 판정을 유보할 수 있다.

【0098】 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 이전 정상 상태 기록과 비교함으로써, 현재 상태가 과거 정상 운용 조건과 현저히 다르다는 점을 근거로 이상 징후의 신뢰도를 높일 수 있다.

【0099】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 특정 비행 프로파일(고도, 속도, 환경 온도)에서 수집된 다수의 정상 운용 데이터 세트와 현재 데이터를 비교하여, 과거 정상 범위의 편차를 크게 벗어난다면(예: 평균값 대비 2표준편차 이상의 편차, 또는 정상 데이터 분포 상위 95% 범위를 벗어나는 값) 이상 가능성을 더욱 높게 판단할 수 있다. 이와 함께, 컴퓨팅 장치(100)는 최근 환경 변화(예: 비행 경로 변화, 날씨 변동)나 배터리 노화 정도, SOC(State of Charge) 열화 정도 등 장기적 영향 인자를 가중치로 반영할 수 있다. 이를 통해 컴퓨팅 장치(100)는 변화하는 비행 환경과 배터리의 내재적 특성을 동적으로 고려함으로써, 단순한 고정 임계값 판단이 아닌 상황에 최적화된 이상 판정을 수행할 수 있다.

【0100】 본 발명의 다양한 실시예에 따르면, 컴퓨팅 장치(100)는 eVTOL(200)로부터 비행 데이터를 획득할 수 있다. 여기서, 비행 데이터는 비행 속도, 고도 및 외부 환경 온도 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

【0101】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 eVTOL(200)의 항공기 센서나 항법

장치, 환경 센서 모듈과 연동하여 현재 비행 속도(대기속도, 지면속도 중 적합한 지표), 비행 고도(해발 고도나 상대 고도), 그리고 외기 온도, 습도, 기압 등을 획득할 수 있다.

【0102】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 이들 비행 데이터를 기반으로 eVTOL(200)이 고고도 환경이나 극저온 환경에 진입하였는지, 또는 고온 다습한 환경에서 비행하고 있는지를 파악하여 이에 따른 배터리 특성 변화를 사전에 예측할 수 있다.

【0103】 한편, 컴퓨팅 장치(100)는 비행 데이터를 획득한 경우, 단계(S200)에서, 모니터링 데이터 및 비행 데이터를 종합적으로 고려하여 고출력 배터리 패키지(210)의 이상 여부를 탐지할 수 있다.

【0104】 도 6을 참조하면, 컴퓨팅 장치(100)는 비행 데이터를 기초로 정상 동작 조건에 대응하는 정상 영역을 조정하여 조정 정상 영역을 결정할 수 있다 (S221).

【0105】 본 발명의 정상 동작 조건은 전압 정상 영역, 전류 정상 영역 및 온도 정상 영역을 포함하고, 전압 정상 영역, 전류 정상 영역 및 온도 정상 영역 각각에는 기준 비행 속도, 기준 고도 및 기준 외부 환경 온도가 설정될 수 있다. 즉, 컴퓨팅 장치(100)는 eVTOL(200)이 평지나 저고도에서의 안정적인 비행 상황을 전제로 설정된 초기 기준을 가지고 있으며, 이 기준을 기반으로 안정적이라 판단되는 전압, 전류, 온도 범위를 미리 정해둘 수 있다.

【0106】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 비행 데이터에 비행 속도가 포함된 경우, 비행 속도와 기준 비행 속도를 비교하여, 정상 영역의 조정 여부를 결정할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 비행 데이터에 고도가 포함된 경우, 고도와 기준 고도를 비교하여, 정상 영역의 조정 여부를 결정할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 비행 데이터에 외부 환경 온도가 포함된 경우, 외부 환경 온도와 기준 외부 환경 온도를 비교하여, 정상 영역의 조정 여부를 결정할 수 있다.

【0107】 보다 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 비행 데이터에 비행 속도가 포함된 경우, 현재 비행 속도가 기준 비행 속도보다 빠르거나 느린지를 비교하여, 정상 영역을 조정할지 결정할 수 있다. 또한, 비행 데이터에 고도가 포함된 경우, 현재 고도가 기준 고도보다 높거나 낮은지를 비교하여, 외부 대기밀도나 온도 변화를 반영하기 위해 정상 영역 조정을 판단할 수 있다. 또한, 비행 데이터에 외부 환경 온도가 포함된 경우, 현재 외부 환경 온도가 기준 외부 환경 온도보다 높거나 낮은지를 비교하여, 배터리 셀의 온도 허용범위를 변경하는 등의 정상 영역의 조정 여부를 결정할 수 있다.

【0108】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 고도가 기준치보다 높아짐에 따라 산소 밀도가 낮아지고 냉각 효율이 달라질 수 있음을 인식하고, 이에 맞추어 온도 허용 범위를 확대하거나 축소할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 비행 속도가 빠를수록 냉각 공기 흐름이 증가하므로 온도 상승 위험을 상대적으로 완화시키기 위해 온도 허용 범위를 상향 조정할 수도 있다.

【0109】 따라서, 컴퓨팅 장치(100)는 외부 조건에 따라 동적으로 정상 영역을 재설정함으로써, 환경 변화가 모니터링 데이터 해석에 미치는 영향을 최소화하고 정확한 이상 판정을 가능하게 할 수 있다.

【0110】 한편, 컴퓨팅 장치(100)는 정상 영역을 조정하는 것으로 결정한 상태에서, 비행 데이터 항목 중 적어도 하나의 값이 기준 비행 속도, 기준 고도 및 기준 외부 환경 온도 중 적어도 하나의 값을 초과하는 경우, 전압 정상 영역, 전류 정상 영역 및 온도 정상 영역의 범위를 확대하여 조정 정상 영역을 결정할 수 있다.

