



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101426681 B

(45) 授权公告日 2011.08.31

(21) 申请号 200780014623.2

(22) 申请日 2007.04.06

(30) 优先权数据

11/379,971 2006.04.24 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.10.23

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/008696 2007.04.06

(87) PCT申请的公布数据

W02008/054500 EN 2008.05.08

(73) 专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 阿文·什米洛维科 约拉姆·亚德林

戴维·M·史密斯 罗杰·W·克拉克

(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.

F02K 1/06 (2006.01)

B64D 33/04 (2006.01)

F02K 3/06 (2006.01)

(56) 对比文件

US 3971534 A, 1976.07.27,

EP 1367249 A1, 2003.12.03,

EP 1482159 A2, 2004.12.01,

US 5653406 A, 1997.08.05,

US 4000611 A, 1977.01.04,

US 3442471 A, 1969.05.06,

US 2658333 A, 1953.11.10,

CN 88101072 A, 1988.09.07,

审查员 田佳

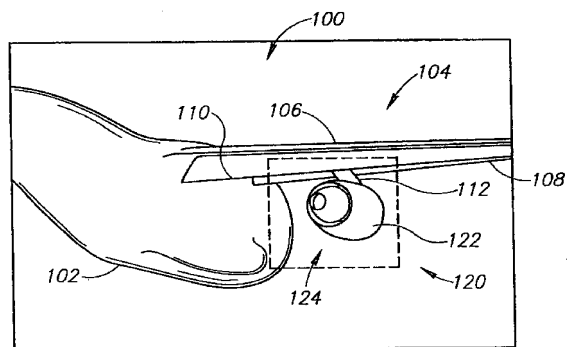
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 7 页

(54) 发明名称

减小阻力和热应力的集成发动机排气系统和方法

(57) 摘要

公开了用于减小阻力和热载荷的集成发动机排气系统和方法。在一个实施例中,推进系统包括配置成安装在飞行器的机翼组件(104)上的发动机装置(120)。发动机装置包括发动机(122)和可操作地联接到发动机的排气系统。排气系统包括配置成用于从发动机排出废气流的至少一个喷嘴(126)。喷嘴包括可变部分,该可变部分配置成用于将喷嘴的出口孔从第一形状改变成第二形状,以改变邻近机翼组件的至少一部分喷嘴流场的流场形状,从而减小机翼组件上的阻力和热载荷中至少之一。在另一实施例中,排气系统包括排出中心废气流的内喷嘴(126)以及排出二次废气流的外喷嘴(128),外喷嘴具有配置成用于改变外喷嘴的出口孔的可变部分。



1. 一种飞行器的发动机排气系统的操作方法,包括:

在飞行器的机翼组件上设置发动机装置,所述发动机装置包括排气系统,该排气系统具有内喷嘴和外喷嘴,所述内喷嘴配置成用于排出中心废气流,所述外喷嘴布置在内喷嘴周围并配置成用于排出二次废气流;

使所述发动机装置的发动机工作,以提供包括从内喷嘴发出的中心废气流和从外喷嘴发出的二次废气流的喷嘴流场;和

将外喷嘴的出口孔形状从第一形状可控地改变为第二形状,使得所述第一形状和所述第二形状的外喷嘴的出口面积相同,由此改变邻近机翼组件的至少一部分喷嘴流场的流场形状,从而减小机翼组件上的阻力和热载荷中至少之一,其中,可控地改变外喷嘴的出口孔形状包括提供具有扁平的上部部分和扁平的下部部分中至少之一的非圆形的出口孔。

2. 如权利要求1的方法,其中,使所述发动机装置的发动机工作包括:使涡轮风扇发动机工作以提供包括从内喷嘴发出的中心废气流和从外喷嘴发出的风扇废气流的喷嘴流场。

3. 如权利要求1的方法,其中,在机翼组件上设置发动机装置包括:设置包括具有轴对称的内喷嘴的排气系统的发动机装置。

4. 一种用于飞行器的推进系统,包括:

发动机装置,配置成安装在飞行器的机翼组件上,所述发动机装置包括:

发动机;和

排气系统,可操作地联接到发动机,所述排气系统具有配置成用于从发动机排出废气流的至少一个喷嘴,其中,所述至少一个喷嘴包括可变部分,该可变部分配置成用于使所述至少一个喷嘴的出口孔从第一形状改变成第二形状,使得所述第一形状和所述第二形状的外喷嘴的出口面积相同,由此改变邻近机翼组件的至少一部分喷嘴流场的流场形状,从而与以第一形状操作的可变部分相比,减小了机翼组件上的阻力和热载荷中至少之一;

其中,所述至少一个喷嘴包括内喷嘴和外喷嘴,内喷嘴配置成用于从发动机排出中心废气流,外喷嘴布置在内喷嘴周围并配置成用于从发动机排出二次废气流,其中,外喷嘴包括可变部分,该可变部分配置成用于改变外喷嘴的外出口孔;

其中,内喷嘴包括轴对称的内喷嘴;并且

其中,第二形状包括扁平的上部部分、扁平的下部部分和近似椭圆形的出口孔中至少之一。

5. 如权利要求4的系统,其中,发动机包括涡轮风扇发动机。

减小阻力和热应力的集成发动机排气系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及飞行器推进系统,更具体地,本发明涉及用于使飞行器的阻力和/或热应力减小的集成发动机排气系统和方法。

背景技术

[0002] 包括运输机的许多类型的飞行器装备有翼吊式涡轮风扇发动机。在该配置中,来自翼吊式发动机的废气流可能撞击在机翼表面上。一些传统的飞行器可以利用废气流在低速操作期间增大机翼升力,并使该飞行器能具有在较短的区域起飞和着陆的能力。

