

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101516695 B

(45) 授权公告日 2012. 09. 05

(21) 申请号 200780035814. 7

(22) 申请日 2007. 08. 24

(30) 优先权数据

11/535, 449 2006. 09. 26 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 03. 26

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/018829 2007. 08. 24

(87) PCT申请的公布数据

W02008/105821 EN 2008. 09. 04

(73) 专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 T·托德·格里菲思

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.

B60T 8/17(2006. 01)

B60T 8/88(2006. 01)

(56) 对比文件

EP 1637422 A1, 2006. 03. 22, 全文.

US 6513885 B1, 2003. 02. 04, 全文.

US 2001/0045771 A1, 2001. 11. 29, 说明书第 42, 47, 57-58. 66-68 段及图 1-4.

审查员 赖俊科

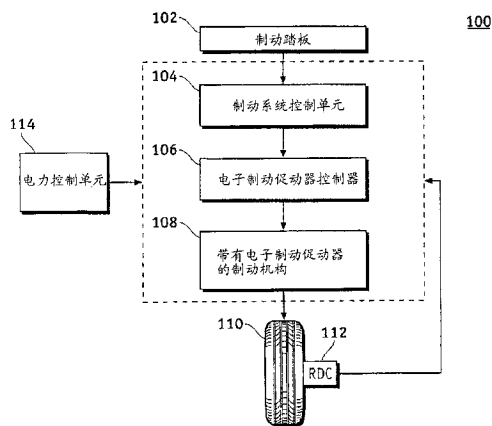
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 3 页

(54) 发明名称

飞行器电子制动系统的电力中断管理系统

(57) 摘要

公开了一种在电力中断情况下以无缝方式电子促动制动机构 (108) 的飞行器电子制动系统 (100)。操作在自动制动模式下的时候, 响应电力中断情况, 电子制动系统 (100) 保存由自动制动功能产生的上一次的制动促动指令。在重建正常操作电力之后, 由电子制动系统 (100) 读取并处理上一次制动促动指令。操作在踏板制动模式下的时候, 响应电力中断情况, 电子制动系统 (100) 抛弃由制动踏板相互作用而产生的上一次制动促动指令。在重建正常操作电力之后, 制动踏板被刷新以产生新的踏板制动指令。这种程序减少了电子制动系统 (100) 出现电力中断之后发生的晃动和不希望的制动促动等级。



1. 一种操作飞行器电子制动系统 (100) 的方法 (300、400), 该方法包括:  
监控所述电子制动系统 (100) 的电力状态信号 (304、404);  
根据电力状态信号检测电力中断情况发生 (306、406); 和  
控制所述电子制动系统 (100), 从而根据电力中断情况终止而无缝应用制动 (318、420);  
其中所述控制包括在自动制动模式下操作所述电子制动系统 (100); 和  
响应检测电力中断情况的发生 (306), 存储上一次自动制动指令作为已保存的自动制动指令 (310)。
2. 如权利要求 1 所述的方法 (300、400), 其特征在于,  
所述电子制动系统 (100) 包括制动系统控制单元 (104); 和  
监控电力状态信号 (304、404) 包括监控所述制动系统控制单元的输入功率信号 (104)。
3. 如权利要求 1 所述的方法 (300、400), 其特征在于,  
所述电子制动系统 (100) 包括电子制动促动器控制器 (106); 和  
监控电力状态信号 (304、404) 包括监控所述电子制动促动器控制器 (106) 的输入功率信号。
4. 如权利要求 1 所述的方法 (300、400), 进一步包括: 处理 (316) 所述已保存的自动制动指令; 控制带有所述已保存的自动制动指令的所述电子制动系统 (100) 内的制动机构 (108) 的电子促动操作。
5. 如权利要求 4 所述的方法 (300、400), 进一步包括:  
产生 (320) 更新后的自动制动指令; 和  
在处理 (316) 所述已保存的自动制动指令之后, 以所述更新后的自动制动指令替换 (322) 所述已保存的自动制动指令。
6. 如权利要求 1 所述的方法 (300、400), 其特征在于, 检测 (306、406) 电力中断情况的发生包括:  
将所述电力状态信号与阈值电压比较; 和  
如果所述电力状态信号小于该阈值电压, 则表示发生了电力中断情况。
7. 一种操作飞行器电子制动系统的方法, 该方法包括:  
在自动模式下操作电子制动系统 (300);  
响应电子制动系统中电力中断情况的发生 (306), 存储上一次自动制动指令作为已保存的自动制动指令 (310), 其中自动制动指令控制所述电子制动系统中制动机构的电子促动操作; 和  
电力中断情况终止后, 处理所述已保存的自动制动指令 (312、314)。
8. 如权利要求 7 所述的方法, 进一步包括:  
监控所述电子制动系统的电力状态信号 (304);  
根据电力状态信号检测电力中断情况发生 (306)。
9. 如权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 检测 (306、406) 电力中断情况的发生包括:  
将所述电力状态信号与阈值电压比较; 和  
如果所述电力状态信号小于该阈值电压, 则表示发生了电力中断情况。

