

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5580552号
(P5580552)

(45) 発行日 平成26年8月27日 (2014. 8. 27)

(24) 登録日 平成26年7月18日 (2014. 7. 18)

(51) Int. Cl.

F I

B 6 4 C 29/00 (2006. 01)

B 6 4 C 29/00

A

B 6 4 C 39/02 (2006. 01)

B 6 4 C 39/02

B 6 4 D 29/00 (2006. 01)

B 6 4 D 29/00

請求項の数 3 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2009-136315 (P2009-136315)
 (22) 出願日 平成21年6月5日 (2009. 6. 5)
 (65) 公開番号 特開2010-36890 (P2010-36890A)
 (43) 公開日 平成22年2月18日 (2010. 2. 18)
 審査請求日 平成24年4月10日 (2012. 4. 10)
 (31) 優先権主張番号 12/187, 172
 (32) 優先日 平成20年8月6日 (2008. 8. 6)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 500575824
 ハネウェル・インターナショナル・インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード 101, ピー・オー・ボックス 2245
 (74) 代理人 100140109
 弁理士 小野 新次郎
 (74) 代理人 100089705
 弁理士 社本 一夫
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰
 (74) 代理人 100080137
 弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無人航空機 (UAV) ダクテッドファンのリップ成形

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ダクトリップを備え、周囲を画定する空気ダクトを備えるダクテッドファン航空機であって、前記ダクトリップが内側ダクトリップ部分および外側ダクトリップ部分を有し、

前記内側ダクトリップ部分が前記空気ダクトの前記周囲の周りに実質的に連続する湾曲であり、前記外側ダクトリップ部分が前記空気ダクトの前記周囲の周りに実質的に連続する湾曲であり、

前記周囲に沿った空気ダクトの横断面の各々が a/b 比率を有し、前記横断面の各々は前記空気ダクトの中心線から半径方向に出る平面から取られたものであり、前記 a/b 比率の “ a ” は、前記ダクトリップのハイライト位置から前記空気ダクトの首部位置まで軸方向に延びる第1の線によって画定され、該 a/b 比率の “ b ” は、前記空気ダクトの首部位置から前記ダクトリップのハイライト位置まで半径方向に延びる第2の線によって画定され、前記首部位置は、前記内側ダクトリップと前記ファン覆いとの間にあり、前記空気ダクトの各横断面の前記 a/b 比率が実質的に同じであり、前記空気ダクトの少なくともいくつかの横断面が異なる形状を有する、ダクテッドファン航空機。

【請求項 2】

請求項1に記載のダクテッドファン航空機において、前記空気ダクトの各横断面のハイライト位置が軸方向の高さを有し、前記空気ダクトの各横断面は、前記空気ダクトの中心から半径方向距離を有する最大の半径方向厚さ位置を備え、

前記ハイライト位置の前記軸方向の高さが前記周囲の周りの各横断面で一定であり、

前記空気ダクトの前記中心から前記最大の半径方向厚さ位置までの前記半径方向距離が前記周囲の周りの前記空気ダクトの少なくともいくつかの横断面の間で異なる、ダクテッドファン航空機。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のダクテッドファン航空機において、前記空気ダクトの各横断面が軸方向の高さを有するダクトリップのハイライト位置および前記空気ダクトの中心から半径方向距離を有する最大の厚さ位置を備え、

前記ダクトリップのハイライトの軸方向の高さが前記周囲の周りの複数の横断面によって異なり、

前記空気ダクトの前記中心から前記最大の厚さ位置までの前記半径方向距離が前記周囲の周りの複数の前記横断面によって異なる、ダクテッドファン航空機。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

政府の権利

米国政府は、米国陸軍に授与された契約第 W 5 6 H Z V - 0 5 - C - 0 7 2 4 条項に準拠して本発明の一定の権利を獲得した。

【0002】

本発明は、一般にダクテッドファン航空機に関し、より具体的には、ダクテッドファン航空機のダクトリップの形状に関する。

20

【背景技術】

【0003】

無人航空機 (UAV) などのダクテッドファン航空機は、ファン翼を駆動するための少なくとも 1 つのダクテッドファンおよびファンエンジンを有することがある。ダクテッドファン航空機は複数の飛行状況での運転能力があることで知られている。例えば、ダクテッドファン航空機は前方飛行の能力を有し、静止ホバリング空力性能で知られている。

【0004】

図 1 は、典型的なダクテッドファン航空機 100 の絵画表示図である。ダクテッドファン航空機 100 は、空気ダクト 102 内に位置するダクトリップ 104 およびファン 106 を有する空気ダクト 102 を含む。ダクテッドファン航空機は、中央本体 108 を含むことができる。中央本体 108 は、航空機 100 の他の構成要素を含む筐体であることができる。中央本体 108 は、航空機 100 に動力を供給するエンジンを含むことができる。中央本体 108 は、アビオニクスシステムなど、航空機操作向けの追加の構成要素を含むことができる。

30

【0005】

ダクテッドファン航空機 100 はまた、推力の方向付けを提供する固定子組立体 110 およびベーン 112 を含むこともできる。固定子組立体 110 およびベーン 112 は、空気ダクト 102 内に位置するファン 106 の下に位置することができる。固定子組立体 110 は空気ダクト 102 内のファン 106 の真下に位置することができて、ファン 106 によって生成された渦およびトルクを減少し、またはなくすることができる。ベーン 112 はファン 106 の下に配置されることもできる。例えば、ベーン 112 は空気ダクト 102 の出口部分 114 のわずかに下に配置可能である。航空機 100 は固定式および/または可動式ベーン 112 を含むことができて、航空機 100 向け推力の方向付けを実行することができる。

40

【0006】

複数の飛行状況で効果的および制御可能であるためには、航空機 100 などのダクテッドファン航空機は、複数の飛行状況でダクトリップの周りに汚染物質が少ない付着空気流を有することが好ましい。さらに、ダクテッドファン航空機は効果的で制御可能であるために、好都合な重力中心を有することが好ましい。均一なファン内部への流入速度プロフィールもまた、ダクトファン相互作用の音響的特性を最小にするために望ましい。

50

【0007】

加えて、ダクテッドファン航空機は操作時に様々な構成要素を搬送する必要があることがある。例えば、ダクテッドファン航空機は操作中に、制限なく、視角センサ、赤外線センサ、カメラ、無線通信装置、慣性センサユニット、地表面センサユニット、および/またはパイロートを搬送する必要があることがある。ダクテッドファン航空機のサイズが制限されているので、ダクテッドファン内に様々なユニットを貯蔵するために、ユニットはダクテッドファン航空機に取り付けられた外部ポッド内に配置されることがある。これらのポッドは、(i) 重力中心の移動を起こし、(ii) 空気取り入れおよび排気を妨害することによりダクト内の空気流特性に負の干渉を生成し、(iii) UAVが前方飛行中にUAV上に追加の抗力を生成する。加えて、装置の追加された重量が追加のエンジン容量および貯蔵燃料容量を要求することがある。ダクテッドファン航空機の空力的な要求を維持する一方で外部ポッドの必要を減少させ、またはなくすために、ダクトリップ内の体積を増加させることが有益であることがある。

10

【0008】

従って、ダクテッドファン航空機の空力的な要求、重力中心の要求、制御可能性要求、音響的要求、重量要求、抗力要求をやはり満たす一方で、ダクトリップ内の増加した体積を可能にするダクトリップの形状を有するダクテッドファン航空機を提供することが有益であろう。

【発明の概要】

【0009】

20

本発明の開示は、ダクトリップ形状を有するダクテッドファン航空機およびダクテッドファン航空機のダクトリップを成形する方法を記載する。ダクテッドファン航空機は、ダクトリップおよび周囲を有する空気ダクトを備える。ダクトリップは、内側ダクトリップ部分および外側ダクトリップ部分を有する。内側ダクトリップ部分の形状が空気ダクトの周囲の周りに実質的に連続する湾曲であり、外側ダクトリップ部分の形状もまた、空気ダクトの周囲の周りに実質的に連続する湾曲である。ダクトの周囲の周りの複数の横断面の少なくともいくつかは異なる形状を有する。さらに、各横断面がa/b比率を有し、ダクトの各横断面のa/b比率が実質的に同じである。