[0003] 虽然使用现有的翼吊式涡轮风扇发动机已经实现了希望的结果,但是还有改进的空间。例如,阻力减小将使能在更短的机场进行飞行器操作。另外,由于高温废气冲击到一些飞行器结构的襟翼和机翼表面上,因此这些表面必须被设计成以承受极端的热载荷。可能需要钛襟翼而不是铝襟翼,来承受苛刻的热环境。一般地,这些设计中的考虑增加了飞行器的重量并增加了制造成本。因此,减轻与翼吊式发动机相关的重量和成本负担的新系统将会具有效用。

发明内容

[0004] 本发明致力于集成的发动机排气系统以及方法,用于为飞行器提供较低的阻力和减小的热应力。本发明的实施例与现有技术相比可有利地减小起飞和着落距离、减小飞行器重量、减少燃料消耗、降低生产和维护成本并降低噪声水平。

[0005] 在一个实施例中,飞行器的推进系统包括配置成安装在飞行器的机翼组件上的发动机装置。发动机装置包括发动机以及可操作地联接到该发动机的排气系统。排气系统包括配置成用于从发动机排出废气流的至少一个喷嘴。喷嘴包括可变部分,该可变部分配置成将喷嘴的出口孔从第一形状改变到第二形状,以改变邻近机翼组件的至少一部分废气流场的流场形状,从而减小机翼组件上的阻力和热载荷中至少一个。在另一实施例中,排气系统包括排出中心废气流的内喷嘴以及排出二次废气流的外喷嘴,所述外喷嘴具有可变部分,该可变部分配置成用于改变外喷嘴的出口孔。

附图说明

[0006] 下面将参照附图详细描述本发明的实施例。

[0007] 图 1 是根据本发明实施例的飞行器的局部立体图;

[0008] 图 2 是图 1 的飞行器的排气系统以传统操作模式操作的放大立体图;

[0009] 图 3 是图 1 的飞行器的排气系统以根据本发明实施例的代表性的非传统操作模式操作的放大立体图;

[0010] 图 4 是以图 2 所示的传统操作模式操作的排气系统的立体图,其中包括废气流场的剖视图;

[0011] 图 5 是以图 3 所示的非传统操作模式操作的排气系统的立体图,其中包括废气流

场的剖视图；

[0012] 图 6 是以传统操作模式操作的排气系统在机翼组件上的冲击型式和图 4 的废气流场的立体图；

[0013] 图 7 是以代表型的非传统操作模式操作的排气系统在机翼组件上的冲击型式和图 5 的废气流场的立体图；

[0014] 图 8 示出根据本发明实施例的发动机废气的翼展载荷分布的效果；

[0015] 图 9 是以图 2 所示的传统操作模式操作的排气系统的机翼温度分布的下部正视图；

[0016] 图 10 是以图 3 所示的非传统操作模式操作的排气系统的机翼温度分布的下部正视图；和

[0017] 图 11 和 12 是根据本发明可选择实施例的飞行器排气系统的立体图。

具体实施方式

[0018] 本发明涉及集成发动机排气系统以及用于为飞行器提供较低的阻力和减小热应力的方法。本发明的某些实施例的许多具体细节会在下面的描述和图 1-12 中进行阐述，以帮助全面地理解这些实施例。然而，本发明可具有另外的实施例，或者可以在没有下面描述的一个或多个细节的条件下而实施。

[0019] 根据本发明的集成发动机排气系统和方法可减小连接有推进和高升力（或动力升力）系统的飞行器的空气动力阻力、重量、以及生产和维护成本。一般地，本发明的实施例利用一种可变形状的风扇排气喷嘴，以在操作期间控制废气流场的形状。得到的废气流场（包括外流场和内流场中的一个或两个）影响机翼翼展载荷，这样，与现有技术的系统相比，使机翼组件上的热应力和诱导阻力减小。

[0020] 图 1 是根据本发明实施例的飞行器 100 的局部立体图。飞行器 100 包括机身 102 以及包括主翼部分 106 的机翼组件 104。前缘缝翼部分 108 沿着主翼部分 106 的前缘延伸，襟翼部分 110 沿着主翼部分 106 的后缘延伸。

[0021] 飞行器 100 还包括通过吊架 112 联接到机翼组件 104 的发动机装置 120。发动机装置 120 包括发动机舱 122，以及位于发动机装置 120 的下游（或尾部）端部处的排气系统 124。可以采用任何合适的涡轮风扇发动机，包括例如由康涅狄格州的费尔菲尔德的 General Electric、康涅狄格州的东哈特福德的 Pratt&Whitney、和英国伦敦的 Rolls-Royce 制造的这些发动机。

[0022] 图 2 是图 1 的排气系统 124 的放大立体图。排气系统 124 包括：细长的内喷嘴 126，该内喷嘴 126 被配置成从发动机装置 120 的燃烧室部分排出中心废气流（core exhaust flow）；以及相对较短的外喷嘴 128，该外喷嘴 128 布置在内喷嘴 126 的周围并且定位成邻近发动机舱 122 的后缘部分。外喷嘴 128 被配置成用于排出通过发动机装置 120 的相对较冷的风扇涵道气流（fan flow）。该类型的喷嘴被称为分离流喷嘴（separate flow nozzle）。混流喷嘴（未示出）被配置成与此相反，内部的中心喷嘴（inner core nozzle）较短，而扇形喷嘴较长。中心喷嘴被埋在扇形外喷嘴的内部。本发明的实施例也可应用于混流喷嘴。

[0023] 外喷嘴 128 还构造成可控地被调节，使得其出口孔形状可以改变。例如，如图 2 所

示,在传统操作模式 130 中,外喷嘴 128 具有圆形的出口孔。与内喷嘴 126 的外表面协作,外喷嘴 128 形成环形的喷嘴出口 132,用于在传统操作模式 130 中排出风扇函道气流。