10. 如权利要求 7 所述的方法,进一步包括:  
产生更新后的自动制动指令;和  
在处理所述已保存的自动制动指令之后,以所述更新后的自动制动指令替换(320、322)所述已保存的自动制动指令。
11. 一种飞行器电子制动系统,包括:  
制动机构;  
耦接到该制动机构的电子制动促动器(108);和  
耦接到该电子制动促动器的制动控制架构,所述制动控制架构包括处理逻辑(202),其配置成:  
控制电子制动促动器的促动操作,  
监控电子制动系统的电力状态信号,  
根据电力状态信号检测电力中断情况的发生,并且  
控制电子制动促动器,从而在电力中断情况终止之后,无缝地促动制动机构;  
其中所述制动控制架构的处理逻辑配置成在自动制动模式下操作所述电子制动系统;  
并且  
所述电子制动系统进一步包括存储元件(310),其被配置成响应电力中断情况的发生而存储上一次自动制动指令作为已保存的自动制动指令。
12. 如权利要求 11 所述的电子制动系统,其特征在于,  
所述制动控制架构包括制动系统控制单元(104);和  
所述电力状态信号表示所述制动系统控制单元的输入功率信号。
13. 如权利要求 11 所述的电子制动系统,其特征在于,  
所述制动控制架构包括电子制动促动器控制器(106);和  
所述电力状态信号表示所述电子制动促动器控制器(106)的输入功率信号。
14. 如权利要求 11 所述的电子制动系统,其特征在于,  
所述制动控制架构的处理逻辑配置成响应电力中断情况的终止而读取所述已保存的自动制动指令(314);和  
所述已保存的自动制动指令控制所述电子制动促动器的操作。

## 飞行器电子制动系统的电力中断管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明的实施方式一般涉及飞行器的电子制动系统。更特别地,本发明涉及平滑处理电子制动系统中电力中断情况的制动控制机制。

### 背景技术

[0002] 在正常操作情况下,飞行器电子制动系统依赖持续的电力供应件(或多种供应件),该电力供应件为处理部件、电子制动促动器和电子制动系统的其他元件提供操作电力。电力供应件(可以包括由飞行器引擎和/或多个引擎驱动的活动电源和/或备用电力供应件诸如电池)不是必然为电子制动系统所专用,因此电子制动系统的供应电压可能在系统容差范围内响应飞行器当前电力需求而出现波动。在特定的操作情况下,电子制动系统可能经历非常短暂的电力中断,在此期间电子制动系统的供应电压下降到特定阈值以下。

[0003] 即使飞行器通常在非常短的时间内就会从电力中断中恢复,但是电子制动系统恢复标称操作电力仍可能导致非连续地控制电子制动促动器。这种非连续性可能导致飞行器晃动或者以乘客和机组人员可感知的非寻常方式施加制动。例如,在自动制动过程中经历的电力中断可能会骗过电子制动系统,导致控制架构将电力中断理解为减速操作失效,并使得控制架构试图以补偿方式增大电子制动促动器的加持力。但是,在恢复标称操作电力之后,电子制动促动器的当前状态可能导致“制动过度”情况,这种情况将使得减速超出乘客和机组人员的预期。另一方面,踏板制动过程经历的电力中断可能导致电子制动系统保存电子制动促动器控制信号中断之前的值。但是,在恢复标称操作电力之后,已保存的中断之前的值不能精确地反映飞行员输入的当前制动踏板偏转情况。对于飞行器的影响将取决于已保存的中断之前的电子制动促动器控制信号和当前的中断之后的值之间的差异(符号和幅值两者)。

### 发明内容

[0004] 文中所述的技术和多种技术控制了飞行器电子制动系统的操作,以降低电子制动系统电力中断导致的明显副作用。针对自动制动操作来说,一种实施方式保存电子制动促动器控制信号在中断之前的值并在恢复标称操作电力之后处理该已保存的值。针对踏板制动操作来说,一种实施方式抛弃电子制动促动器控制信号在中断之前的值并在恢复标称操作电力之后刷新该值。这些技术使得电子制动系统响应电力中断情况而无缝提供飞行器制动。

[0005] 以上和其他技术以及多种技术可以在一种实施方式借助操作飞行器电子制动系统的方法来实现。该方法涉及监控电子制动系统的电力状态信号;根据电力状态信号检测电力中断情况发生;和控制所述电子制动系统,从而根据电力中断情况终止而无缝应用制动。

[0006] 以上和其他技术和多种技术可以在一种实施方式中借助一种操作飞行器电子制

动系统的方法来实施。该方法涉及：在自动制动模式下操作电子制动系统；响应电子制动系统发生电力中断情况，存储上一次自动制动指令作为已保存的自动制动指令，其中所述自动制动指令控制电子制动系统中的制动机构的促动操作；和电力中断情况终止之后，处理该已保存的自动制动指令。

[0007] 以上和其他技术和多种技术可以在一种实施方式中借助一种飞行器电子制动系统来实施。该电子制动系统包括：制动机构；耦接到该制动机构的电子制动促动器；和耦接到该电子制动促动器的制动控制架构。制动控制架构包括处理逻辑，其配置成控制电子制动促动器的促动操作，监控电子制动系统的电力状态信号，根据电力状态信号检测电力中断情况的发生，并控制电子制动促动器，从而在电力中断情况终止之后，无缝地促动制动机构。

[0008] 提供该发明内容部分是用来以简化方式介绍选出的一些概念，这些概念在以下具体实施方式内有进一步的说明。该发明内容部分并不用来确定要求保护的的主题的关键特征或必要特征，也不用来协助确定要求保护的的主题的范围。

### 附图说明

[0009] 参照具体实施方式以及权利要求书，并结合附图进行考虑，将会更为完整地理解本发明，附图中相同的附图标记始终指代类似的元件。

[0010] 图 1 是适合用在飞行器中的电子制动系统一部分的简化示意图；

[0011] 图 2 是用在飞行器电子制动系统中的制动控制架构的示意图；

[0012] 图 3 是示出适合用在飞行器电子制动系统的自动制动过程的流程图；

[0013] 图 4 是示出适合用在飞行器电子制动系统的踏板制动过程的流程图。

### 具体实施方式

[0014] 以下说明本质上仅仅是说明性的，并不用来限制本发明的实施方式或应用场合以及这些实施方式的使用。此外，并不表示受前述技术领域、背景技术、发明内容以及以下详细说明中明示或暗含的理论的限制。