【0010】

空気ダクトは、角の周りに外側のバルジを有する正方形のダクトであることができる。さらに、空気ダクトは爪型であることができ、その結果、ダクトリップは複数の頂点および複数の谷を有する。この種のダクトリップ形状は、少ないひずみおよび低減された抗力によって、ダクテッドファン航空機の空力的要求を満たす。説明されたダクトリップの形状は様々な流れの状況で良好な付着流を提供し、ファン面で実質的に均一な速度および圧力を保ち、一方、貯蔵に役立つためにダクトリップの幾何形状の変形を可能にする。

30

【0011】

ダクテッドファン航空機のダクトリップを成形する方法もまた記載される。周囲およびダクトの周囲の周りに複数の横断面を有するダクトが形成されることがある。複数の横断面の少なくともいくつかは異なる形状を有するように、ダクトリップを有するダクトを設計することができる。さらに、各横断面のa/b比率が実質的に同じであり、ダクトリップが実質的に連続する湾曲であるようにダクトリップの形状を設計することができる。

40

【0012】

これらのならびに他の態様および利点が、以下の詳細な説明を添付の図面を必要に応じて参照して読むことによって当業者にとって明白になるであろう。さらに、この概要は例示にすぎず、特許請求された本発明の範囲を制限するように意図するものではないことを理解されたい。

【0013】

現在好ましい実施形態が添付の図面に関連して以下に記載され、様々な図面の中で同じ参照番号は同じ要素を指す。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 4 】

【図 1】ダクテッドファン航空機の絵画表示図である。

【図 2 a】一実施例による、ダクトリップ形状を有する空気ダクトの上面図の絵画表示図である。

【図 2 b】一実施例による、ダクトリップ形状を有する空気ダクトの透視図の絵画表示図である。

【図 2 c】一実施例による、ダクトリップ形状を有する空気ダクトの側面図の絵画表示図である。

【図 2 d】図 2 a ~ 2 c に図示された空気ダクトの広い横断面および狭い横断面のグラフである。

10

【図 3 a】一実施例による、ダクトリップ形状を有する空気ダクトの透視図の絵画表示図である。

【図 3 b】図 3 a に図示された空気ダクトの広い横断面および狭い横断面のグラフである。

【図 4】一実施例による、ダクテッドファン航空機のダクトリップを成形する方法を図示する流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

ダクテッドファン航空機は、その優れた静止空力ホバリング性能、3次元の精密な位置保持、低速飛行、精密な垂直離陸および着陸（「V T O L : v e r t i c a l t a k e - o f f a n d l a n d i n g」）ならびに安全な近距離運航で知られている。ダクテッドファン航空機は、自律的に操作を実行するように前もってプログラムされることができ、または人間の操縦者によって制御されうる。従って、ダクテッドファン航空機は、無人航空機（「U A V」）であることができる。

20

【 0 0 1 6 】

U A V は、U A V の飛行および操作を制御するための、搭載されたアビオニクス機材を有することができる。例えば、アビオニクスは方向、飛行、安定性補償、および他の飛行制御の態様を制御することができる。加えて、U A V は、U A V が果たすように割り当てられた任務に合わせて調整された様々な搭載機材を搬送することができる。U A V は、環境についての情報を得るための搭載センサを搬送することができ、またはU A V は、目標位置で降ろされるペイロードを搬送することができる。U A V を駆動するU A V エンジン

30

は、燃料がU A V に搭載されて搬送されることを要求する。アビオニクス機材、センサ、ペイロードおよび燃料は、U A V に貯蔵されることができる。

【 0 0 1 7 】

上記に考察したように、複数の飛行状況で効果的および制御可能であるためには、ダクテッドファン航空機は、複数の飛行状況でダクトリップの周りに汚染物質が少ない付着空気流を有することが好ましい。さらに、ダクテッドファン航空機は効果的で制御可能であるために、好都合な重力中心を有することが好ましい。均一なファン内部への流入速度プロファイルもまた、ダクトファン相互作用の音響的特性を最小にするために望ましい。

【 0 0 1 8 】

40

本発明は、有効なダクトリップの形状を有するダクテッドファン航空機、およびダクテッドファン航空機のダクトリップを成形する方法を記載する。この方法およびシステムは、ダクテッドファン航空機の空力的な要求、重力中心の要求、制御可能性要求、音響的要求、重量要求、抗力要求をやはり満たす一方で、ダクトリップ内の増加した体積を提供する。ダクトリップの形状は、ダクテッドファン航空機の空力的な要求、重力中心の要求、制御可能性要求、音響的要求、重量要求、抗力要求を維持するために注意深く制御される。さらに、好ましい実施形態によりダクトリップを成形することは、ダクトの周囲に沿って間隔を置いてダクトの内壁と外壁との間により大きな領域を生成することにより、ダクト内に追加の貯蔵庫を提供する様々なダクト設計につながり、および/またはその様々なダクト設計に組み込まれることができる。

50

【 0 0 1 9 】

好ましい実施形態によるダクトリップ形状を有するダクトは、図 2 a ~ 2 d を参照して説明されることができる。図 2 a ~ 2 c は、好ましい実施形態による空気ダクト 2 0 0 の絵画表示図である。ダクト 2 0 0 は、図 1 に図示されたダクトファン航空機 1 0 0 などのダクトファン航空機向けダクトであることができる。具体的には、図 2 a は好ましい実施形態によるダクトリップ形状を有する空気ダクト 2 0 0 の上面図の絵画表示図である。図 2 b は、好ましい実施形態によるダクトリップ形状を有する空気ダクト 2 0 0 の斜視図の絵画表示図である。図 2 c は、好ましい実施形態によるダクトリップ形状を有する空気ダクト 2 0 0 の側面図の絵画表示図である。さらに、図 2 d は、図 2 a ~ 2 c に図示された空気ダクト 2 0 0 の広い横断面および狭い横断面のグラフである。

10

【 0 0 2 0 】

図 2 a ~ 2 c に図示されるように、ダクト 2 0 0 はダクトリップ 2 0 2 を有する。ダクトリップ 2 0 2 は、内側ダクトリップ部分 2 0 4 および外側ダクトリップ部分 2 0 6 を備える。ダクトの横断面は、ダクトの中心線から半径方向に出る平面から取られることができる。ダクト 2 0 0 は、ダクトの周囲の周りの複数の横断面を有する。例えば、横断面は N - N によって図示された線で取られることができ、それはダクトの狭い部分での横断面である。さらに、横断面はまた、W - W によって図示された線で取られることもでき、それはダクト 2 0 0 の広い部分での横断面である。さらに、横断面は周囲に沿った任意の他の点で取られることもできる。

【 0 0 2 1 】

20

各ダクト横断面はダクトリップのハイライト位置 2 0 8 および最大半径方向距離の位置 2 1 0 を含む。さらに、ダクト 2 0 0 は、首部が位置する位置 2 1 2 を有する。この首部はダクトリップが終わり、ファン覆い 2 1 1 が始まる位置である。ファン覆い 2 1 1 はファンが位置するダクトファン部分である。横断面ならびに位置 2 0 8、2 1 0、および 2 1 2 は図 2 d に関連してさらに説明されることができる。図 2 d はダクトの 2 つの横断面を図示する。具体的には、図 2 d は、図 2 a の線 N - N に沿って取られた狭い横断面 2 1 6 および図 2 a の線 W - W に沿って取られた広い横断面 2 1 8 を図示する。図 2 d では、X 軸がダクトの軸方向の高さを示し、Y 軸はダクト中心からのダクトの半径長を示す。これらの横断面に関連する値は、好ましい実施形態による実施例にすぎないことが理解されるべきである。具体的な値は、所望のダクトサイズ、所望の空力的特性および他の追加の設計パラメータにより変動することがある。