[0024] 根据本发明的实施例,外喷嘴 128 的出口孔的形状可被调节成非圆形形状。图 3 表示非传统操作模式 134 中的排气系统 120。在该实施例中,外喷嘴 128 的出口孔包括扁平的上部部分 136,而出口孔的其余部分变型为使得出口面积与传统喷嘴的出口面积相同。使非传统喷嘴的出口孔的面积保持与传统发动机的出口孔面积相同,确保了相似的发动机额定推力并维持了发动机循环的相容性。因此,内外喷嘴 126、128 协作地形成非环形的喷嘴出口 138,用于在非传统操作模式 134 中排出风扇函道气流。在一个具体的实施例中,例如,在非传统操作模式 134 中,内喷嘴 126 与外喷嘴 128 的扁平上部部分 136 之间的间距减小为传统操作模式 130 中内外喷嘴 126、128 之间的相应间距的一半(50%)。

[0025] 外喷嘴 128 可采用各种机构来实现出口孔形状的期望变化。例如,在一个实施例中,外喷嘴 128 包括共同地形成出口孔的多个襟翼。可以通过一组能使外喷嘴 128 的出口孔被调节成非圆形形状的致动器,来可控地调节这些襟翼。所述多个襟翼可由任何已知的装置可控地致动,所述装置包括液压致动器、电致动器或形状记忆合金(SMA)致动器。更具体地,所述多个襟翼和外喷嘴 128 的相关致动系统可包括例如授权给 Rey 等人的美国专利 No. 7, 004, 047B2、授权给 Bruchez 等人的美国专利 No. 5, 893, 518、授权给 Barcza 的美国专利 No. 5, 245, 823、授权给 Hauer 的美国专利 No. 4, 994, 660、授权给 Freid 的美国专利 No. 4, 245, 787、授权给 Nash 等人的美国专利 No. 4, 000, 610、以及已公开的 Webster 的美国专利申请 No. 11/014, 232 和 Rey 等人的美国专利申请 No. 11/049, 920 中总体上披露的这些系统和方法中的任一种。

[0026] 图 4 是以传统操作模式 130(图 2)操作的排气系统 124 的立体图,其中包括废气流场 400 的剖视图。在传统操作模式 130 中,外喷嘴 128 的出口孔是圆形的,废气流场 400 基本上是轴对称的。成形为环状的风扇函道气流 402 从外喷嘴 128 发出,并布置成围绕从内喷嘴 126 发出的位于中央、近似轴对称的中心流 404。

[0027] 为了进行比较,图 5 是以非传统操作模式 134(图 3)操作的排气系统 124 的立体图,其中包括废气流场 500 的剖视图。在非传统操作模式 134 中,外喷嘴 128 的出口孔是非圆形的,并包括扁平的上部部分 136。因此,废气流场 500 是非轴对称的,非环形的风扇函道气流 502 从外喷嘴 128 发出并布置成围绕从内喷嘴 126 发出的近似轴对称的中心流 404。如图 5 所示,非传统废气流场 500 的上部部分 506 在形状上是变化的,并且与图 4 所示的轴对称的传统废气流场 400 的可比较的上部部分 406 相比,没有那么集中。

[0028] 图 6 是以传统操作模式 130 操作的排气系统 124 的机翼组件 104 上的压力分布 600 以及图 4 的废气流场(例如用马赫数表示)400 的立体图。类似地,图 7 是以非传统操作模式 134(图 3)操作的排气系统 124 的压力分布 700 以及废气流场(例如用马赫数表示)500(图 5)的立体图。图 6 和 7 所示的压力分布 600、700 之间的比较表示:与传统的废气流场 400 相比,在非传统操作模式 134 中,废气流场 500 使得机翼组件 104 的襟翼 110 上的压力分布更均匀。更具体地,在该实施例中,传统操作模式 130(图 6)的压力分布 600 由相对集中的压力图样标出,其具有位于中央的、相对较高的峰值压力值(表示为中央较暗的区域)。另一方面,非传统操作模式 134 的压力分布 700 呈现为相对不那么集中的压力图样,峰值压力值(表示为中央相对较亮的区域)相对较低。因此,在非传统操作模式 134

中,机翼组件 104 上的诱导阻力减小,并且翼展载荷分布更平滑。

[0029] 图 8 表示根据本发明实施例的发动机废气在翼展载荷分布上的形状变化的效果。更具体地,图 8 表示沿着机翼的截面升力对沿翼展方向的位置的曲线图 1200。第一升力分布 1202 表示以传统操作模式 130(图 2)操作的排气系统 124 的预计阻力数据(利用 Oswald 效率因子“e”),第二载荷分布 1204 表示以非传统操作模式 134(图 3)操作的排气系统 124 的预计阻力数据。如图 8 所示,非传统操作模式 134 由于其峰值压力值相对较低、压力图样相对不那么集中,故提供比传统操作模式 130 更有利的载荷分布。对于双发动机飞行器,由于可变的风扇排气,预计空气动力效率相对于传统的轴对称构造增加大约 10%。该效率与诱导阻力分量成比例地相关。因此,由于诱导阻力是飞机阻力的最大组成部分(包括高升力条件期间),因此总阻力可以显著减小。可以由四发动机飞行器实现空气动力效率成比例增大的增益。总阻力的减小转变为所需发动机功率的减小,因此使得起飞距离变短。