[0015] 文中针对功能和 / 或逻辑模块部件或各种处理步骤说明了本发明的实施方式。应该明白，这种模块部件可以由任意数目的配置成执行具体功能的硬件、软件和 / 或固件部件来实现。例如，本发明的实施方式可以采用各种集成电路部件，例如存储元件、数字信号处理元件、逻辑元件、参照表等等，它们可以在一个或多个微处理器或其他控制设备的控制下执行各种功能。此外，本领域技术人员应该理解，本发明的实施方式可以结合各种不同的飞行器制动系统和飞行器结构一起实施，并且文中所述的系统仅仅是本发明的一种实施例。

[0016] 为了简洁，与信号处理、飞行器制动系统、制动系统控制和该系统的其他功能方面（以及系统的个别操作部件）有关的传统技术和部件未在文中进行详细说明。此外，包含在各幅图中的示出连接线旨在表示各种元件之间的示例功能关系和 / 或物理耦接。应该注意，在本发明的实施方式中可以存在许多替代或额外的功能关系或物理连接。

[0017] 以下说明指代“连接”或“耦接”在一起的元件或节点或特征。如文中所用，除非以其他方式明示，“连接”表示一个元件 / 节点 / 特征直接接合另一个元件 / 节点 / 特征（或

与其直接通信),并不必然通过机械方式。同样,除非以其他方式明示,“耦接”表示一个元件/节点/特征直接或间接接合到另一个元件/接点/特征(或与其直接或间接通信),并不必然通过机械方式。因此,虽然图1和2的示意图描绘了元件的示例布置,但是额外的介入元件、设备、特征或部件也可以存在于本发明的实施方式中。

[0018] 图1是适合用在飞行器(未示出)中的电子制动系统100的示意图。电子制动系统100包括制动踏板102、耦接到制动踏板102的制动系统控制单元(BSCU)104、耦接到BSCU104的电子制动促动器控制器(EBAC)106和耦接到EBAC106的制动机构108。制动机构108对应于飞行器的至少一个轮110。电子制动系统100还可以包括耦接到轮110的轴装远程数据集中器(RDC)112。简单地说,BSCU104对制动踏板102的操作做出响应并产生控制信号,由EBAC106接收该控制信号。进而,EBAC106产生制动机构控制信号,由制动机构108接收。进而,制动机构108促动以减缓轮110转动。以下将详细说明这些特征和部件。

[0019] 电子制动系统100可以应用到飞行器上任何数目的电子制动结构,并且以简化方式示出了电子制动系统100,以便于描述。电子制动系统100的实施方式可以包括做子系统架构和右子系统架构,其中术语“左”和“右”分别表示飞行器的左舷及右舷。实际上,两个子系统架构可以通过下述方式独立控制。在这方面,所采用的电子制动系统100的实施方式可以包括左制动踏板、右制动踏板、左BSCU、右BSCU、耦接到左BSCU并受其控制的任意数目的左EBAC、耦接到右BSCU并受其控制的任意数目的右EBAC、每个轮(或每一组轮)的制动机构以及每个轮(或每一组轮)的RDC。在操作中,电子制动系统可以独立产生并为飞行器的每个轮或者同时向每一组轮施加制动促动器控制信号。

[0020] 制动踏板102配置成在踏板制动操作中向电子制动系统100提供飞行员输入。飞行员物理操作制动踏板102,导致制动踏板102偏转或移动(即,某种形式的物理输入)。由硬件伺服器或同等部件测量这种物理偏转偏离中性位置的距离,由变送器或同等部件转化成BSCU飞行员指令控制信号,并送往BSCU104。BSCU飞行员指令控制信号可以传输制动踏板传感器数据,该数据包括或表示制动踏板102的偏转位置、制动踏板102偏转速率、制动机构108的期望制动条件等等。

[0021] 电子制动系统100的实施方式可以采用任意数目的BSCU104。为了便于说明,该示例仅包括一个BSCU104。BSCU104是具有嵌入式软件的电子控制单元,该嵌入式软件数字式地计算代表制动指令的EBAC控制信号。电子/软件实施方式允许进一步根据需要为给定的飞行器调度优化或定制制动性能和感受。

[0022] BSCU104可以通过为实施文中所述功能而设计的通用处理器、内容定址存储器、数字信号处理器、专用集成电路、现场可编程门阵列、任何适当的可编程逻辑设备、离散门或晶体管逻辑、离散硬件部件或者这些部件的组合来实施或完成。处理器可以实施为微处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可以实施为计算设备的组合,例如数字信号处理器和微处理器的组合、多个微处理器的组合、一个或多个微处理器联合数字信号处理器核心,或者任意这种结构。在一种实施方式中,BSCU104利用计算机处理器(例如PowerPC 555)来实施,该处理器装载软件并为软件提供外部接口。

[0023] BSCU104监控各种飞行器输入,从而提供控制功能诸如但不限于:踏板制动;停泊制动;自动制动;和齿轮回收制动。此外,BSCU104混合防滑指令(该指令可以从BSCU104

内部或外部产生),从而提供改进的制动控制。BSCU104 从制动踏板 102 获得飞行员指令控制信号,连同来自 RDC112 的轮数据(例如,轮速、转动方向、胎压等)。BSCU 104 处理其输入信号并产生一个或多个 EBAC 控制信号并由 EBAC106 接收。实际上,BSCU104 将 EBAC 控制信号经由数字数据总线传输给 EBAC106。在一般架构(未示出)中,每个 BSCU 可以产生独立的输出信号,用于由其所控制的任意数目的 EBAC。

[0024] BSCU104 可以耦接到一个或多个关联 EBAC106。EBAC106 可以通过上述针对 BSCU104 所述的方式实施、完成或实现。在一种实施方式中,EBAC104 可以由计算机处理器(诸如 PowerPC 555)来实现,该处理器装载有软件,为软件提供外部接口,并包括适当的处理逻辑,该处理逻辑配置成实施文中所述的各种 EBAC 操作。EBAC106 从 BSCU104 获取 EBAC 控制信号,处理 EBAC 控制信号,并为制动机构 108 产生制动机构控制信号(制动促动器信号)。