【0111】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 예를 들어 고도가 기준값보다 상당히 높을 경우(예: 해발 2,000m 이상의 고도에서 비행), 배터리 온도가 더 쉽게 낮아질 수 있으므로 온도 정상 영역의 상한을 조금 완화하거나, 비행 속도가 기준보다 훨씬 빠를 경우 냉각 공기 유입으로 온도 상승 위험이 줄어들 수 있음을 반영하여 온도 및 전류 허용 범위를 넓히는 방식으로, 정상 영역을 확대 조정할 수 있다.

【0112】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 비행 속도가 기준치보다 크게 상회하면 (예: 시속 100km 이상) 배터리 방전 속도가 다소 높아지더라도 냉각 및 전력 관리가 수월하다고 판단하여, 전류 정상 영역의 상한 값을 높여 약간 더 높은 방전률도 허용되도록 정상 영역을 재설정할 수 있다.

【0113】 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 정상 영역을 조정하는 것으로 결정한 상태에서, 비행 데이터 항목 중 적어도 하나의 값이 기준 비행 속도, 기준 고도 및

기준 외부 환경 온도 중 적어도 하나 값 미만인 경우, 전압 정상 영역, 전류 정상 영역 및 온도 정상 영역의 범위를 축소하여 조정 정상 영역을 결정할 수 있다.

【0114】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 외부 환경 온도가 기준보다 훨씬 낮은 상황(예: 영하 10도 이하의 저온 환경)이라면 배터리 내부 온도가 과도하게 하강하여 셀의 전기화학 반응 속도가 감소하고 내부 저항이 증가할 가능성을 고려하여 안전한 동작 온도 범위를 더 좁혀 안정성을 강화할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 온도 정상 범위의 하한값을 기존 대비 2 내지 5도 만큼 상향 조정하여, 과도한 냉각으로 인해 발생할 수 있는 성능 저하나 셀 손상을 방지할 수 있다. 이러한 조정을 통해 컴퓨팅 장치(100)는 배터리 성능 유지뿐만 아니라, 추운 환경에서 비행 중 전압 불안정성을 예방하고 전력 효율을 높일 수 있다.

【0115】 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 고도가 기준치보다 낮는데 외부가 고온 다습한 상태(예: 해발 500m 이하에서 외부 온도가 30도 이상, 상대습도가 70% 이상)라면 배터리 온도가 쉽게 상승할 수 있음을 고려하여 온도 정상 범위를 조금 더 엄격하게 제한할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 내부 열 축적이 증가하고 냉각 효율이 감소할 가능성을 판단하고, 온도 정상 범위의 상한값을 기존 대비 3 내지 7도 만큼 낮추어 이상 감지 민감도를 높일 수 있다. 이를 통해 컴퓨팅 장치(100)는 고온 다습 환경에서의 과열 위험성을 선제적으로 탐지하고, 조기 경고나 방열 제어를 수행하여 배터리의 안정성을 확보할 수 있다.

【0116】 다양한 실시예에서, 컴퓨팅 장치(100)는 수학적식을 이용하여 온도 정상 영역을 조정할 수 있다.

【0117】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 이하의 수학식 1을 기초로 상기 정상 동작 조건에 대응하는 온도 정상 영역의 상한 값을 조정하고, 이하의 수학식 2를 기초로 정상 동작 조건에 대응하는 온도 정상 영역의 하한 값을 조정할 수 있다. 그리고, 컴퓨팅 장치(100)는 조정한 상한 값 및 하한 값을 기초로 온도에 대응하는 조정 정상 영역을 결정할 수 있다. 즉, 컴퓨팅 장치(100)는 조정된 상한 값 및 하한 값으로 구성된 온도에 대한 조정 정상 영역을 결정할 수 있다.

【0118】 【수학식 1】

$$T_{max} = T_{max,base} - \alpha_1(v - v_{base}) - \alpha_2(alt - alt_{base}) - \alpha_3(T_{evn} - T_{evn,base})$$

【0119】 여기서, 상기 T_{max} 는 상기 비행 데이터에 포함된 속도인 v , 상기 비행 데이터에 포함된 고도인 alt 및 상기 비행 데이터에 포함된 외부 환경 온도인 T_{evn} 에 대응하여 조정되는 상기 상한 값(즉, 최고 안전 온도)이다.

【0120】 또한, 상기 $T_{max,base}$ 는 상기 온도 정상 영역에 기 설정된 상한 값이다.

【0121】 또한, 상기 v_{base} 는 상기 온도 정상 영역에 기 설정된 기준 비행 속도이고, 상기 alt_{base} 는 상기 온도 정상 영역에 기 설정된 기준 고도이고, 상기 $T_{evn,base}$ 는 상기 온도 정상 영역에 기 설정된 기준 외부 환경 온도이다.

【0122】 또한, 상기 α_1 , α_2 및 α_3 각각은 상기 속도, 상기 고도 및 상기 외부 환경 온도 각각에 대응하여 기 설정된 보정 계수이다.

【0123】 즉, 컴퓨팅 장치(100)는 수학적 식 1을 통해 현재 비행 조건(속도, 고도, 외부 환경 온도)에 따라 최고 허용 온도를 동적으로 낮추거나 높여서, 과열 위험을 방지할 수 있다.