[0030] 图 9 和 10 表示排气系统 124 分别以传统和非传统操作模式 130、134 操作的机翼温度分布 800、900。图 9 和 10 所示的机翼温度分布 800、900 的比较表示:与传统的废气流场 400 相比,在非传统操作模式 134 中,废气流场 500 使得襟翼 110 上的温度更低。更具体地,在该实施例中,传统操作模式 130(图 9)的温度分布 800 呈现出相对集中的温度图样,其具有位于中央的、相对较高的峰值温度值(表示为中央较暗的区域)。另一方面,非传统操作模式 134 的温度分布 900 呈现出相对不那么集中的温度图样,其具有相对较低的峰值温度值(表示为中央相对较亮的区域)。因此,在非传统操作模式 134 中,机翼组件 104 上的热载荷较小。

[0031] 本发明的实施例可提供优于现有技术的显著优点。与传统的流场冲击相比,通过利用非圆形风扇排气与通过发动机舱的周围流和发动机中心废气的相互作用,本发明的实施例改变了废气流的湍流混合,从而,喷嘴流场与机翼和襟翼表面的相互作用获得更平顺的压力增加和温度降低。因此,可利用本发明的实施例来调节翼展载荷分布,减小诱导阻力,加强喷流混合以及加速温度降低。

[0032] 由本发明提供的阻力减小的经济和操作影响可能是显著的,可允许使用更小的发动机或更短的跑道。减小发动机尺寸又可使飞行器重量减小,燃料消耗量减小,维护成本减小和噪声级减小。类似地,结构温度极限的减小可允许使用铝襟翼而不是钛襟翼,这使得生产成本和飞行器重量减小。

[0033] 将认识到的是,可构想出本发明的各种可选择实施例,本发明不限于上面所描述的特定实施例。在下面对可选择实施例的讨论中,与前面描述的实施例相比未改变的部件用相同的附图标记表示。为了简明,将仅描述不同于以前所述的实施例的基本结构和操作区别。

[0034] 图 11 表示根据本发明可选择实施例的飞行器排气系统 1024 的立体图。在该实施例中,在非传统操作模式 1034 中,排气系统 1024 的外喷嘴 1028 包括扁平的上部部分 1036 和扁平的下部部分 1038。所得到的外喷嘴 1028 的出口孔是围绕轴对称的内喷嘴 126 布置的非圆形形状。因此,得到的非传统废气流场(未示出)在接近机翼组件处形状发生变化,并且与图 4 所示的轴对称的传统废气流场 400 的可比较的上部部分 406 相比,没有那么集中(例如,在机翼组件 104 的表面处具有相对较低的峰值压力和温度值)。

[0035] 类似地,图 12 表示根据本发明另一可选择实施例的飞行器排气系统 1124 的立体

图。在非传统的操作模式 1134 中,排气系统 1124 的外喷嘴 1128 可控地定位成具有垂直短轴的近似椭圆的形状。同样,得到的非传统废气流场(未示出)形状发生变化,并且与图 4 所示的轴对称的传统废气流场 400 的可比较的上部部分 406 相比,没有那么集中(例如,在机翼组件 104 的表面处具有相对较低的峰值压力和温度值)。因此,正如上面更充分描述的,减小阻力和减小热载荷的优点可通过各种可选择的排气系统实施例得以实现。

[0036] 虽然已经示出并描述了本发明的优选实施例和可选择实施例,但正如上面所指出的,在不偏离本发明的精神和范围的条件下可进行许多改变。因此,本发明的范围不限于优选实施例的公开内容。而是,本发明应当完全参照所附的权利要求来确定。