30

【 0 0 2 2 】

ダクトリップのハイライト位置 2 0 8 は軸方向でダクトリップ 2 0 2 の最前先端部である。狭い横断面 2 1 6 のダクトリップのハイライト位置は図 2 d の 2 0 8 n で示され、広い横断面 2 1 8 のダクトリップのハイライト位置は図 2 d の 2 0 8 w で示される。この種の表記法は、狭い横断面 2 1 6 向けと広い横断面 2 1 8 向けのある位置を区別するために図 2 d の他の位置で使用される。ダクトリップのハイライト位置 2 0 8 で、ダクトの湾曲は半径方向に出る線に接する。言い換えれば、ダクトリップのハイライト位置は、ダクトリップが半径方向に接する位置である。最大半径方向距離の位置 2 1 0 は、横断面の最大半径方向の厚さの点である。位置 2 1 2 は、内側ダクトリップ部分 2 0 4 が終わり、ファン覆いが始まる空気ダクト 2 0 0 の首部の位置である。

40

【 0 0 2 3 】

内側ダクトリップ部分 2 0 4 は、ダクトリップのハイライト位置 2 0 8 から首部位置 2 1 2 まで達するダクトリップの部分である。内側ダクトリップ部分 2 0 4 の形状は、位置 2 0 8 と 2 1 2 との間の曲線によって画定される。外側ダクトリップ部分 2 0 6 は、ダクトリップのハイライト位置 2 0 8 から最大の半径方向厚さの位置 2 1 0 まで達する。図 2 d に示すように、位置 2 1 0 w は位置 2 1 0 n よりも大きな半径方向の厚さを有する。外側ダクトリップ部分 2 0 6 の形状は位置 2 0 8 と 2 1 0 との間の曲線によって画定される。

【 0 0 2 4 】

50

ダクト 200 の各横断面は、ダクト 200 の a / b 比率として画定される特性を有する。a / b 比率では、a は、ダクトリップのハイライト位置 208 から首部が位置する位置 212 まで軸方向に達する線 220 によって画定される。さらに、b は、首部が位置する位置 212 からダクトリップのハイライト位置 208 まで半径方向に達する線 222 によって画定される。a / b 比率は、距離 a が距離 b によって割られるときに得られる比率である。

【0025】

好ましい実施形態によれば、a / b 比率は、ダクトの周囲に沿って取られた各横断面内で実質的に同じである。図 2 d に図示されるように、a および b は狭い横断面 216 および広い横断面 218 に対して同じであるので、広い横断面 218 の a / b 比率は、狭い横断面 216 の a / b 比率に等しい。図 2 d のような好ましい実施形態では、各横断面の a / b 比率は 2 に等しい。これは a の距離が b の距離の 2 倍であることを意味する。他の a / b 比率も同様に可能である。例えば、a / b 比率は 1.5 ~ 3 の範囲であることができる。さらに、ダクト 200 の各横断面の a / b 比率はまったく同じではないことがある。例えば、各横断面の各 a / b 比率が別の割合の範囲であってもよい。この割合は変動可能である。例えば、各横断面の a / b 比率は他の横断面の 10 % 以内であることができる。

【0026】

図 2 a ~ 2 d に図示された好ましい実施形態では、ハイライトの軸方向の高さは各横断面に対して一定のままである。図 2 d でわかるように、狭い横断面 216 のハイライト位置（すなわち 208 n）は、広い横断面 218 のハイライト位置（すなわち 208 w）と同じである。しかし、最大厚さの位置の半径方向距離は、複数の横断面によって変動することができる。従って、周囲に沿って取られた複数の横断面の少なくともいくつかの形状が異なる形状である。図 2 d に図示されるように、狭い横断面 216 の最大半径方向距離の位置 210 n は約 7 に等しく、広い横断面 218 の最大半径方向距離の位置 210 w は約 8.25 に等しい。好ましい実施形態では、ダクト 200 は、ダクト 200 の角に位置する 4 つの広い横断面を有する。この種の横断面設計は、ダクトの外側の角で複数のバルジを有するダクトにつながる。例えば、この種の横断面設計により、図 2 b に示す正方形型ダクト設計につながる。

【0027】

図 2 d では、狭い横断面 216 および広い横断面 218 の両方のダクト尾部縁 230 からのハイライトの軸方向高さは、約 5.405 に等しい。この高さはまた、コードとしても知られている。このコードは、所望のダクトサイズおよび追加の設計パラメータに応じて、より大きい、またはより小さいことがある。

【0028】

好ましい実施形態では、内側ダクトリップ部分 204 は楕円形に成形されることができる。楕円形状は以下の方程式によって定義されうる：

【0029】

【数 1】

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1.$$

【0030】

この場合、a / b 比率の a は楕円の半長軸を示し、b は楕円の半短軸を示す。内側ダクトリップ部分は、楕円の 1 四分円によって画定される曲線であることができる。しかし、内側ダクトリップ部分 204 曲線は、1 四分円より大きいことも小さいこともある。

【0031】

代替の好ましい実施形態では、内側ダクトリップ部分 204 は超楕円形状である。超楕円形状は以下の方程式によって定義されうる。

【0032】

10

20

30

40

50

【数 2】

$$\left| \frac{x}{a} \right|^n + \left| \frac{y}{b} \right|^n = 1$$

【0033】

好ましい実施形態では、超楕円形状は累乗指数 n が $1.9 \sim 2.5$ の範囲である上記の方程式によって定義されうる。しかし、累乗指数 n はダクトの設計パラメータおよびダクトリップでの所望の空気流状況に応じて、より大きい、またはより小さいことがある。例えば、累乗指数 n は 5 と同じ大きさであることがある。

10

【0034】

外側ダクトリップ部分 206 の形状は、実質的に丸みを帯びていることがある。例えば、外側ダクトリップ部分は円または楕円であることができる。他のなめらかな形状、または実質的に連続する湾曲形状もまた可能である。

【0035】

好ましい実施形態によれば、内側ダクトリップ部分 204 および外側ダクトリップ部分 206 は実質的に連続する湾曲であることが好ましい。図 2b に図示されるように、ダクトリップの設計は、ダクトリップの設計パラメータがダクトの周囲の周りになめらかに変動するようになっている。従って、最大ダクトリップ横断面 218 から小さいダクトリップ横断面 216 までなめらかで均一な移行がある。連続する湾曲であるためには、内側ダクトリップ部分 204 および外側ダクトリップ部分 206 は周囲に沿った湾曲内で鋭角を有することができない。むしろダクトリップの部分の湾曲内の変化は、なめらかで漸次に起こるべきである。具体的には、ダクトリップ上で 2 つの曲線が接合する所与の点で、その先端が湾曲内の連続を表すことがある。従って、位置、接線および所与の点で接合した複数の面の間の湾曲半径は、一致するべきである。もし 2 つの曲線が所与の点で結合し、結合部を横切るときに結合部で鋭く曲がるように、2 つの曲線が存在するならば、面の間の位置および接線は一致するが、2 つの曲線の湾曲半径は一致しない。従って、線は位置的および接線方向に連続的であるが、線は連続する湾曲ではない。ダクトリップは、ダクトの周囲全体にわたって実質的な湾曲連続を示すことが好ましい。

20

【0036】

実質的に連続する湾曲という言葉は、面の実質的割合が連続する湾曲のままであることを意味し、一方でダクトリップの湾曲連続のわずかな偏差を許容すると理解されるべきである。従って、実質的に連続する湾曲であることは、ダクトリップがダクトリップ上のすべての数学的な各点で湾曲連続を示さねばならないことを要求するのではないことを理解するべきである。湾曲連続は、製造欠陥および/または使用および運搬によるダクテッドファン航空機の通常の摩損により、破壊されうる。例えば、ダクトの内側ダクトリップ部分 204 または外側ダクトリップ部分 206 の表面の小さな部分が、ダクテッドファンの製造工程または使用中に引っ掻かれ、へこまされることがある。このような引っ掻きおよびへこみは、引っ掻きまたはへこみの点で表面の湾曲連続を壊すことがある。さらに、ダクトの部分を埋め、またはダクトの縁を伸ばすためにダクトの周りにフィレットが使用されることがある。フィレットの使用は接線方向の連続点をもたらすが、湾曲連続はもたらさない。従って、いくつかの場合、内側ダクトリップ部分 204 および外側ダクトリップ部分 206 の面全体（すなわち表面の 100%）が連続する湾曲ではないことがあるが、それでも表面は実質的に連続する湾曲のままであることができる。実質的に連続する湾曲であるためには、ダクトの大きな割合が周囲の周りに連続する湾曲であることができる。例えば、もしダクトリップの表面がダクトリップ上の表面位置の 90% 上で連続する湾曲であるならば、ダクトリップは実質的に連続する湾曲である。