【0124】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 비행 속도가 기준값보다 높을수록 냉각 공기의 유입량이 많아질 수 있다는 점을 고려하여, $\alpha_1(v - v_{base})$ 만큼 온도 상한 값을 하향 조정할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 고도가 기준보다 높으면 외기 온도가 낮아 냉각이 유리해지는 점을 반영하여 $\alpha_2(alt - alt_{base})$ 를 활용해 상한 값을 상향 조정할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 외부 환경 온도가 기준 값보다 높으면(즉, $T_{env} > T_{env,base}$), $\alpha_3(T_{env} - T_{env,base})$ 만큼 상한 값을 하향 조정할 수 있다.

【0126】 【수학적 식 2】

$$T_{min} = T_{min,base} + \alpha_1(v - v_{base}) - \alpha_2(alt - alt_{base}) + \alpha_3(T_{env} - T_{env,base})$$

【0127】 여기서, 상기 T_{min} 는 상기 비행 데이터에 포함된 속도인 v , 상기 비행 데이터에 포함된 고도인 alt 및 상기 비행 데이터에 포함된 외부 환경 온도인

T_{env} 에 대응하여 조정되는 상기 하한 값이다.

【0128】 또한, 상기 $T_{min,base}$ 는 상기 온도 정상 영역에 기 설정된 하한 값이다.

【0129】 또한, 상기 v_{base} 는 상기 온도 정상 영역에 기 설정된 기준 비행 속도이고, 상기 alt_{base} 는 상기 온도 정상 영역에 기 설정된 기준 고도이고, 상기 $T_{env,base}$ 는 상기 온도 정상 영역에 기 설정된 기준 외부 환경 온도이다.

【0130】 또한, 상기 α_1 , α_2 및 α_3 각각은 상기 속도, 상기 고도 및 상기 외부 환경 온도 각각에 대응하여 기 설정된 보정 계수이다.

【0131】 즉, 컴퓨팅 장치(100)는 수학적 2를 통해 현재 비행 조건에 따라 최소 안전 온도를 동적으로 재조정함으로써, 배터리가 지나치게 저온 상태로 떨어지는 것을 방지할 수 있다.

【0132】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 외부 환경 온도가 기준 값보다 낮은 경우(즉, $T_{env} < T_{env,base}$), $\alpha_3(T_{env} - T_{env,base})$ 을 통해 하한 값을 상향 조정하여 저온으로 인한 배터리 내부 저항 증가나 셀 손상을 예방할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 속도가 기준 값보다 높아지면(냉각 효과가 커질 수 있음을 고려), $\alpha_1(v - v_{base})$ 만큼 하한 값을 상향해, 배터리가 너무 빨리 식지 않도록 하도록 제어할 수 있다.

【0133】 한편, 컴퓨팅 장치(100)는 속도, 고도 및 외부 환경 온도 각각에 대응하는 계수를 결정할 수 있다.

【0134】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 시뮬레이션 결과, 실험 데이터 또는 회귀분석과 같은 통계적 기법을 활용하여 각 계수를 추정할 수 있다.

【0135】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 과거에 수집된 다양한 비행 조건(예: 다양한 속도, 고도, 외부 온도 조합)에서 실제로 관측된 최적 온도 범위 데이터를 수집하고, 그 데이터를 바탕으로 선형 회귀 또는 최적화 알고리즘을 수행함으로써 α_1 , α_2 및 α_3 각각을 산출할 수 있다.

【0136】 추가적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 현재 수집된 비행 조건을 기초로 α_1 , α_2 및 α_3 각각을 산출할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 기 설정된 시간(예: 직전 5분) 동안 측정된 속도, 고도, 외부 온도 변동량과 그에 따른 배터리 온도 최대치(혹은 안전 온도 상한) 변동량을 분석함으로써, 각 계수를 산출하거나 보정할 수 있다.

【0137】 예를 들어, 수학식 1에 적용되는 α_1 , α_2 및 α_3 각각은 이하의 수학식 3으로 산출될 수 있다.

【0138】 【수학식 3】

$$\alpha_1 \approx \frac{\Delta \text{alt}}{\Delta T_{\text{max}}}, \alpha_2 \approx \frac{\Delta v}{\Delta T_{\text{max}}}, \alpha_3 \approx \frac{\Delta T_{\text{env}}}{\Delta T_{\text{max}}}$$

【0139】 여기서, 상기 Δalt 는 기 설정된 시간 동안 고도가 기준값 대비 얼마나 변동했는지(예: 고도 상승 or 하강량), 상기 Δv 는 기 설정된 시간 동안 속도가 기준값 대비 얼마나 달라졌는지, 상기 ΔT_{env} 는 외부 환경 온도가 기준 값 대비 얼마나 상승 또는 하락했는지 의미하고, 상기 ΔT_{max} 는 배터리 온도의 상한(또는 실제 측정된 최대 온도)이 기준 대비 얼마나 변동했는지를 의미한다.

【0140】 즉, 컴퓨팅 장치(100)는 주어진 짧은 구간(예: 직전 5분)에서 확인된 고도, 속도, 외부 온도와 배터리 온도 최대치 간 상관관계를 간략한 비례식으로 추정하여, α_1 , α_2 및 α_3 각각을 동적으로 계산하거나 미세 조정할 수 있다.

【0141】 이를 통해, 컴퓨팅 장치(100)는 즉각적인 환경 변화(고속 상승, 급격한 온도 변화 등)에 대응하여 온도 정상 영역을 세분화하고, 배터리가 과열되거나 과냉되는 상황을 보다 민감하게 제어할 수 있다.

【0142】 한편, 컴퓨팅 장치(100)는 조정 정상 영역을 결정한 이후, 조정 정상 영역과 모니터링 데이터에 포함된 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나를 비교하여 고출력 배터리 패키지(210)의 이상 여부를 탐지할 수 있다(S222).