[0025] 显然,BSCU104 和 EBAC106 的功能可以组合成单一基于处理器的特征件或部件。在这方面,BSCU104、EBAC106 或者它们的组合,可以被认为是电子制动系统 100 的制动控制架构。这种制动控制架构包括适当配置的、支持文中所述制动控制操作的处理逻辑、功能以及特征。

[0026] 轮 110 可以包括关联制动机构 108,该制动机构包括或耦接到至少一个电子制动促动器,该促动器配置成输入加持力以制动制动机构 108 的转子。EBAC106 控制制动机构 108,从而施加、释放、调节或以其他方式控制各电子制动促动器的促动操作。在这方面,EBAC106 根据 BSCU104 产生的各 EBAC 控制信号产生制动机构控制信号。制动机构控制信号进行格式化并布置,以适合飞行器所用的特定制动机构 108。实际上,制动机构控制信号可以调节,从而实施防滑操作或其他制动操作。本领域技术人员熟悉飞行器制动机构以及控制它们的一般方式,所以这些已知内容不再赘述。

[0027] 电子制动系统 100 可以包括一个或多个用于轮 110 的传感器或与其通信。所述传感器适当地配置,用来测量轮 110 的轮数据(轮速、轮旋转方向、胎压、轮/制动器温度等),所述轮数据可以被电子制动系统 100 采用。RDC112 一般配置成接收、测量、检测或以其他方式获取数据,用于处理和/或传输到电子制动系统 100 的另一部件。这里,RDC112 耦接(或以其他方式关联到)轮 110,并且 RDC112 配置成收集轮数据并向 BSCU104 传输。飞行器上的数字数据通信总线或多条总线可以配置成利用任何适当的数据通信协议以及任何适当的数据传输机制将来自 RDC112 的轮数据传输到 BSCU104。在替代实施方式中,RDC112 可以配置成将轮数据传输到 EBAC106。在另一种实施方式中,RDC112 可以配置成将轮数据(或其一部分)传递到 BSCU104 和 EBAC106 两者。

[0028] 电子制动系统 100 可以包括适当配置的电力控制单元或子系统 114 或与其协作。电力控制单元 114 可以耦接到 BSCU104、EBAC106、制动机构 108 和/或电子制动系统 100 的其他部件。电力控制单元 114 可以配置成根据需要调节、移除或以其他方式控制送往电子制动系统 100 一个或多个部件的电力,从而实现期望的操作电力模式。电力控制单元 114 还可以配置成监控飞行器电气系统和给电子制动系统 100 馈电的电力总线。例如,电力控制单元 114 可以耦接到飞行器活动电力供应件和/或备用电力供应件(例如,电池)。活动电力供应件可以包括耦接到引擎的发电机和适当配置的 AC 到 DC 转换器,诸如变压器整流器单元(TRU)。在本实施方式中,活动电力供应件提供飞行器引擎产生的电力,而备用电力

供应件在引擎不工作的时候向飞行器提供电力。电力控制单元 114 可以适当配置,根据需  
要从活动电力供应件和 / 或备用电力供应件向电子制动系统 100 提供操作电力,以支持电  
子制动系统 100 的功能。

[0029] 图 2 是适合用在飞行器电子制动系统中的制动控制架构 200 的示意图。电子制动  
系统 100 可以采用制动控制架构 200 的实施方式。例如,制动控制架构 200 可以实施或实现  
在 BSCU104 和 / 或 EBAC106 中。制动控制架构 200 可以包括但不限于:具有适当配置的处理  
逻辑的处理器 202、适当规模的存储器 204、制动机构控制信号发生器 206、自动制动控制  
逻辑 208、踏板制动控制逻辑 210 和电力中断检测逻辑 212。这些元件可以利用数据通信总  
线 214 或任何适当配置的互联架构或布置而耦接在一起。在这种实施方式中,制动控制架  
构 200 配置成通过无缝处理电力中断条件的方式控制电子制动系统,以下将有详细说明。

[0030] 处理器 202 可以通过上述针对 BSCU104 所述的方式实施、完成或实现。对应于处  
理器 202 的处理逻辑设计成执行与文中所述电子制动控制机制相关的各种操作和功能。此  
外,针对文中公开的实施方式所述的方法或算法(或其一部分)可以直接实施在硬件、固件  
或由处理器 202 执行的软件模块中,或者实施成它们的任何物理组和。软件模块可以存储  
在存储器 204 中,存储器可以实施为一个或多个物理部件,具有 RAM 存储器、闪存器、ROM 存  
储器、EPROM 存储器、EEPROM 存储器、寄存器、硬盘、移动磁盘、CD-ROM 或者本领域已知其  
他形式的存储介质。在这方面,存储器 204 可以耦接到处理器 202,以使处理器 202 可以读  
取来自存储器 204 的信息并向其写信息。或者,存储器 204 可以集成到处理器 202 中。作  
为示例,处理器 202 和存储器 204 可以设置在 ASIC 中。

[0031] 虽然在图 2 中示出了与处理器 202 分开,但是制动机构控制信号发生器 206、自动  
制动控制逻辑 208、踏板制动控制逻辑 210 和 / 或电力中断检测逻辑 212(或其一部分)可  
以实施在存储器 202 中。为了清晰和便于说明,这些功能元件示为不同的模块。

[0032] 存储器 204 可以配置成存储至少一条已保存的自动制动指令,用于电子制动系  
统。自动制动指令控制电子制动系统中的制动机构的电子促动操作。在本实施方式中,在  
电力中断情况之后仍可以读取并处理已保存的自动制动指令 216,从而在自动制动过程  
中提供飞行器制动无缝应用。在这方面,制动机构控制信号发生器 206 的操作可能受到已保  
存的自动制动指令 216 的影响。