30

40

【0037】

さらに、図 2d に図示されるように、横断面の外側リップの鈍さは変動することができる。外側リップの鈍さは以下のように定義されることができる：

50

【 0 0 3 8 】

【 数 3 】

$$\frac{(X \text{ の } 5\% \text{ である軸方向位置での } Y \text{ の値})}{(X \text{ の } 10\% \text{ である軸方向位置での } Y \text{ の値})} = \frac{Y}{X} \cdot \frac{Y}{R_H}$$

【 0 0 3 9 】

Y はハイライト位置 2 0 8 から最大の半径方向厚さの位置 2 1 0 までの半径方向距離に等しく、X はハイライト位置 2 0 8 から最大の半径方向厚さの位置 2 1 0 までのダクトの軸方向に下方への距離に等しく、 R_H はハイライトの半径に等しい。図 2 d では、外側リップの鈍さは約 0 . 0 5 ~ 0 . 3 5 の間で変動する。しかし、外側鈍さの範囲は異なることがある。例えば、外側鈍さは 0 . 2 5 ~ 0 . 4 の範囲でありうる。外側リップの鈍さは、所望のダクトサイズ、所望の空力的特性およびダクトの追加の設計パラメータに応じて異なって変動することがあることが理解されるべきである。

10

【 0 0 4 0 】

実験的分析によれば、ダクトリップ 2 0 2 のダクトリップ形状は少ないひずみ、および低減された抗力によってダクテッドファン航空機の空力的要求を満たすことを示した。説明されたダクトリップ 2 0 2 の形状は様々な流れ状況で良好な流れ付着をもたらし、およびファン面で速度および圧力を均一に保ち、一方では貯蔵を助けるためにダクトリップの幾何形状の変形を可能にする。ダクト周りの周囲に均一な流れを維持することにより、音響問題を起こすファンの周りの圧力変動を削減する。ダクトの幾何形状の増加した厚さは、ダクト内に貯蔵される機器のための追加の貯蔵空間をもたらす。例えば、追加の貯蔵体積は、制限なく、アビオニクス機材、センサ、ペイロードおよび燃料を貯蔵するために使用されうる。ダクトのコードおよび電氣的構成要素のサイズに応じて、外側ダクトリップ部分横断面は、同じリップの高さを維持する一方で、必要に応じて変化されることがある。

20

【 0 0 4 1 】

図 2 a ~ 2 d に図示されたダクトは、任意のダクテッドファンに使用可能である。上述のように、ダクト 2 0 0 は、ダクテッドファン航空機 1 0 0 などのダクテッドファン航空機内部に組み込まれることができる。さらに、ダクトは最高に速い速度を有しない従来の航空機内に使用されうる。ダクトは低速で航空機の推力を増加させるであろう。さらに、上述の内側ダクトリップ形状は、機首にファンを有する複合攻撃戦闘ジェット機で使用されうる。他の適用もまた可能である。

30

【 0 0 4 2 】

別の好ましい実施形態が、図 3 a ~ 3 b に図示されている。別の好ましい実施形態によるダクトリップ形状を有するダクトが、図 3 a ~ 3 b を参照することにより説明されうる。具体的には、図 3 a は、好ましい実施形態によるダクトリップ形状を有する空気ダクト 3 0 0 の斜視図の絵画表示図である。図 3 b は、図 3 a に図示された空気ダクト 3 0 0 の広い横断面および狭い横断面のグラフである。

【 0 0 4 3 】

図 3 a に図示されるように、ダクト 3 0 0 はダクトリップ 3 0 2 を有する。ダクトリップ 3 0 2 は内側ダクトリップ部分 3 0 4 および外側ダクトリップ部分 3 0 6 を備える。ダクトの横断面はダクトの周囲に沿って取られることができる。例えば、横断面は 1 - 1 によって図示された線で取られることができ、それはダクトの広い部分の横断面である。横断面は 2 - 2 によって図示された線で取られることもでき、それはダクト 3 0 0 の狭い部分の横断面である。さらに、横断面は周囲に沿った他の任意の点で取られることができる。従って、ダクト 3 0 0 はダクトの周囲の周りに複数の横断面を有する。

40

【 0 0 4 4 】

各ダクト横断面はダクトリップのハイライト位置 3 0 8 および最大半径方向距離の位置 3 1 0 を含む。さらに、ダクト 3 0 0 は首部が位置する位置 3 1 2 を有する。首部は内側

50

ダクトリップが終わり、ファン覆いが始まるダクトドファン位置である。

【0045】

横断面ならびに位置308、310、および312は図3bに関連してさらに説明されることができる。図3bはダクトの2つの横断面を図示する。具体的には、図3bは、図3aの線2-2に沿って取られた狭い横断面316および図3aの線1-1に沿って取られた広い横断面318を図示する。図3bで、X軸はダクトの軸方向の高さを示し、Y軸はダクトの中心からのダクトの半径長を示す。これらの横断面に関連する値は好ましい実施形態の実施例にすぎないことを理解するべきである。具体的な値は、所望のダクトサイズ、所望の空力的特性および他の設計パラメータによって変動されうる。

【0046】

図2a~2dに関連して説明されたダクトに類似して、ダクトリップのハイライト位置308は軸方向でダクトリップ302の最前先端部である。狭い横断面316のダクトリップのハイライト位置は図3bの308_nで示され、広い横断面318のダクトリップのハイライト位置は図3bの308_wで示される。この種の表記法は、狭い横断面316と広い横断面318のある位置を区別するために図3bの他の位置で使用される。最大半径方向距離の位置310は、横断面の最大の半径方向厚さの点である。位置312は、空気ダクト300の首部が始まる位置であり、ダクトリップの内側部分304が終わる位置である。

【0047】

内側ダクトリップ部分304は、ダクトリップのハイライト位置308から首部位置312まで達するダクトリップの部分である。内側ダクトリップ部分304の形状は、位置308と312との間の曲線によって画定される。外側ダクトリップ部分306は、ダクトリップのハイライト位置308から最大の半径方向厚さの位置310まで達する。外側ダクトリップ部分306の形状は、位置308と310との間の曲線によって画定される。

【0048】

各横断面は、ダクトリップ302のa/b比率として画定される特性を有する。図2a~2dに関連して説明されたように、a/b比率ではaは、ダクトリップのハイライト位置308から首部が位置する位置312まで軸方向に達する線によって画定される。さらに、bは、首部位置312からダクトリップのハイライト位置308まで半径方向に達する線によって画定される。

【0049】

図3a~3bでは、a/b比率はダクトの周囲に沿って取られた各横断面で実質的に同じである。図3bに図示されるように、広い横断面318に対するa/b比率は、狭い横断面316に対するa/b比率に等しい。具体的には広い横断面318に対するaはa_wに等しく、広い横断面に対するbはb_wに等しい。狭い横断面に対しては、aはa_nに等しく、bはb_nに等しい。わかるように、a_w/b_wはa_n/b_nに等しい。図3bでは、各横断面のa/b比率は2に等しい。図2dに図示されたダクト200とは異なり、ハイライト位置の軸方向の高さは異なる横断面に対して変化する。わかるように、a/b比率を各横断面に対して同じに保つためには、ハイライト位置の半径方向距離もまた変化し、aが大きくなるときbを大きくする。

【0050】

図2dと同様に、各横断面のa/b比率はまったく同じではない可能性がある。例えば、各横断面の各a/b比率は別の割合の範囲内であることができる。この割合は変動することがある。例えば、各横断面のa/b比率は他の横断面の10%以内であることがある。