【0143】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 조정된 정상 영역을 새로운 판단 기준으로 모니터링 데이터를 재검토함으로써, 단순히 초기 기준값 대비 벗어났는지 여부가 아니라 현재 비행 조건을 반영한 더욱 정교한 기준을 통해 이상 상태를 진단할 수 있다.

【0144】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 고속 비행 상황에서 전류가 약간 높게 측정되더라도 이를 허용 범위 내로 인정하여 이상으로 판단하지 않고, 저속 비행 중 온도 상승이 예상보다 크다면 이를 조정된 정상 영역을 기준으로 이상 상태로 판단하여 신속한 대응을 가능하게 할 수 있다. 이러한 방식으로 컴퓨팅 장치(100)는 환경 변화에 따른 불필요한 이상 감지를 줄이고, 실제 위험 상황에 더욱 민감하게 대응할 수 있으며, 이를 통해 eVTOL(200)의 안전한 비행과 고출력 배터리 패키지(210)의 최적 상태를 유지시킬 수 있다.

【0145】 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(100)는 고출력 배터리 패키지(210)의 이상이 탐지된 경우 고출력 배터리 패키지(210)로 제어 명령을 전송하여, 고출력 배터리 패키지(210)의 동작 상태를 제어할 수 있다(S300).

【0146】 도 7을 참조하면, 컴퓨팅 장치(100)는 이상 탐지를 유발한 특정 배터리 팩을 인식할 수 있다(S301).

【0147】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 배터리 관리 시스템을 통해 수집한 이전 상태 로그 및 현재 실시간 센서 데이터를 참조하여, 정상 범위를 벗어난 전압이나 온도를 보여주는 특정 배터리 팩을 식별할 수 있다. 이 과정에서 컴퓨팅 장치(100)는 메모리에 저장된 각 배터리 팩별 식별정보, 해당 배터리 팩의 전압, 전류, 온도 이력, 최근 충방전 패턴, 내부 저항 특성 등의 상태 정보를 종합적으로 활용할 수 있다.

【0148】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 특정 배터리 팩에서 연속적으로 비정상적인 전압 강하나 온도 급상승이 발생하고 있음을 감지한 경우, 해당 배터리 팩이 이상 상태를 유발한 주된 원인으로 판단할 수 있다. 즉, 컴퓨팅 장치(100)는 단순히 단일 측정값에 의존하지 않고, 다수의 센서 데이터 포인트와 사전 정의된 결함 패턴(예: 전압 불균형이나 셀 내부 단락으로 인한 특정 파형 변화)을 비교함으로써 특정 배터리 팩 인식에 대한 신뢰도를 높일 수 있다.

【0149】 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 특정 배터리 팩을 우회하도록 전력 경로를 재구성하여 대체 전력 경로를 생성할 수 있다(S302).

【0150】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 고출력 배터리 패키지(210)의 현재 전력 경로 상에서 특정 배터리 팩과 직접 연결된 특정 스위치를 인식할 수 있다. 그리고, 컴퓨팅 장치(100)는 특정 스위치를 개방(Open)하여 특정 배터리 팩을 현재 전력 경로에서 분리한 상태에서, 나머지 배터리 팩을 연결하기 위한 대체 전력 경로를 생성할 수 있다.

【0151】 보다 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 사전에 정의된 회로 토폴로지 정보를 기반으로 현재 운용 중인 eVTOL(200)의 전력 수요 상태(예: 추진 모터가 요구하는 전력량, 통신 장치 및 제어 장치가 필요한 안정 전력량) 및 배터리 팩들의 잔여 충전 상태(SOC: State of Charge)를 고려하여, 전압과 전류를 안정적으로 공급할 수 있는 최적의 우회 경로를 계산할 수 있다.

【0152】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 특정 배터리 팩의 분리에 따른 전압 강하나 전류 공급 능력 저하를 다른 배터리 팩을 통해 보완하기 위해, 스위치 매트릭스 상에서 복수의 경로 중 전력 손실이 최소화되고, SOC 열화도가 상대적으로 낮은 배터리 팩을 우선적으로 연결하는 경로를 선택할 수 있다. 이를 통해, 컴퓨팅 장치(100)는 배터리 시스템 전체의 균형 잡힌 에너지 공급을 유지하고, 특정 팩의 이상으로 인한 전체 비행 안정성 저하를 방지할 수 있다.

【0153】 그리고, 컴퓨팅 장치(100)는 대체 전력 경로와 관련된 스위치 제어 명령을 고출력 배터리 패키지(210)로 전송할 수 있다(S303). 여기서, 스위치 제어 명령은 특정 스위치를 개방하고, 대체 전력 경로에 대응하는 스위치들을 폐쇄(Close)하도록 지시하는 명령을 포함할 수 있다.

【0154】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 전력 경로 재구성 결과를 기반으로, 각 스위치의 개방 또는 폐쇄 동작 시 전류 흐름 변화, 전압 안정화 시간, 그리고 이를 통해 얻을 수 있는 냉각 및 수명 관리 효과를 종합적으로 고려할 수 있다.

【0155】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 특정 스위치를 개방한 직후 인접한 다른 스위치를 단계적으로 폐쇄하여, 과도한 전류 변동이나 전압 스파이크를 예방하며, 전력 경로 전환 과정에서 발생할 수 있는 발열이나 진동을 최소화할 수 있다. 이러한 스위치 제어 명령은 실시간으로 실행될 수 있으며, 컴퓨팅 장치(100)는 명령 실행 후에도 지속적으로 전력 흐름 상태를 모니터링하여, 추가적인 이상 상태 또는 불균형 발생 시 즉각적인 재조정이 가능하도록 할 수 있다.