[0033] 制动机构控制信号发生器 206 可以实施在处理器 202 的处理逻辑中,适当配置以  
产生控制信号,用于飞行器制动机构。参照图 1,制动机构控制信号发生器 206 可以实施在  
BSCU104 中,因此配置成产生或影响 EBAC 控制信号,和 / 或实施在 EBAC104 中并因此配置成  
产生或影响制动机构控制信号。

[0034] 自动制动控制逻辑 208 可以实施在处理器 202 的处理逻辑中,表示飞行器具备能  
在自动制动模式中操作电子制动系统的处理智能。飞行器自动制动可以在着陆操作中使用,  
从而改善电子制动系统的效率和性能。针对通常的自动制动操作,飞行员相应于期望的  
飞行器减速情况选择自动制动等级。在飞行器着陆后,自动制动功能监控飞行器的实际减  
速情况和速度,并以自动化的方式调节制动机构的促动操作,从而实现期望的减速特性。

[0035] 踏板制动控制逻辑 210 可以实施在处理器 202 的处理逻辑中,表示飞行器具备在  
踏板制动模式下操作电子制动系统的处理智能。这种踏板制动依赖于飞行员输入以及制动  
踏板的偏转(如上针对图 1 所述的那样)。



[0036] 电力中断检测逻辑 212 可以实施在处理器 202 的处理逻辑中,表示飞行器具备检测电力中断情况发生(或终止)的处理智能。在常用飞行器应用场合,这种电力中断非常短暂——可能仅持续 50-100 毫秒。对于本实施方式,电力中断检测逻辑 212 分析电子制动系统的电力状态信号,判断是否发生或将要发生电力中断。电力状态信号可以表示 BSCU 的输入功率或电压信号、EBAC 的输入功率或电压信号、和 / 或存在于电子制动系统或飞行器中的任何电压、电流或功率等级。电力中断检测逻辑 212 可以配置成将电力状态信号与阈值等级、电势或电压比较,如果电力状态信号落到阈值等级以下,则表示发生了电力中断情况。例如,如果电子制动系统的标称操作电压约为 28 伏,且正常操作电压范围是 18 到 32 伏,如果电压降到 18 伏以下,电力中断检测逻辑 212 可以指示电力中断情况。

[0037] 图 3 是适合与飞行器电子制动系统一起使用的自动制动过程 300 的流程图。过程 300 执行的各种任务可以由软件、硬件、固件或它们的任意组合来实施。为了说明的目的,过程 300 的以下说明可以参照上述图 1 和图 2 中提及的元件。在本发明的实施方式中,过程 300 的一部分可以由所述系统的不同元件来实施,例如 BSCU、EBAC、制动机构、或电子制动系统的处理元件。应该明白,过程 300 可以包括任意数目的额外或替代任务,图 3 所示的任务并不是必须以所示顺序实施,并且过程 300 可以包含在具备额外功能的更为全面的程序或过程中,文中未详细示出该程序。

[0038] 以上在自动制动控制逻辑 208 的情形下说明了一种常用自动制动程序。自动制动过程 300 优选在正常情况下以该方式发挥作用。在这方面,在飞行器以自动制动模式操作电子制动系统时,过程 300 可以通过实时(ongoing)方式产生、更新并处理自动制动指令(任务 302)。如上所述,自动制动指令控制电子制动系统中至少一个制动机构的电子促动操作,并且这种自动制动指令不需要依赖飞行员的任何实时输入。在以自动制动模式操作时,过程 300 可以监控电子制动系统的一个或多个电力状态信号(任务 304)。在任务 304 期间,可以持续监控电力状态信号或以适当频率进行采样。被监控的电力状态信号可以是但不限于: BSCU 的输入功率 / 电压、EBAC 的输入功率 / 电压、制动机构的输入功率 / 电压等等。过程 300 可以分析该电力状态的实时值,以检测电力中断情况的发生(查询任务 306)。

[0039] 针对查询任务 306,自动制动过程 300 可以将电力状态信号的当前值与阈值比较,诸如阈值电压。如果电力状态信号的当前值小于阈值,则过程 300 可以指示已经发生或即将发生电力中断情况。实际上,指示发生了电力中断情况可以简单地为内部产生的标志或符号,指示过程 300 如下所述那样开始执行任务 310。但是,如果过程 300 并未检测到电力中断情况(查询任务 306),则过程 300 可以检查自动制动是否完成(查询任务 308)。如果自动制动完成,则过程 300 结束。如果自动制动未完成,则过程 300 可以返回到任务 302,根据需要进行产生和更新自动制动指令。

[0040] 响应检测到电力中断情况,自动制动过程 300 在适当的存储器位置存储上一次的自动制动指令(任务 310)作为已保存的自动制动指令。上一次自动制动指令是在电力中断之前由电子制动系统产生的最近的自动制动指令。根据电子制动系统的具体实施方式以及所涉及的时序,上一次自动制动指令可以被制动机构执行过上或者尚未执行过。此外,过程 300 在电力中断期间可以暂停自动制动指令计算,以防止自动制动算法在无法施加制动机构时提升(ramp up)其制动施加指令(这种情况在电力中断情况下可能发生)。已保存的自动制动指令保留到过程 300 确定电力中断情况已经终止为止(查询任务 312)。换句话

说,过程 300 空闲,直到电子制动系统已经重新建立正常操作电力位置。

[0041] 当正常操作电力恢复时,自动制动过程 300 可以从存储器读取已保存的自动制动指令(任务 314)并以适当方式处理该已保存的自动制动指令(任务 316)。对于本实施方式,电子制动系统处理已保存的自动制动指令的方式是在结束电力中断情况时提供无缝施加制动。具体来说,电子制动系统利用已保存的自动制动指令控制电子制动促动器(任务 318)。实际上,使用已保存的自动制动指令确保了保存最近的制动促动状态。否则,在恢复正常操作电力时,电子制动系统可能将制动加持力不适当地增大或减小过多的量,从而导致飞行器晃动或抖动。