【0051】

図3a~3bに図示された好ましい実施形態では、ハイライトの軸方向の高さは複数の横断面に対して変動し、最大厚さの位置の半径方向距離は複数の横断面に対して変動することがある。図3bに図示されるように、狭い横断面316に対してハイライトの軸方向

10

20

30

40

50

の高さの位置は0（約5.4のコード長に相当する）であり、最大半径方向距離の位置は約7である。広い横断面318に対して、ハイライトの位置は約1.7（約7のコード長に相当する）であり、最大半径方向距離の位置は約8.25である。

【0052】

ダクトが、広い横断面318が周囲に沿って他のそれぞれの広い横断面から約90度離隔されるような4つの広い横断面、および広い横断面の間の狭い横断面316などの狭い横断面を有するように設計されるとき、横断面の設計は図3aに示された爪型ダクト設計をもたらす。ダクト300は、ダクトの周囲の全体にわたって、複数の頂点320、322、324、326および対応する複数の谷321、323、325、327を有する。頂点および谷の数は、設計パラメータおよび所望の空気流状況特性に応じて変動することができる。好ましい実施形態では、ハイライトの軸方向の高さは前方飛行時に頂点によって流れの妨害を低減するために、谷に向かってわずかに偏向することができる。ダクト300のコード長は約5.4～6の間で変動する。しかし、コードは所望の設計パラメータに応じてより大きい、またはより小さくすることができる。

10

【0053】

図2a～2dと同様に、内側ダクトリップは楕円に成形され、または超楕円に成形されることができる。好ましい実施形態では、超楕円形状は、累乗指数nが1.5～2.5の範囲である上記の方程式によって定義される。しかし、累乗指数nはダクトの設計パラメータおよびダクトリップでの所望の空気流状況に応じて、より大きい、またはより小さくすることができる。例えば、累乗指数nは5と同じ大きさであることができる。さらに、外側ダクトリップ部分306の形状は実質的に丸いことがある。例えば、外側ダクトリップ部分は円または楕円でありうる。他のなめらかで実質的に連続する湾曲形状も同様に可能である。

20

【0054】

上述のダクト200に類似して、内側ダクトリップ部分304および外側ダクトリップ部分306は、実質的に連続する湾曲であることが好ましい。軸方向の高さの変化は実質的になめらかであるべきである（すなわち実質的に連続する湾曲）。

【0055】

さらに、ダクト300などのダクトの各横断面は、以下の方程式によって定義された縮小比率を有する：

30

$$\left(R_H / R_T \right)^2 .$$

R_H はハイライトの半径であり、 R_T は首部の半径である。図3a～3bに図示された実施形態では、縮小比率は約1.32～1.7まで変動する。しかし、縮小比率は所望の設計パラメータに応じて変動することができる。例えば、縮小比率は1.15～2の間で変動することができる。他の範囲も同様に可能である。図2dを参照すると、ハイライトの半径および首部の半径は各横断面に対して一定であるので、ダクト200の各横断面の縮小比率は同じである。

【0056】

より大きい縮小比率は、ダクトリップ上方のより低い最高速度およびより小さい反対圧力勾配に対応し、その結果、より大きな範囲の速度および攻撃角度内でのより安定的な附着流をもたらす。頂点のハイライトと谷のハイライトとの間の軸方向の距離は、表面に沿った周囲の変化の性質と共に、ファン内部に入る渦の軸方向の速度に影響を及ぼすことができる。顕著な相違がダクトの周りの周囲の位置の流れ内で起こるとき、ファン翼上の不安定な、あるいは起こりうる調和的圧力変動による音響的特性の増加が存在する。有利なことに、ダクトの周りの頂点から谷までの横断面の湾曲に漸次変化を生成することにより、この種の変動を低減する。

40

【0057】

図3bに図示されたように、横断面の外側リップの鈍さは変動することができる。例えば、図3bでは外側リップの鈍さは約0.05～0.07の間で変動することができる。しかし、外側の鈍さの範囲は異なることがある。例えば、外側の鈍さは0.025から0

50

． 0 8 まで変動することができる。外側リップの鈍さは、所望のダクトサイズ、所望の空力的特性およびダクトの追加の設計パラメータに応じて、異なって変動することができることを理解されるべきである。

【 0 0 5 8 】

実験的分析によれば、ダクトリップ 3 0 2 のダクトリップ形状は少ないひずみ、および低減された抗力によってファンおよび航空機の空力的要求を満たすことを示した。説明されたダクトリップ 3 0 2 の形状は様々な流れ状況で良好な流れ付着をもたらし、およびファン面で速度および圧力を一定に維持し、一方では貯蔵を助けるためにダクトリップの幾何形状の変形を可能にする。ダクト周りの周囲に均一な流れを維持することにより、音響問題を起こすファンの周りの圧力変動を削減する。ダクトの幾何形状の増加した厚さは、ダクト内に貯蔵される機器のための追加の貯蔵空間をもたらす。例えば、追加の貯蔵空間は、限定しないが、アビオニクス機材、センサ、ペイロードおよび燃料を収納するために使用されうる。

【 0 0 5 9 】

加えて、頂点 3 2 0、3 2 2、3 2 4、3 2 6 および谷 3 2 1、3 2 3、3 2 5、3 2 7 の設計を調整することは、ダクト 3 0 0 を利用するダクテッドファン航空機の重力中心を調整するために有益であることがある。安定性のために、ダクテッドファン航空機の重力中心はダクトリップに、またはダクトリップより上にあるべきである。これを達成するために、ダクトリップのハイライトの部分は谷に関して高くされることができる。この爪型ダクトリップにより、内部構成要素がダクトリップ内でより高く配置されることが可能であり、そのことは結果として機体の重力中心を上に移動させる。燃料もまた、重力中心に近づけるためにダクト頂点内部に配置されてもよく、それにより燃料の消費による重力中心の移動が減少する。外側ダクトリップ部分の半径長は、ダクトの内部体積を制御するために、ハイライトの距離が変化するとき、ダクトの周りの周囲で変動することができる。

【 0 0 6 0 】

図 3 a ~ 3 b に図示されたダクトは、任意のダクテッドファンに使用可能である。例えば、ダクト 3 0 0 は、ダクテッドファン航空機 1 0 0 などのダクテッドファン航空機内部に組み込まれることができる。さらに、ダクトは最高に速い速度を有しない従来の航空機内に使用されうる。ダクトは低速で航空機の推力を増加させるであろう。さらに、上述の内側ダクトリップ形状は、機首にファンを有する複合攻撃戦闘ジェット機で使用されうる。他の適用もまた可能である。

【 0 0 6 1 】

図 4 は、空気ダクト 2 0 0 または空気ダクト 3 0 0 などの空気ダクトのリップを成形するための方法 4 0 0 を図示する流れ図である。工程は、製造機械および/または人によって実行されることができる。図 4 に図示された実施例は、ダクテッドファン航空機を建造する製造工程中に実行されることができる。区画 4 0 2 で、ダクトリップの複数の横断面の少なくともいくつかが異なる形状を有する、ダクトリップを有するダクトを設計することができる。例えば、図 2 a ~ 2 d および 3 a ~ 3 b に図示されたダクトを設計することができる。区画 4 0 4 で、各横断面の a / b 比率が実質的に同じであるようにダクトリップの形状を設計することができる。また、ダクトの周囲の周りのダクトリップ形状が、ダクトリップの形状がダクトリップの周囲の周りに実質的に連続する湾曲であるようにダクトリップの形状を設計することができる。