【0156】 따라서, 본 발명의 컴퓨팅 장치(100)는 특정 배터리 팩 이상 발생 시 유연한 전력 경로 재구성 및 안정화 명령 전송을 통해, eVTOL(200)의 비행 안정성과 고출력 배터리 패키지(210)의 수명 및 성능을 극대화할 수 있다.

【0157】 추가적인 실시예에서, 고출력 배터리 패키지(210)는 배터리 팩에서 발생하는 가스를 탐지하는 가스 센서를 포함할 수 있다.

【0158】 이 경우, 컴퓨팅 장치(100)는 가스 센서로부터 전달된 데이터를 모니터링하여 배터리 팩 내부에서 발생할 수 있는 열폭주(Thermal Runaway) 또는 셀 손상과 같은 이상 상황의 초기 징후를 탐지할 수 있다.

【0159】 구체적으로, 가스 센서는 리튬이온 배터리 셀에서 과도한 열, 과충전, 과방전, 내부 단락 등이 발생할 때 방출되는 특정 화학 물질(예: CO₂, CO, H₂, CH₂ 등)을 감지할 수 있으며, 컴퓨팅 장치(100)는 이러한 가스 데이터와 사전에 정의된 정상 동작 기준을 비교하여 이상 상태를 판별할 수 있다.

【0160】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 가스 농도가 정상 허용 범위를 초과하거나 특정 가스(예: 일산화탄소)가 비정상적으로 높은 농도로 검출되는 경우, 이를 배터리 셀의 손상 가능성이 높아진 신호로 판단할 수 있다. 일례로, 컴퓨팅 장치(100)는 특정 가스 농도가 시간에 따라 급격히 증가하거나, 배터리 팩 내 특정 구역에서 국소적으로 가스 농도가 높게 측정된다면, 해당 배터리 팩에서 열폭주가 발생할 초기 단계로 간주하여 즉각적인 대응 명령을 생성할 수 있다.

【0161】 한편, 컴퓨팅 장치(100)는 가스 탐지에 따른 이상 상태를 감지한 경우, 가스를 발생시킨 배터리 팩을 신속히 분리하기 위해 전력 경로를 재구성하고, 추가적인 가스 방출 가능성을 줄이기 위해 냉각 팬의 속도를 증가시키거나, 배터리 팩 주변의 공기 순환 경로를 조정하는 명령을 전송할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 가스 농도가 위험 수준에 도달한 경우, eVTOL(200)의 비행 상태를 안전하게 중단하거나, 특정 구역에서 배터리 화재를 방지하기 위한 방화 장치(예: 자동 소화 시스템)를 활성화하는 명령을 전송할 수 있다.

【0163】 본 발명의 다양한 실시예에 따르면, 컴퓨팅 장치(100)는 특정 이상 상황(예: 고출력 배터리 패키지의 고온만 검출되는 상황)에 따라 다양한 관리 방법을 적용할 수 있다.

【0164】 도 8을 참조하면, 컴퓨팅 장치(100)는 모니터링 데이터를 기 설정된 정상 동작 조건과 비교하여 고출력 배터리 패키지(210)의 이상 여부를 탐지하는 단계(S200)에서, 고출력 배터리 패키지(210)의 온도 이상만 탐지된 경우, 고출력 배터리 패키지(210) 주변 공기를 유입 및 순환시키기 위한 방열 제어 명령을 생성할 수 있다(S400).

【0165】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 배터리 팩 내 온도 센서로부터 전달되는 실시간 열 분포 정보와 비행 외기 온도, 고도, 속도 데이터를 종합 분석하여, 냉각 팬 구동 속도나 공기 유입구 개방 각도 등을 동적으로 조정할 수 있다.

【0166】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 외부 공기 온도가 낮고 eVTOL(200)의 전진 속도가 빠른 상황에서, 냉각 팬의 회전 속도를 높이거나 공기 덕트의 개도를 확대하여 차가운 공기를 더 효율적으로 흡입하고, 내부 고온 공기를 신속히 외부로 배출하는 방열 제어 명령을 생성할 수 있다.

【0167】 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 방열 제어 명령을 eVTOL(200) 및 고출력 배터리 패키지(210)로 전송할 수 있다(S500).

【0168】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 네트워크 인터페이스를 통해 해당 명령 신호를 전달하고, eVTOL(200) 내에 장착된 냉각 팬, 공기 순환기, 열교환기 등과 연동하여 실제 냉각 작동을 개시할 수 있다.

【0169】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 냉각 팬 모터 제어 회로에 신호를 보내 팬 속도를 점진적으로 증가시키거나, 공기 유입구를 제어하는 솔레노이드 밸브를 제어하여 내부 온도를 빠르게 정상 범위로 복귀시킬 수 있다. 이러한 동적 방열 제어를 통해, 컴퓨팅 장치(100)는 과열로 인한 배터리 성능 저하나 안전사고를 예방하고, 지속적으로 안정적인 전력 공급 환경을 유지할 수 있다.

【0170】 따라서, 본 발명의 컴퓨팅 장치(100)는 전압 및 온도 등 다양한 이상 상황에 능동적으로 대응할 수 있으며, 필요 시 전력 경로를 재구성하거나 냉각 전략을 적용함으로써 고출력 배터리 패키지(210)의 신뢰성과 장기적인 안정성을 보장할 수 있다. 이러한 제어 방식을 통해 컴퓨팅 장치(100)는 특정 배터리 팩의 이상뿐만 아니라, SOC 열화로 인한 출력 성능 저하나 셀 불균형 증가 등 장기적 문제

에도 대처할 수 있다.