[0042] 一旦重建了正常操作电力,电子制动系统可以根据需要产生更新后的自动制动指令(任务 320)。在处理完已保存的自动制动指令之后,自动制动过程 300 可以以更新后的自动制动指令替换已保存的自动制动指令(任务 322)并以适当方式处理更新后的自动制动指令。换句话说,一旦电子制动系统已经读取并采用了已保存的自动制动指令,则可以恢复正常自动制动操作模式,正如任务 322 到任务 302 的箭头所示。

[0043] 图 4 是示出适合用在飞行器电子制动系统中的踏板制动过程 400 的流程图。可以由软件、硬件、固件或它们的任意组合来实施过程 400 的各种任务。为了说明,过程 400 的以下描述可以参照图 1 和图 2 中的提及的元件。在本发明的实施方式中,过程 400 的一部分可以由所述系统的不同元件实施,例如 BSCU、EBAC、制动机构、电子制动系统的处理元件。应该理解,过程 400 可以包括任意数目的其他或替代任务,图 4 中所示任务并不必须以所示顺序执行,并且过程 400 可以包含在具备额外功能的更为全面的程序或过程中,该程序未在文中详细说明。

[0044] 以上描述了常用踏板制动程序。在正常情况下,踏板制动过程 400 优选以该方式发挥作用。在这方面,在飞行器以踏板制动模式操作电子制动系统时,过程 400 可以通过实时方式产生、更新和处理踏板制动指令(任务 402)。如上所述,踏板制动指令控制电子制动系统中至少一个制动机构的电子促动操作,并且在飞行员按压飞行器制动踏板时产生这种踏板制动指令。以踏板制动模式操作时,过程 400 可以监控电子制动系统的一个或多个电力状态信号(任务 404)并以上述针对自动制动过程 300 所述的方式检测电力中断情况的发生(查询任务 406)。

[0045] 发生电力中断情况能导致制动过程 400 如下所述那样以任务 410 为起始而进行。但是,如果过程 400 未检测到电力中断情况(查询任务 406),则过程 400 可以检查制动操作是否完成(查询任务 408)。如果制动完成,则过程 400 结束。如果制动尚未完成,则过程 400 可以重新进入任务 402 以根据需要进行产生和更新踏板制动指令。

[0046] 响应检测到电力中断情况,踏板制动过程 400 清除或删除上一次(或当前)踏板制动指令(任务 410)。上一次踏板制动指令是在电力中断之前由电子制动系统产生的最近的指令。根据电子制动系统的具体实施方式以及所涉及的时序,上一次踏板制动指令可以被制动机构执行过,也可以未被执行过。上一次踏板制动指令被清除,以确保电子制动系统在恢复正常操作电力后不会以该指令进行自身刷新。过程 400 可以空闲,直到其判断出发生了电力中断情况终止为止(查询任务 412)。换句话说,过程 400 空闲,直到电子制动系统重建了正常操作电力为止。

[0047] 在恢复正常操作电力时,踏板制动过程 400 可以让电子制动系统在重新施加制动

前释放制动机构内的电子制动促动器（任务 414）。希望能释放促动器，从而为以后的激活和促动做准备。此外，释放促动器允许电子制动系统等待，直到其接收到下一个踏板制动指令（对于适应飞行员在电力中断期间完全释放制动踏板的情形来说，是希望的结果）为止。在释放促动器之后，过程 400 通过产生更新后的踏板制动指令来刷新踏板制动指令（任务 416），该刷新后的踏板制动指令表示电力中断情况终止时存在的制动踏板偏转量。过程 400 然后以适当方式处理该更新后的踏板制动指令（任务 418）。对于本实施方式，电子制动系统处理该更新后的踏板制动指令的方式是在电力中断情况终止后无缝地施加制动。具体来说，电子制动系统以更新后的踏板制动指令控制电子制动促动器（任务 420）。实际上，使用更新后的踏板制动指令确保了电子制动系统能抵消电力中断期间可能发生的飞行员与制动踏板的相互作用。这使得飞行员能施加大小符合期望的制动力。一旦重建了正常操作电力，则电子制动系统可以继续正常踏板制动模式，正如从任务 420 到任务 402 的箭头所示。

[0048] 虽然在前述详细描述中陈述了至少一个实施例，但是应该理解，存在大量的变型方案。还应该明白，文中所述的实施例或实施方式并非旨在以任何方式限制本发明的范围、适用性以及配置。相反，前述详细说明为本领域技术人员实施所述的实施例和实施方式提供了便利的路线图。应该理解，在元件的功能和布置方面可以进行各种变化，而不会脱离本发明的范围，本发明的范围由权利要求书限定，包括提交本专利申请时已知的技术等同方案和可预见的技术等同方案。