【 0 0 6 2 】

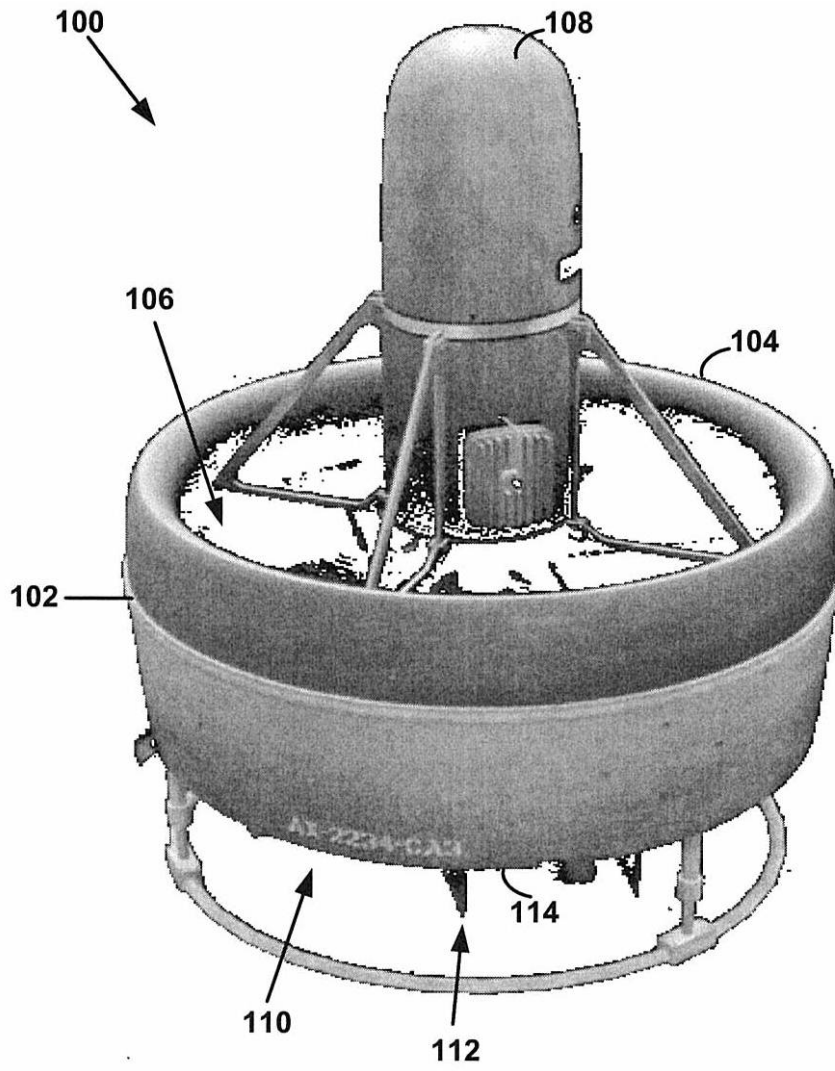
例示的实施形態は例示にすぎないことを理解されるべきであり、本発明の範囲を限定するように取られるべきではない。特許請求の範囲は、その旨言及されない限り、説明された順序または要素を制限するものとして読まれるべきではない。従って、以下の特許請求の範囲およびその相当物の範囲内および趣旨内になるすべての実施形態は、本発明として請求される。

【 符号の説明 】

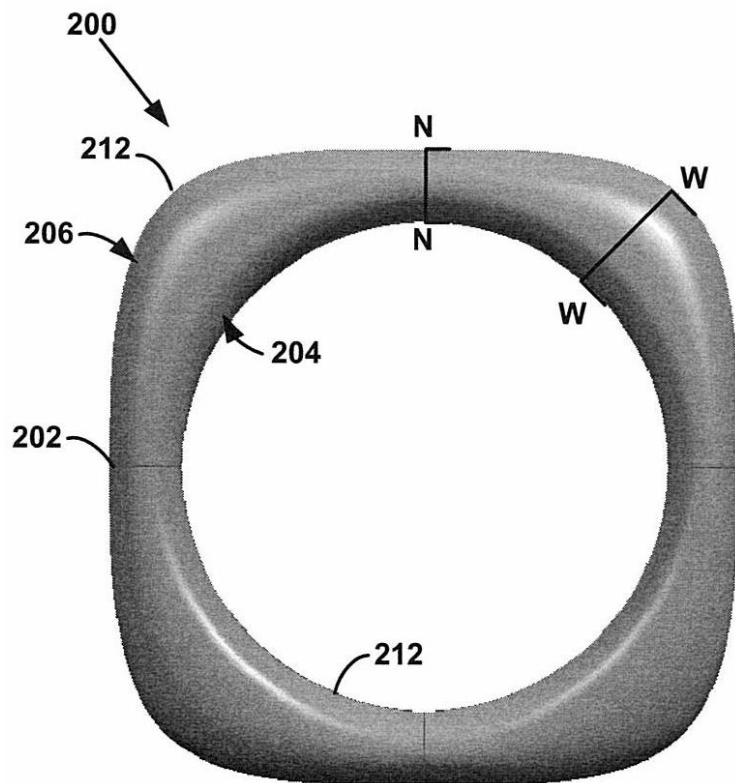
【 0 0 6 3 】

1 0 0	ダクトファン航空機	
1 0 2	空気ダクト	
1 0 4	ダクトリップ	
1 0 6	ファン	
1 0 8	中央本体	
1 1 0	固定子組立体	
1 1 2	ベーン	
1 1 4	空気ダクト 1 0 2 の出口部分	
2 0 0	空気ダクト	10
2 0 2	ダクトリップ	
2 0 4	内側ダクトリップ部分	
2 0 6	外側ダクトリップ部分	
2 0 8	ダクトリップのハイライト位置	
2 0 8 n	狭い横断面 2 1 6 のダクトリップのハイライト位置	
2 0 8 w	広い横断面 2 1 8 のダクトリップのハイライト位置	
2 1 0	最大半径方向距離	
2 1 0 n	狭い横断面 2 1 6 の最大の半径方向距離の位置	
2 1 0 w	広い横断面 2 1 8 の最大の半径方向距離の位置	
2 1 1	ファン覆い	20
2 1 2	首部位置	
2 1 6	狭い横断面	
2 1 8	広い横断面	
2 2 0	ハイライト位置 2 0 8 から首部位置 2 1 2 まで軸方向に達する線	
2 2 2	首部位置 2 1 2 からハイライト位置 2 0 8 まで半径方向に達する線	
2 3 0	ダクト尾部縁	
3 0 0	ダクト	
3 0 2	ダクトリップ	
3 0 4	内側ダクトリップ	
3 0 6	外側ダクトリップ	30
3 0 8	ダクトリップのハイライト位置	
3 0 8 n	狭い横断面 3 1 6 のダクトリップのハイライト位置	
3 0 8 w	広い横断面 3 1 8 のダクトリップのハイライト位置	
3 1 0	最大半径方向の厚さの位置	
3 1 2	首部位置	
3 1 6	狭い横断面	
3 1 8	広い横断面	
3 2 0	頂点	
3 2 1	谷	
3 2 2	頂点	40
3 2 3	谷	
3 2 4	頂点	
3 2 5	谷	
3 2 6	頂点	
3 2 7	谷	
4 0 0	空気ダクトのリップを成形するための方法	