【0172】 본 발명의 추가적인 실시예에 따르면, 컴퓨팅 장치(100)는 SOC 열화나 셀 간 불균형 증가와 같은 장기적 운용 조건 변화에 따라 배터리 관리를 수행할 수 있다.

【0173】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 기 설정된 기간 동안 축적된 SOC 변동 이력, 셀 내부 저항 변화 추이, 온도 사이클 히스토리 등을 분석하여, 특정 운용 환경에서 배터리 수명을 극대화하기 위한 충방전 프로파일을 동적으로 생성할 수 있다.

【0174】 보다 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 비행 임무 프로파일(예: 장거리 이동, 고속 비행, 빈번한 이착륙)에 따라 전류 최대 허용치나 온도 임계값을 점진적으로 조정함으로써 셀 열화 속도를 늦추고 불균형을 최소화할 수 있다.

【0175】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 SOC 열화가 진행된 셀을 우회하는 대체 전력 경로를 주기적으로 재설정하거나, 셀간 밸런싱 알고리즘을 통해 전체 팩의 성능을 균질하게 유지할 수 있다.

【0176】 자세히 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 특정 고도나 외부 온도 조건 하에서 셀 간 전압 평준화를 위한 저전류 충전 사이클을 삽입하거나, 냉각을 통해 셀 간 온도 편차를 줄이는 등의 제어를 수행할 수 있다.

【0177】 따라서, 컴퓨팅 장치(100)는 단기적인 이상 대응뿐만 아니라 장기적 수명 관리까지 포괄하는 통합적 배터리 관리 방법을 제공함으로써, eVTOL(200)의 안정적 비행, 유지보수 비용 절감, 성능 및 신뢰성 향상을 실현할 수 있다.

【0179】 본 발명의 추가적인 실시예에 따르면, 컴퓨팅 장치(100)는 eVTOL(200)에 장착된 고출력 배터리 패키지(210)의 상태를 관리함에 있어, 외부 예측 분석 서버(예: 외부 서버(300)) 및 다수의 원격 센서 네트워크와 연계하여, 비행 경로 및 향후 환경 변동을 사전에 고려한 동적 배터리 관리 전략을 적용할 수 있다. 즉, 컴퓨팅 장치(100)는 비행 계획 및 외부 환경 인자를 실시간으로 수용하고 사전 예측 분석 결과를 참조하여 배터리 운용 조건을 능동적으로 조정함으로써, 배터리 성능과 eVTOL의 비행 효율을 모두 극대화할 수 있다.

【0180】 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 비행 전 및 비행 중에, 외부 예측 분석 서버로부터 수신한 기상 정보, 공역 교통 상황, 지형 특성, 운항 스케줄 및 운항 정책 등에 관한 데이터를 종합적으로 고려할 수 있다. 컴퓨팅 장치(100)는 이러한 데이터를 활용하여 특정 비행 구간에서 발생할 수 있는 기압 변화, 온도 상승 또는 감소, 강수량, 돌풍 가능성 등을 예측하고, 이를 기반으로 배터리의 전압, 전류, 온도 허용 범위를 사전에 미세 조정함으로써 이상 판단 기준을 동적으로 변화시킬 수 있다.

【0181】 보다 구체적으로, 컴퓨팅 장치(100)는 외부 예측 분석 서버가 제공하는 차세대 항공기상 모델이나 인공지능 기반 기상 예측 엔진에서 산출한 비행 경로 별 환경 변화를 수신한 후, 현재 eVTOL(200)의 비행 속도, 고도, 잔여 SOC(State of Charge), 열화 정도(Degradation Level) 등을 종합하여 배터리 관리 알고리즘을 업데이트할 수 있다.

【0182】 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 특정 경로 구간에서 고도가 크게 상승하고 외부 온도가 낮아질 것으로 예측한 경우, 비행 전 해당 구간을 통과하기 전의 충전 패턴을 재조정하여 셀 내부 저항 증가 가능성에 대비하고, SOC를 안정적으로 유지할 수 있는 배터리 팩 구성을 사전에 결정할 수 있다. 이를 통해 eVTOL(200)는 해당 구간에서 전압 강하나 이상 발열 없이 안정적인 전력 공급을 유지하게 된다.

【0183】 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 비행 중 특정 고도나 외기 온도를 기준으로 전압 정상 영역 및 온도 정상 영역 상한 및 하한값을 조정하며, 동시에 SOC 열화도가 심한 셀은 우회하는 전력 경로를 사전에 확보하여, 실제 이상 상황이 발생하기 이전에 전력 흐름을 안정화할 수 있다. 이와 같은 예방적 대응을 통해 컴퓨팅 장치(100)는 운용 안정성과 배터리 수명을 동시에 확보할 수 있다.

【0184】 자세히 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 외부 서버(300)로부터 다음 비행 구간 내 기온이 점진적으로 상승하리라는 예보를 수신하면, 이에 맞춰 온도 정상 영역의 허용폭을 사전에 축소하여 민감도를 높이고, 만약 실제로 온도 상승이 관측되면 즉각적인 방열 제어 명령 또는 우회 경로 재구성 명령을 시행할 준비를

할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 SOC 열화가 특정 임계치를 넘는 셀이 여러 개 존재하는 경우, 외부 서버(300)에서 제공하는 최적 경로 추천 알고리즘(예: 저고도 유지나 일정 속도 범위 준수)을 수용하여, 배터리 스트레스를 최소화하는 비행 조건을 유지함으로써 셀 수명을 연장하고, 향후 유지보수 비용을 절감할 수 있다.