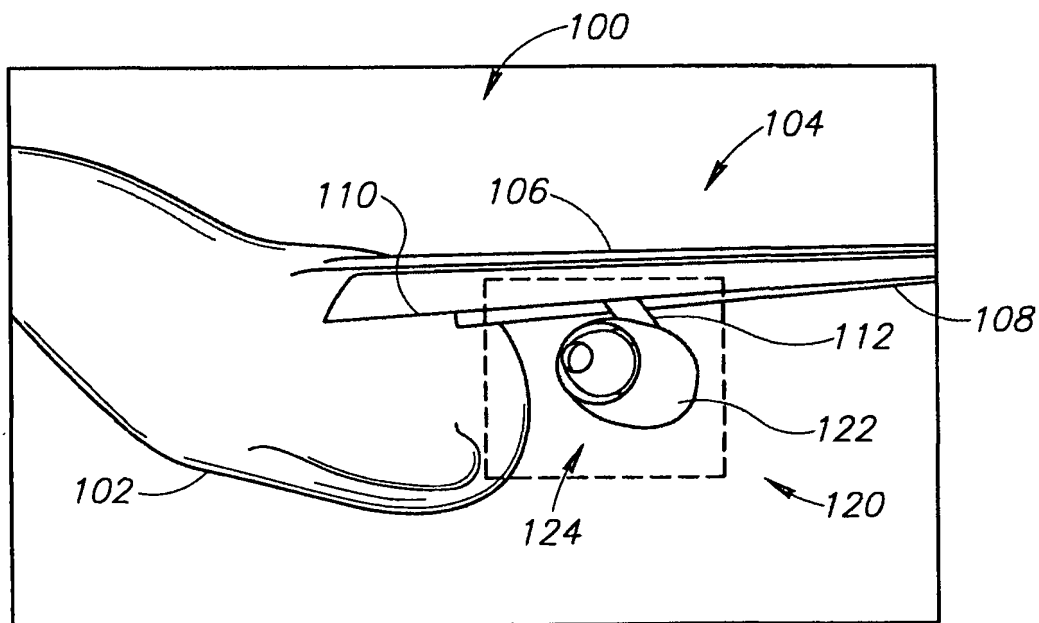


图 1

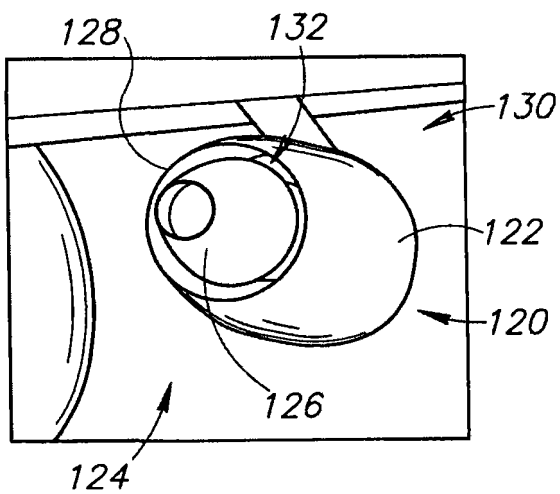


图 2

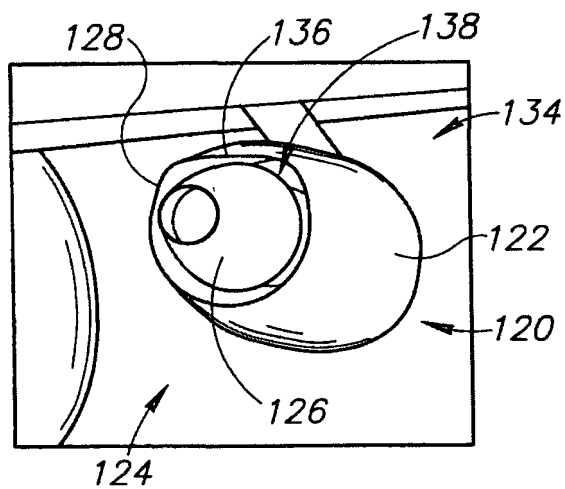


图 3