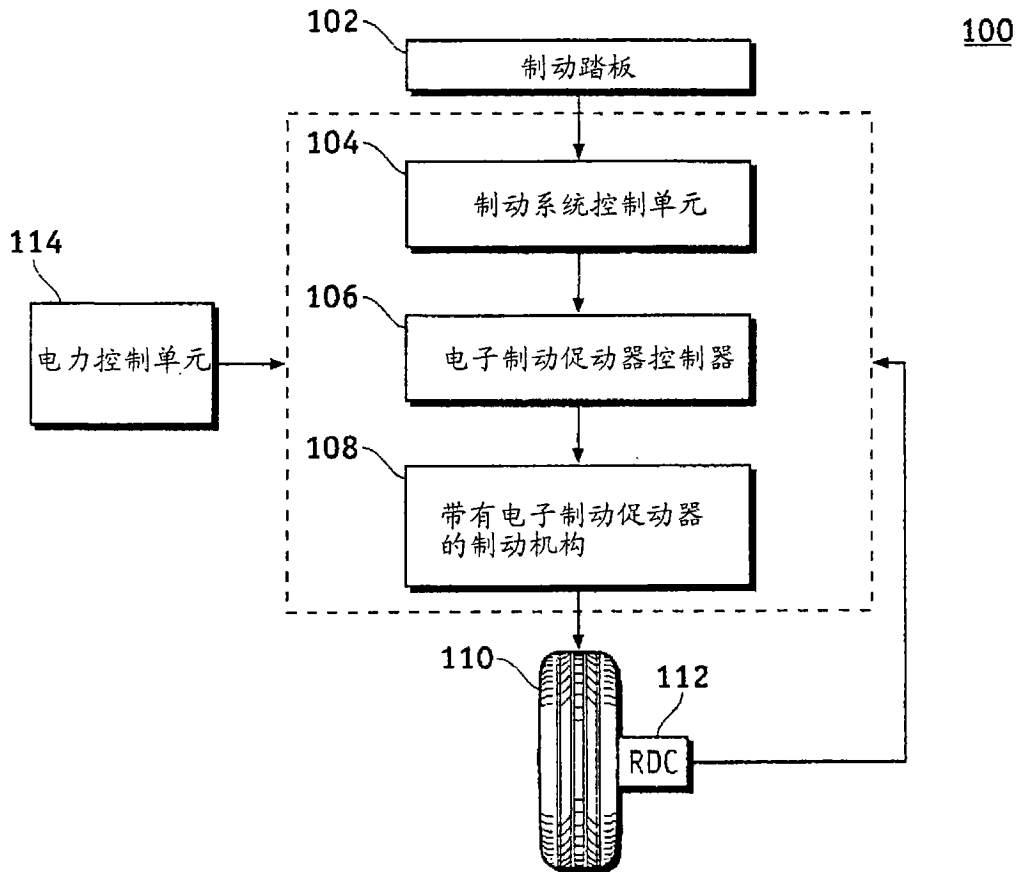


图 1

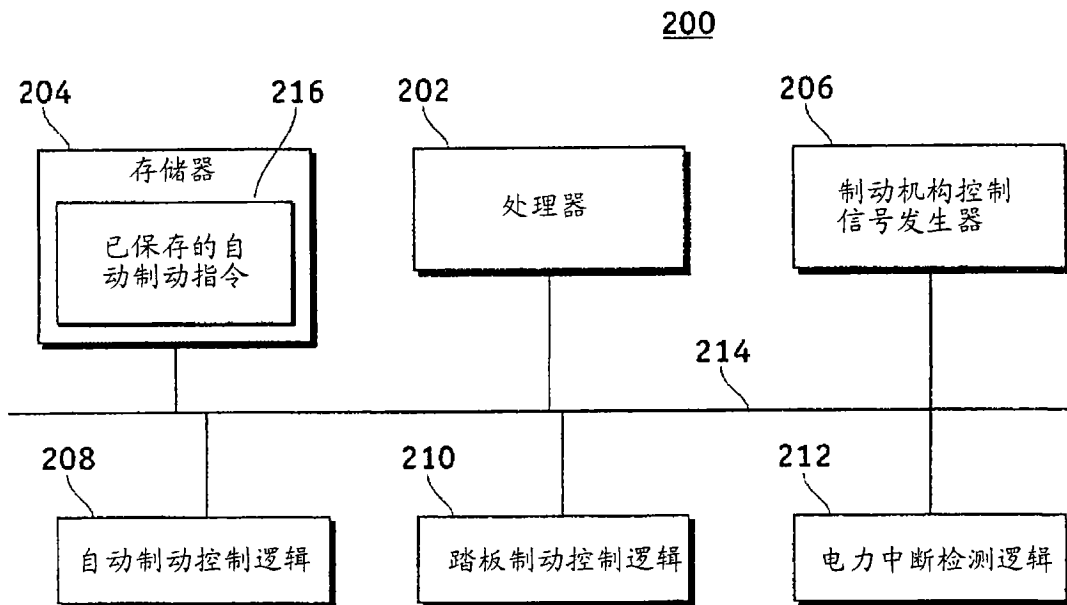


图 2