【0185】 따라서, 컴퓨팅 장치(100)는 외부 예측 분석 서버 및 원격 센서 네트워크와의 연계를 통해, 사후적 이상 대응을 넘어 환경 변화와 비행 경로 예측, SOC 열화 상태 등을 종합적으로 반영하는 선제적이고 최적화된 배터리 관리를 수행할 수 있다.

【0186】 이상, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며, 제한적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

【청구범위】

【청구항 1】

적어도 하나의 프로세서를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행되는 방법에 있어서,

eVTOL(electric vertical take-off and landing)에 장착된 고출력 배터리 패키지로부터 모니터링 데이터를 획득하는 단계;

상기 모니터링 데이터를 기 설정된 정상 동작 조건과 비교하여 상기 고출력 배터리 패키지의 이상 여부를 탐지하는 단계; 및

상기 고출력 배터리 패키지의 이상이 탐지된 경우 상기 고출력 배터리 패키지로 제어 명령을 전송하여, 상기 고출력 배터리 패키지의 동작 상태를 제어하는 단계;

를 포함하는,

eVTOL용 고출력 배터리 패키지 관리 방법.

【청구항 2】

제1 항에 있어서,

상기 모니터링 데이터를 기 설정된 정상 동작 조건과 비교하여 상기 고출력 배터리 패키지의 이상 여부를 탐지하는 단계는,

상기 모니터링 데이터에 포함된 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나와 상기

모니터링 데이터 항목 각각에 대응하여 상기 정상 동작 조건으로 설정된 정상 영역을 비교하는 단계; 및

상기 정상 영역을 이탈하는 특정 모니터링 데이터 항목이 인식된 경우, 상기 고출력 배터리 패키지에 이상이 발생한 것으로 탐지하는 단계;

를 포함하는,

eVTOL용 고출력 배터리 패키지 관리 방법.

【청구항 3】

제1 항에 있어서,

상기 방법은,

상기 eVTOL로부터 비행 데이터를 획득하는 단계;

를 더 포함하고,

상기 비행 데이터는,

비행 속도, 고도 및 외부 환경 온도 중 적어도 하나를 포함하는,

eVTOL용 고출력 배터리 패키지 관리 방법.

【요약서】**【요약】**

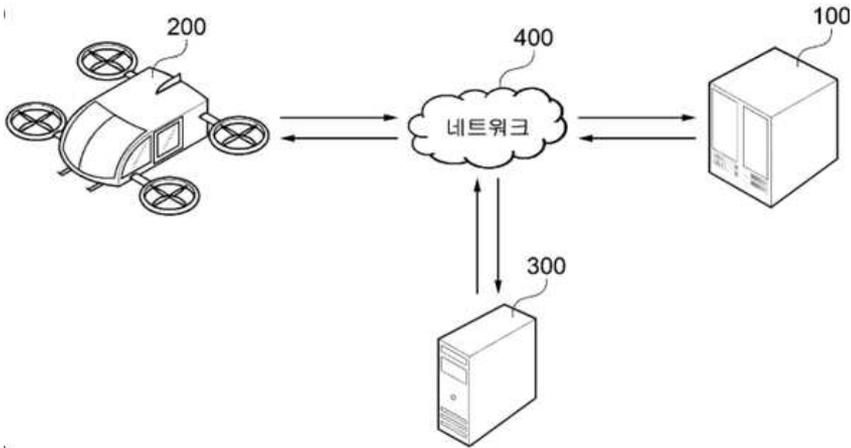
본 발명의 다양한 실시예에 따른 eVTOL용 고출력 배터리 패키지 관리 방법이 개시된다. 상기 방법은: eVTOL(electric vertical take-off and landing)에 장착된 고출력 배터리 패키지로부터 모니터링 데이터를 획득하는 단계; 상기 모니터링 데이터를 기 설정된 정상 동작 조건과 비교하여 상기 고출력 배터리 패키지의 이상 여부를 탐지하는 단계; 및 상기 고출력 배터리 패키지의 이상이 탐지된 경우 상기 고출력 배터리 패키지로 제어 명령을 전송하여, 상기 고출력 배터리 패키지의 동작 상태를 제어하는 단계;를 포함할 수 있다.