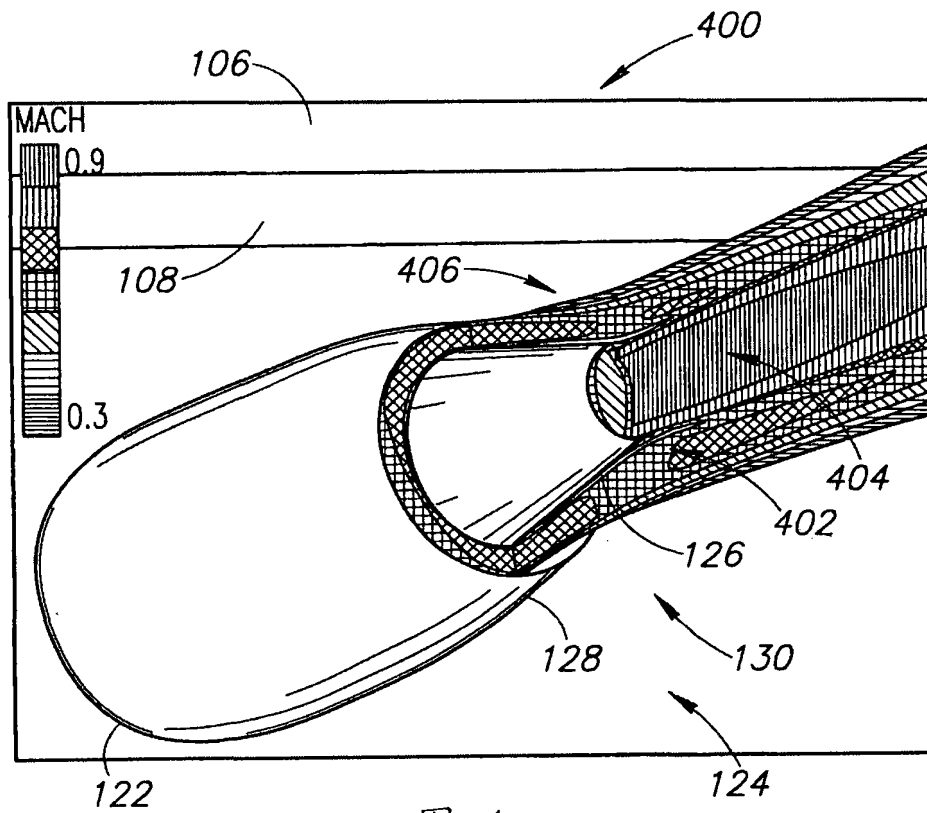


图 4

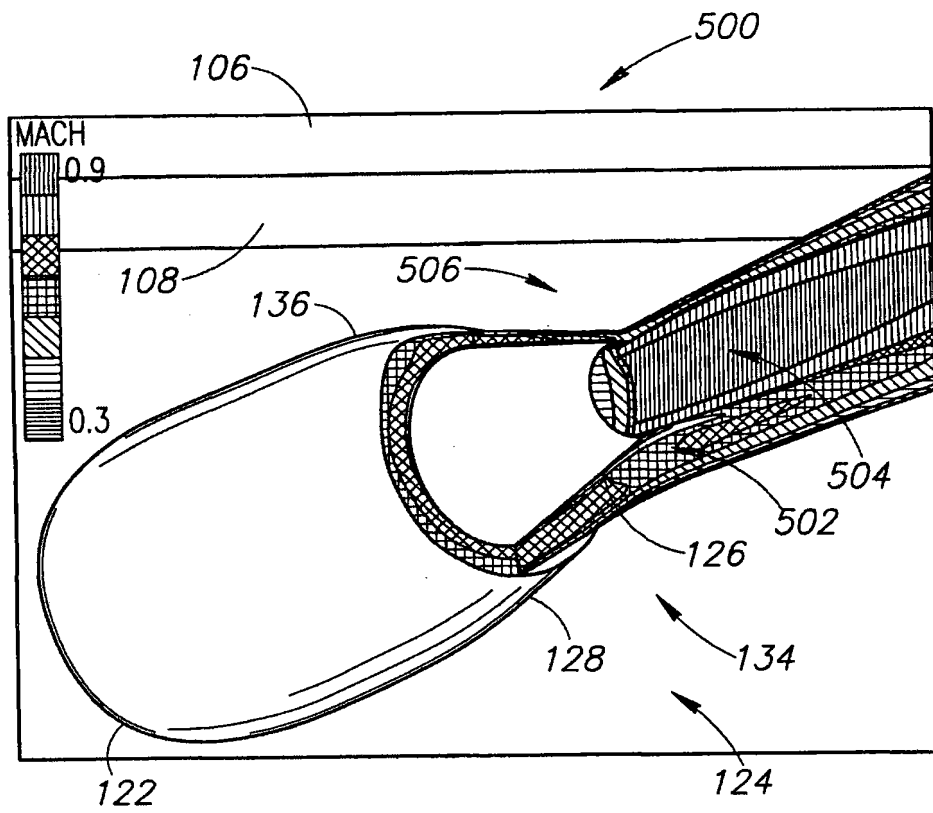


图 5

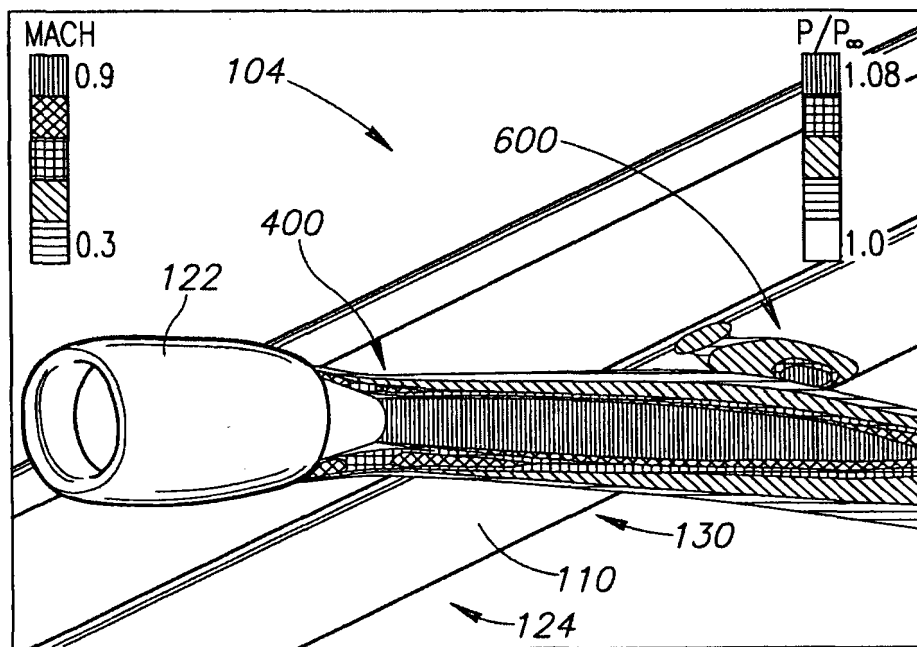


图 6