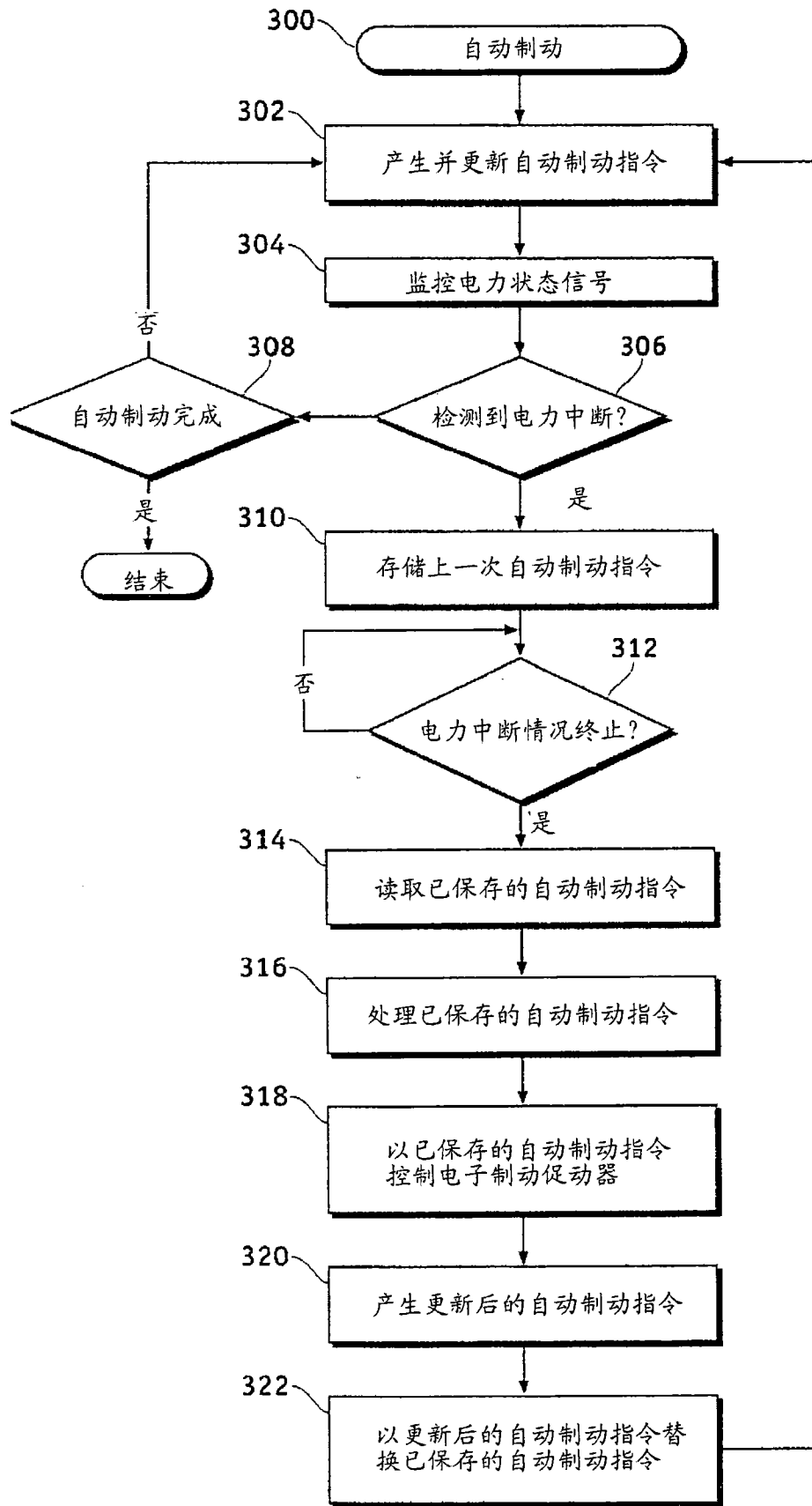


图 3

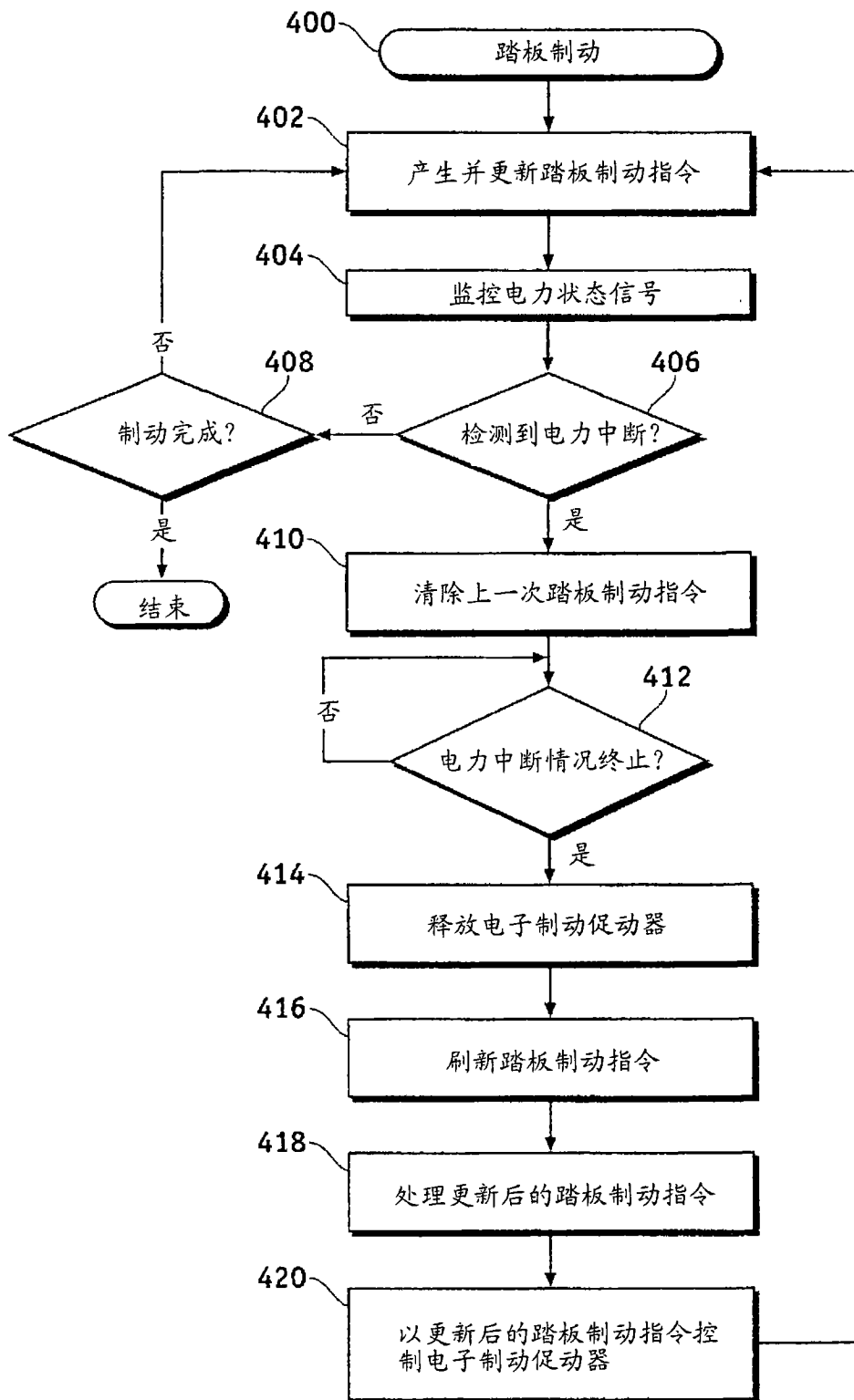


图 4