【대표도】

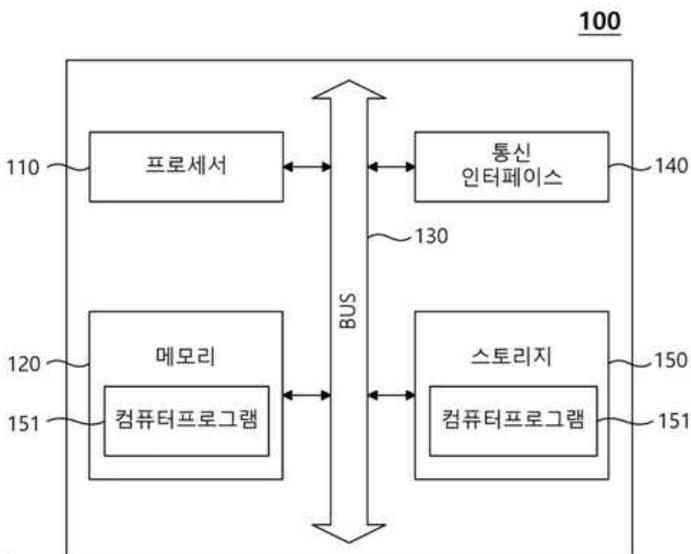
도 1

【도면】

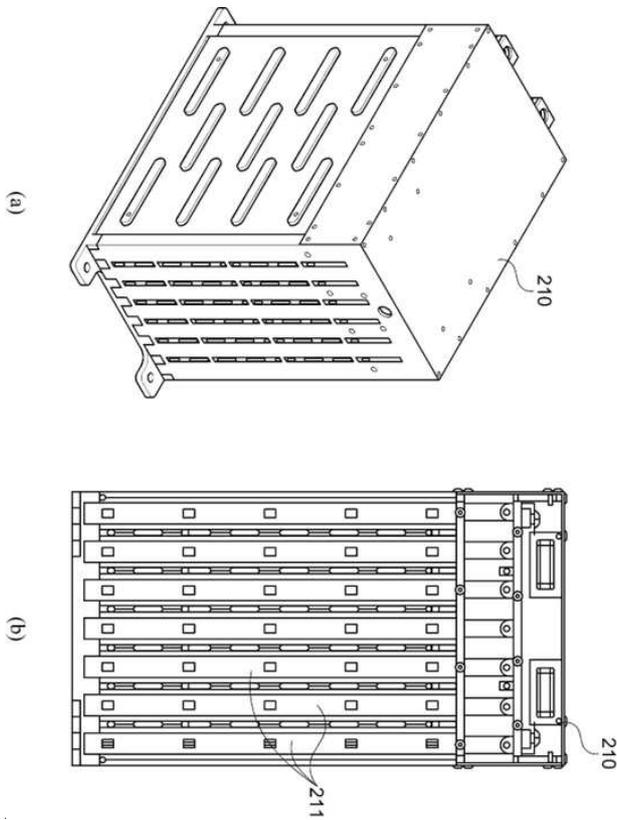
【도 1】



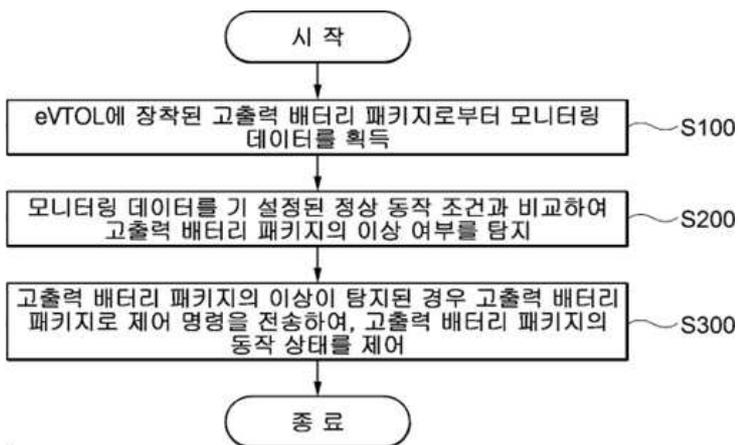
【도 2】



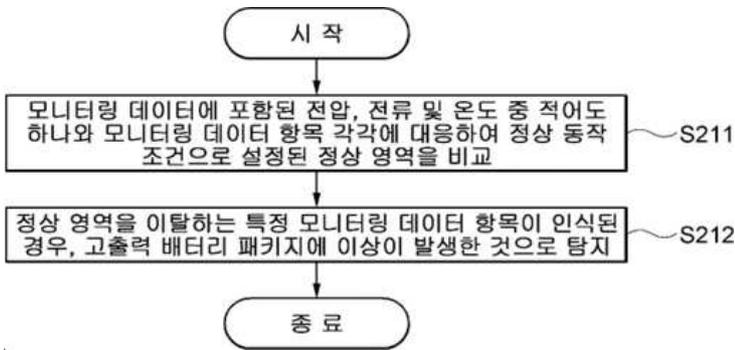
【도 3】



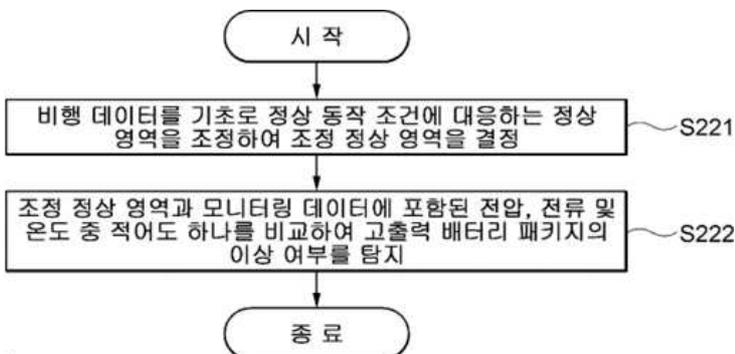
【도 4】



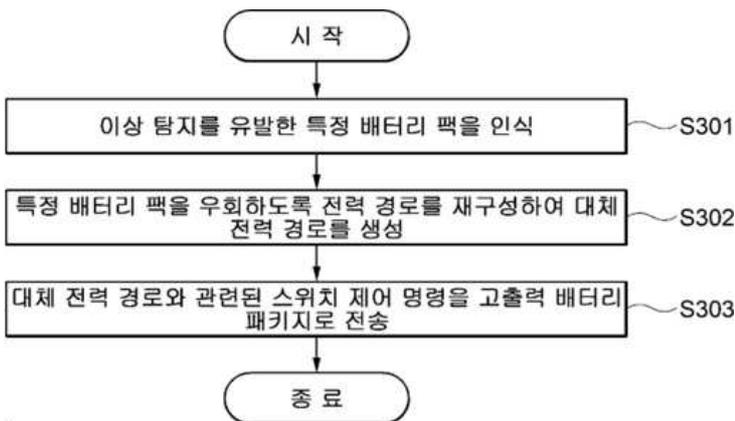
【도 5】



【도 6】



【도 7】



【도 8】