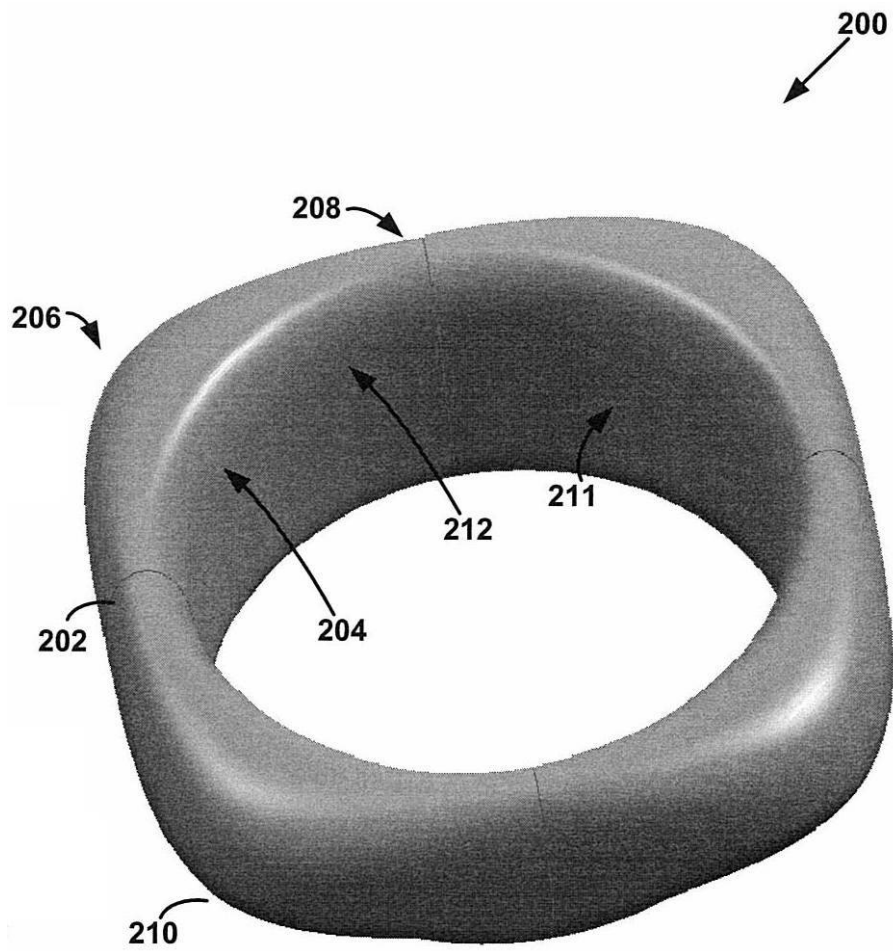
【図1】



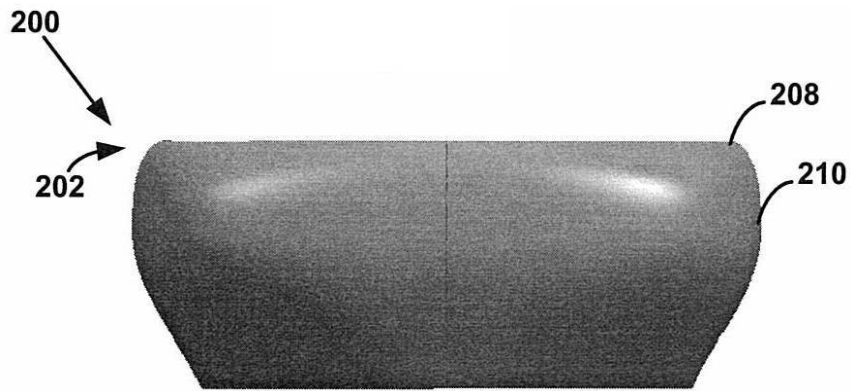
【図 2 a】



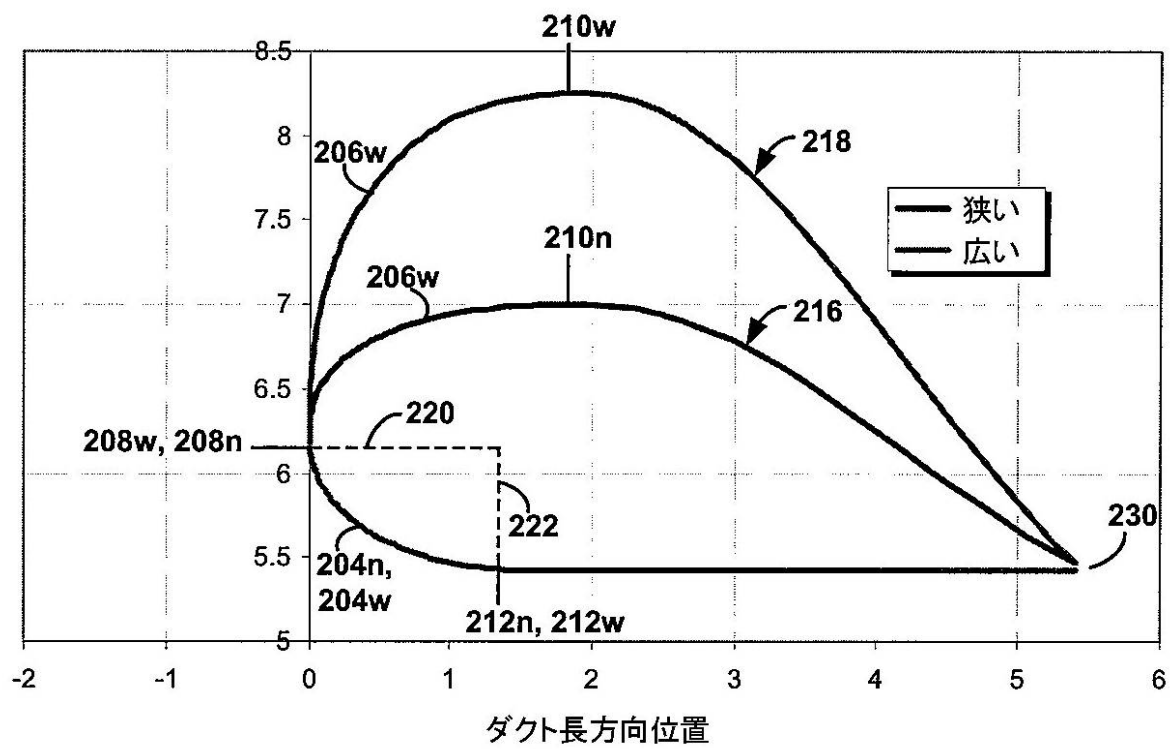
【図 2 b】



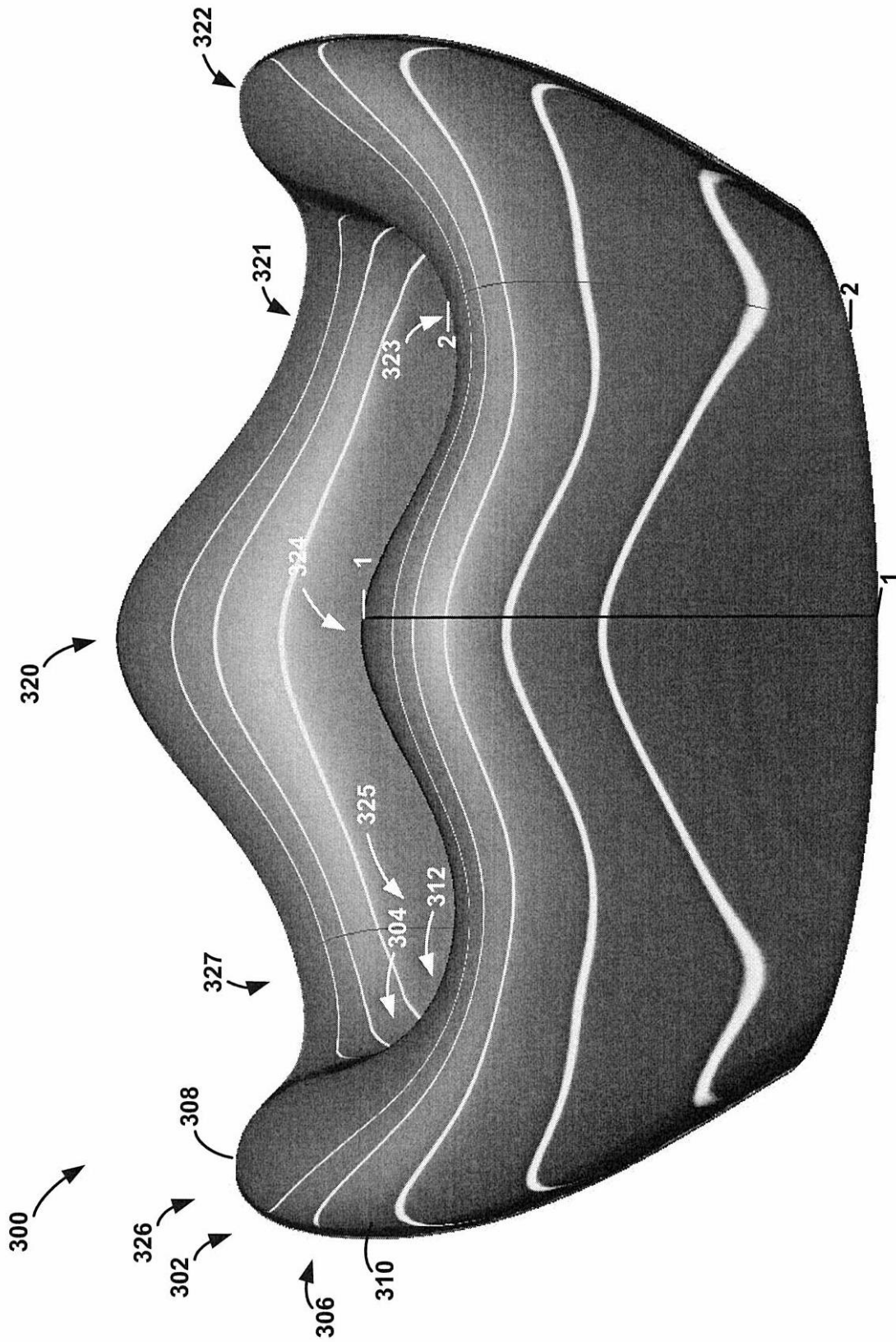
【図 2 c】



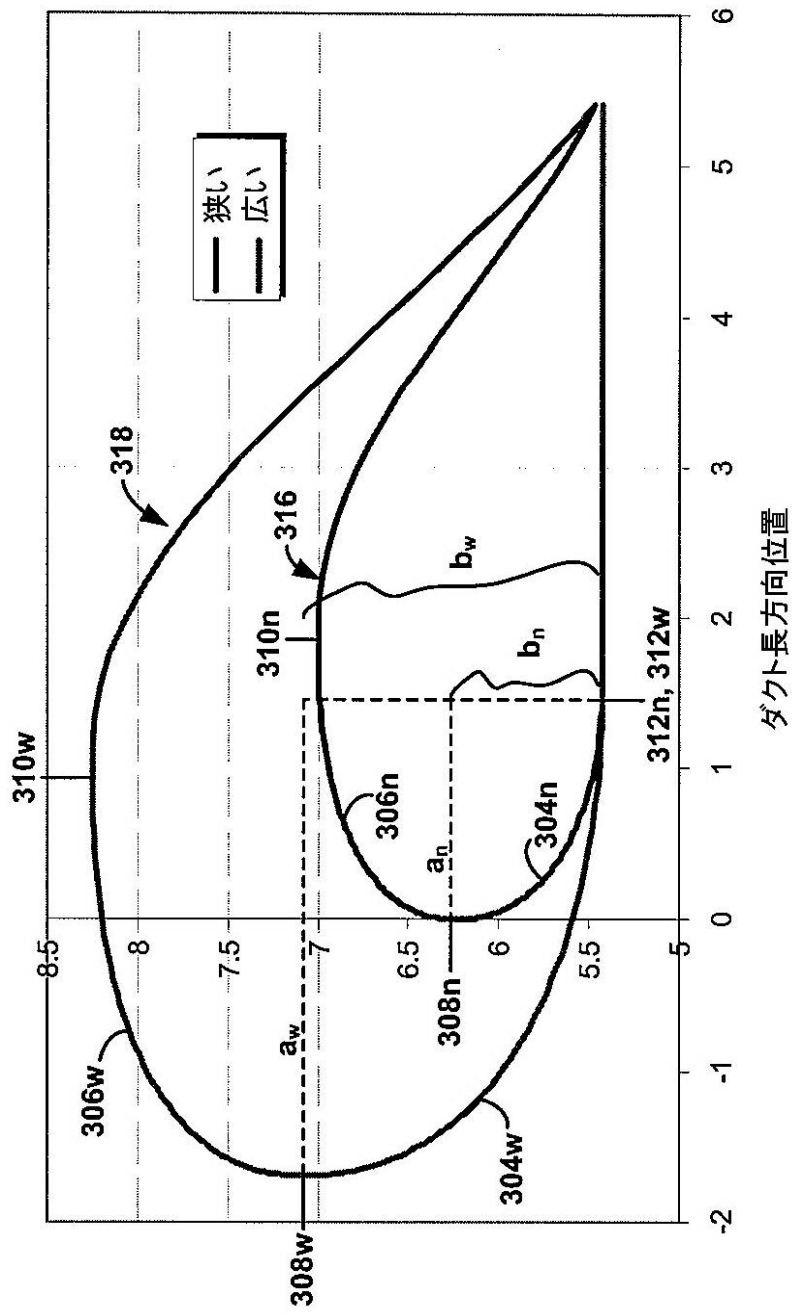
【図 2 d】



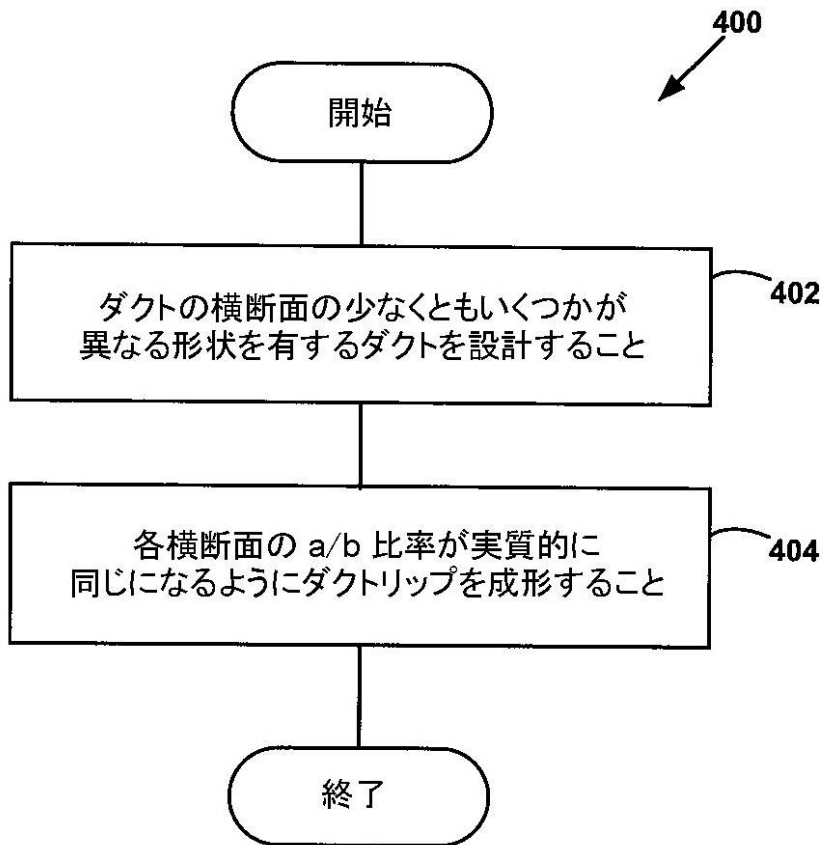
【図 3 a】



【図 3 b】



【図 4】



フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100117640

弁理士 小野 達己

(72)発明者 アダム・エンツミンガー

アメリカ合衆国ニュージャージー州 0 7 9 6 2 - 2 2 4 5 , モーリスタウン , コロンビア・ロード
1 0 1 , ピー・オー・ボックス 2 2 4 5 , ハネウエル・インターナショナル・インコーポレー
テッド , パテント・サーヴィシズ エム/エス エイビー/2ビー

(72)発明者 ブルース・ダン・ブルディン

アメリカ合衆国ニュージャージー州 0 7 9 6 2 - 2 2 4 5 , モーリスタウン , コロンビア・ロード
1 0 1 , ピー・オー・ボックス 2 2 4 5 , ハネウエル・インターナショナル・インコーポレー
テッド , パテント・サーヴィシズ エム/エス エイビー/2ビー

審査官 黒田 暁子

(56)参考文献 特表平 0 8 - 5 0 3 6 7 2 (J P , A)

特公昭 3 8 - 0 2 5 6 3 3 (J P , B 1)

特開昭 5 9 - 0 5 9 5 9 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 6 4 C 2 9 / 0 0

B 6 4 C 3 9 / 0 2

B 6 4 D 2 9 / 0 0