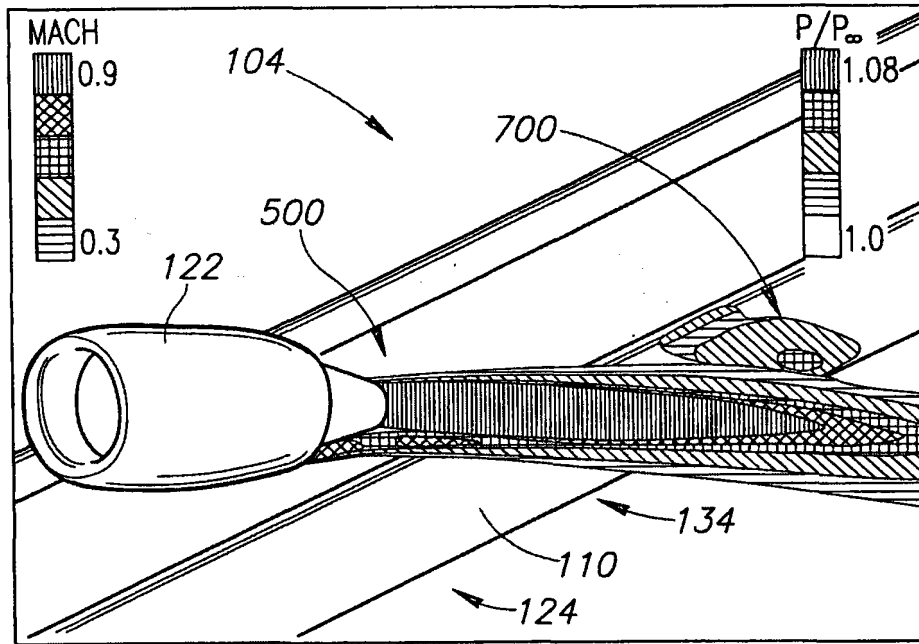


图 7

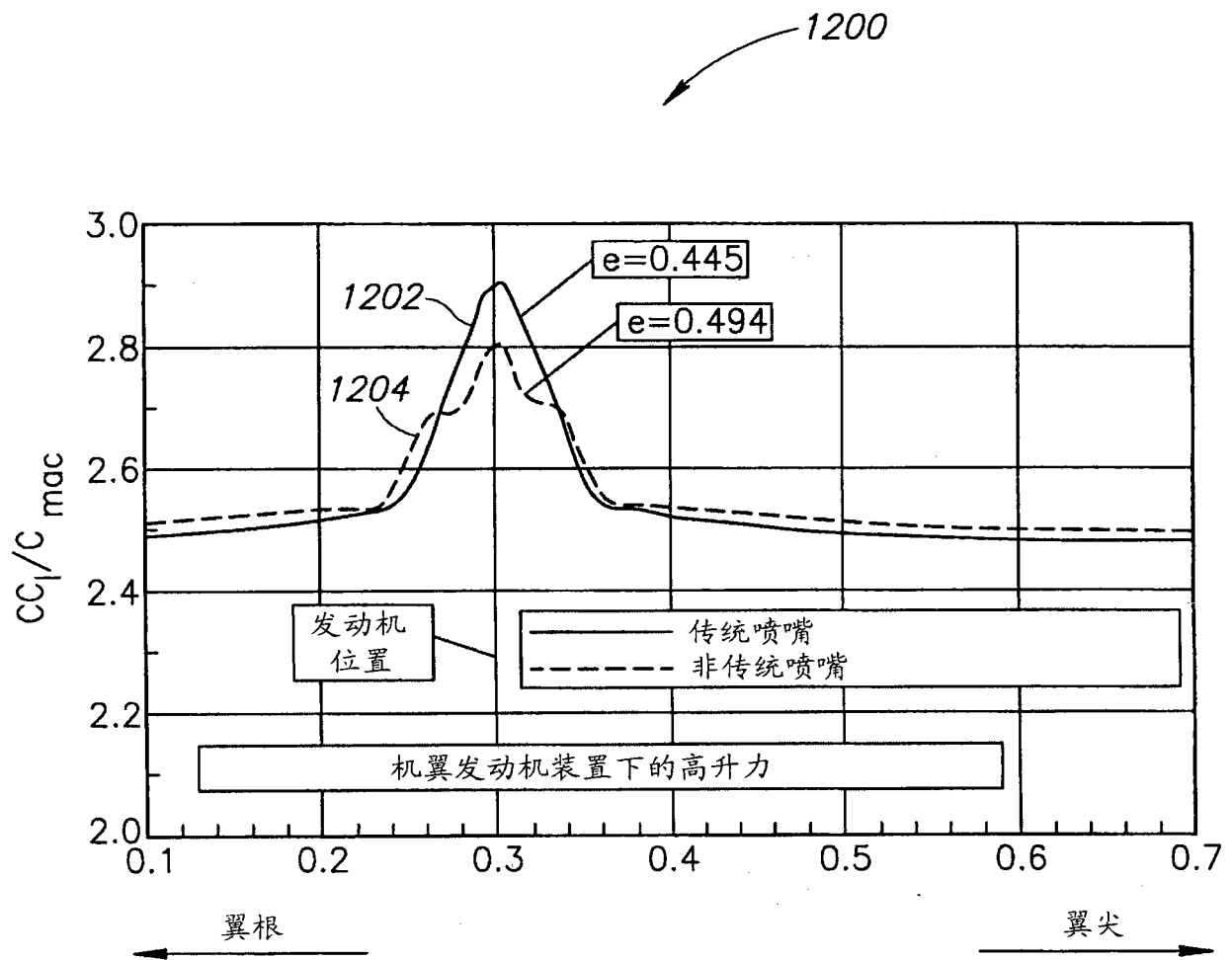


图 8

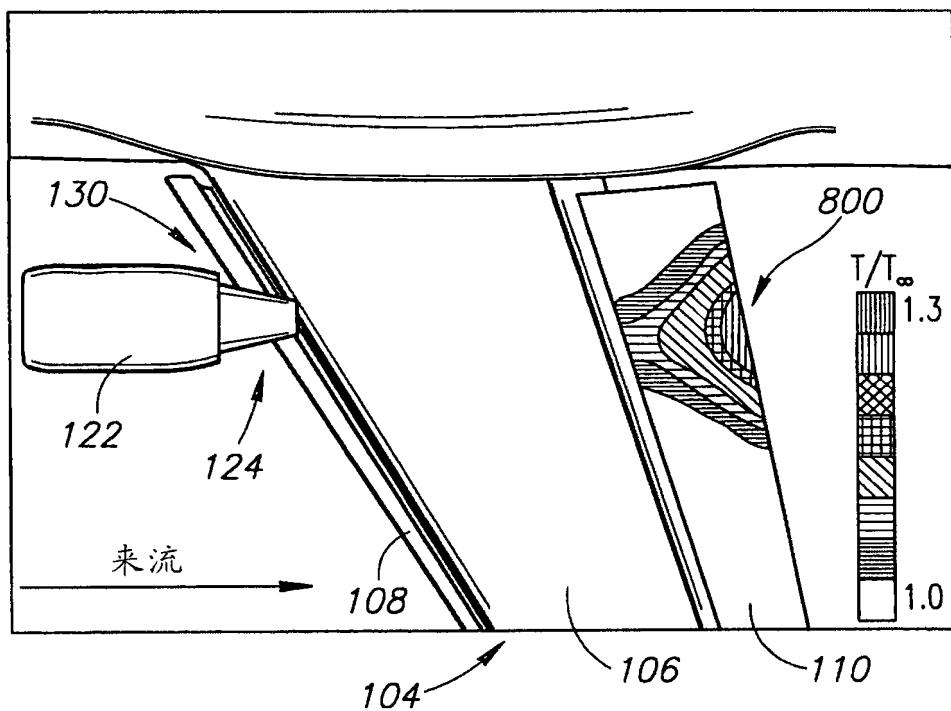


图 9

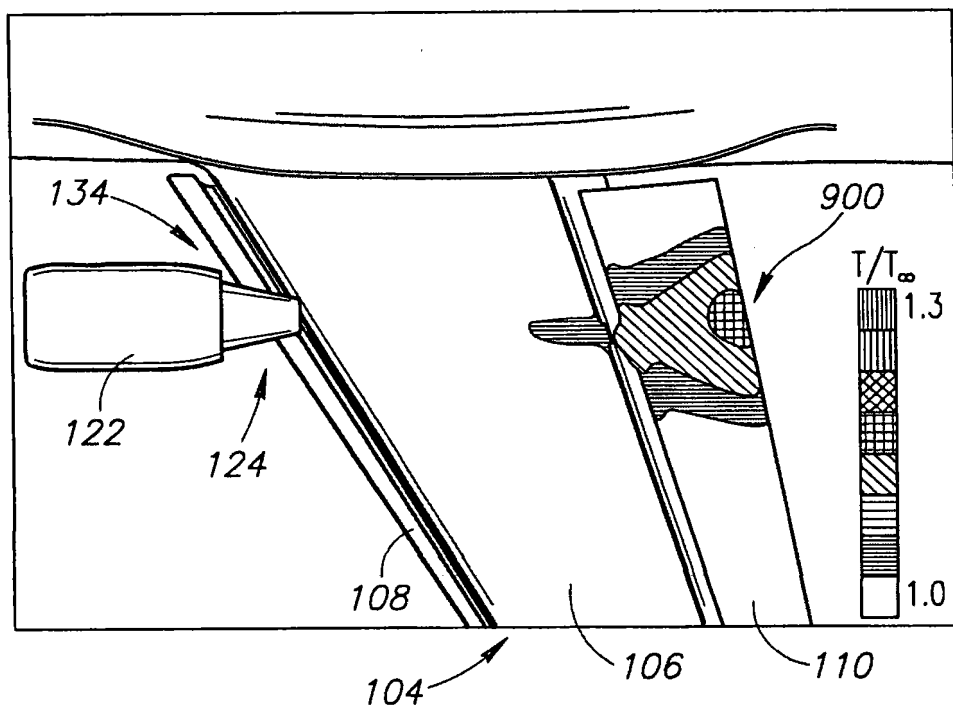


图 10

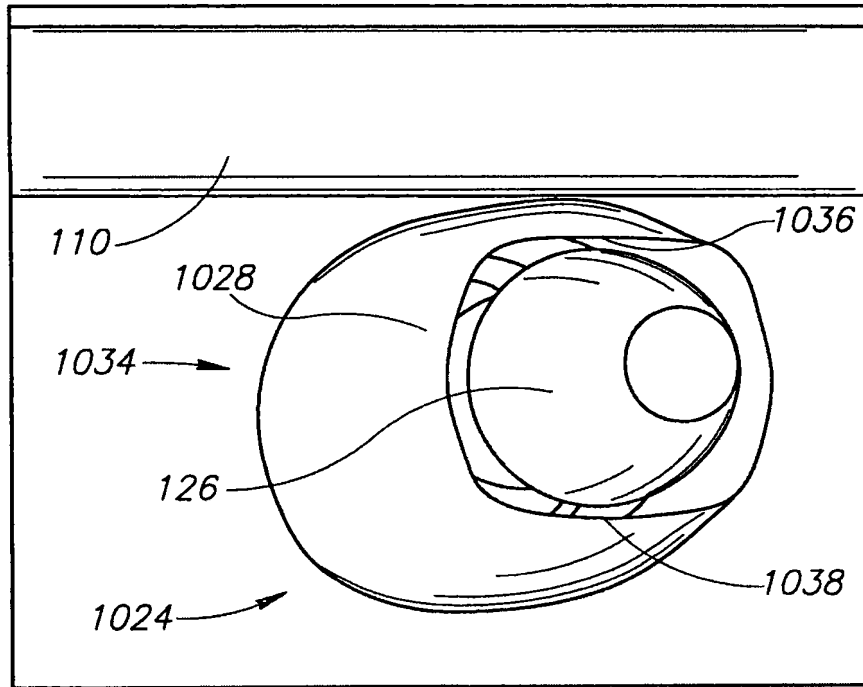


图 11

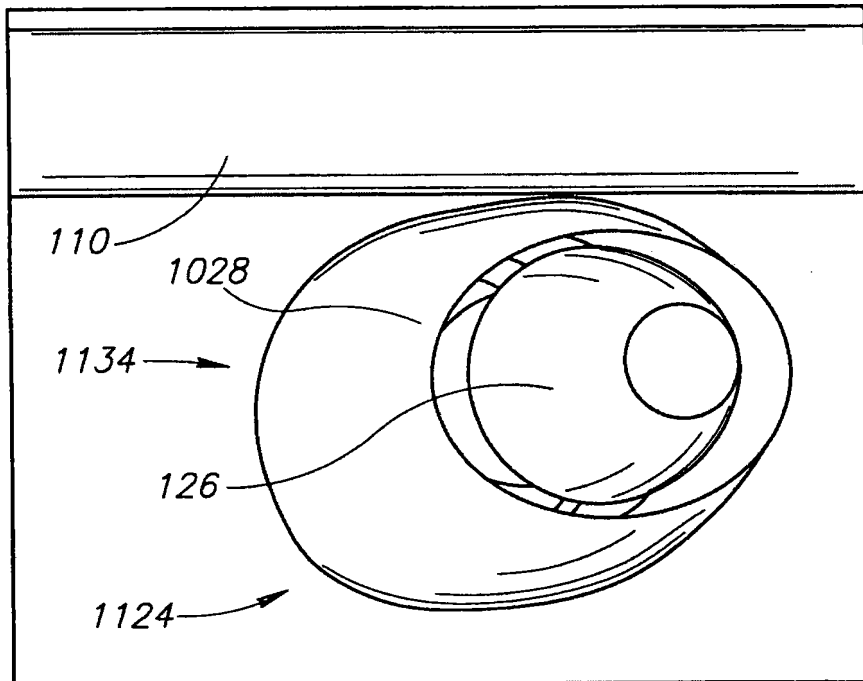


图 12