

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-202002

(P2017-202002A)

(43) 公開日 平成29年11月16日(2017.11.16)

(51) Int.Cl.  
A63B 67/187 (2016.01)

F1  
A63B 67/187

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2016-93666 (P2016-93666)  
(22) 出願日 平成28年5月9日(2016.5.9)

(71) 出願人 390010917  
ヨネックス株式会社  
東京都文京区湯島3-23-13  
(71) 出願人 504157024  
国立大学法人東北大学  
宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号  
(74) 代理人 110000176  
一色国際特許業務法人  
(72) 発明者 松島 由祐  
東京都文京区湯島3-23-13 ヨネッ  
クス株式会社内  
(72) 発明者 阪口 巧  
東京都文京区湯島3-23-13 ヨネッ  
クス株式会社内

最終頁に続く

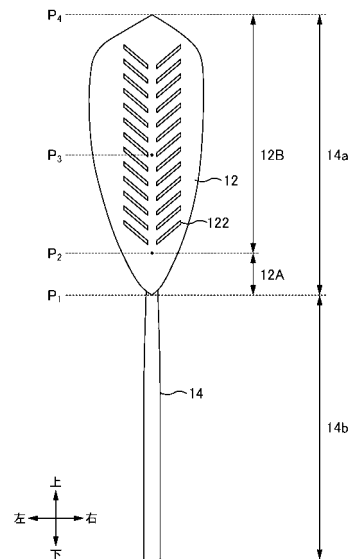
(54) 【発明の名称】 シャトルコック用人工羽根、及び、シャトルコック

(57) 【要約】

【課題】 飛行性能の向上を図る。

【解決手段】 シャトルコックのベース部に円環状に植設されるシャトルコック用人工羽根であって、羽部と、軸方向の一端が前記ベース部に固定され、他端側に設けられた前記羽部を支持する羽軸部と、を備え、前記羽部には、当該羽部を貫通する孔が形成されており、前記羽部の第1領域であって、前記軸方向の前記一端側の縁から前記軸方向の中心よりも前記一端側の所定位置までの第1領域の空隙率が、前記所定位置から前記軸方向の前記他端側の縁までの第2領域の空隙率よりも小さい。

【選択図】 図7



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

シャトルコックのベース部に円環状に植設されるシャトルコック用人工羽根であって、羽部と、軸方向の一端が前記ベース部に固定され、他端側に設けられた前記羽部を支持する羽軸部と、を備え、

前記羽部には、当該羽部を貫通する孔が形成されており、

前記羽部の第 1 領域であって、前記軸方向の前記一端側の縁から前記軸方向の中心よりも前記一端側の所定位置までの第 1 領域の空隙率が、前記所定位置から前記軸方向の前記他端側の縁までの第 2 領域の空隙率よりも小さい、ことを特徴とするシャトルコック用人工羽根。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載のシャトルコック用人工羽根であって、

前記第 1 領域の空隙率は 0 % である、

ことを特徴とするシャトルコック用人工羽根。

**【請求項 3】**

請求項 1 又は請求項 2 に記載のシャトルコック用人工羽根であって、

前記所定位置は、前記シャトルコックの飛行時に、前記羽部の一方の面と他方の面との圧力差が最大になる位置である、

20

ことを特徴とするシャトルコック用人工羽根。

**【請求項 4】**

請求項 1 ~ 3 の何れかに記載のシャトルコック用人工羽根であって、

前記孔は複数形成されており、

前記羽部の前記一端側の縁から前記所定位置までの長さは、隣接する前記孔同士の間隔よりも大きい、

ことを特徴とするシャトルコック用人工羽根。

**【請求項 5】**

請求項 1 ~ 4 の何れかに記載のシャトルコック用人工羽根であって、

前記孔は、長孔である、

ことを特徴とするシャトルコック用人工羽根。

30

**【請求項 6】**

請求項 1 ~ 5 の何れかに記載のシャトルコック用人工羽根であって、

前記羽部全体の空隙率は 5 % 以上 30 % 未満である、

ことを特徴とするシャトルコック用人工羽根。

**【請求項 7】**

請求項 1 ~ 6 の何れかに記載のシャトルコック用人工羽根を用いたシャトルコック。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

40

本発明は、シャトルコック用人工羽根、及び、シャトルコックに関する。

**【背景技術】****【0002】**

バドミントン用シャトルコックには、羽根（はね）に水鳥の羽毛（天然羽毛）を用いたもの（天然シャトルコック）と、ナイロン樹脂などにより人工的に製造された人工羽根を用いたもの（人工シャトルコック）とがある。

**【0003】**

周知のごとく、天然シャトルコックは、ガチョウやアヒルなどの天然羽毛を 16 本程度使用し、各羽毛の羽軸の末端を、皮で覆ったコルクなどからなる半球状の台（ベース部）に植設した構造である。天然シャトルコックに使用されている羽毛は、比重が小さく、極

50

めて軽量である。また、羽毛の羽軸は、剛性が高い。このため、天然シャトルコックは、独特の飛行性能と心地よい打球感が得られる。

【0004】

一方、人工シャトルコックとして、環状に一体成形された樹脂製の羽根を備えたものがよく知られているが、この人工シャトルコックは、天然シャトルコックのように羽根が1本ずつ独立して動かないため、天然シャトルコックと同様の飛行性能を得ることが難しい。

【0005】

そこで、以下の特許文献1に記載されているように、羽毛を模した人工羽根が提案されている。すなわち、羽部と羽部を支持する羽軸部とを備えた人工羽根を有するシャトルコックが提案されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2012-24157号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

羽毛を模した人工羽根を使用する人工シャトルコックの場合、人工羽根の重量を天然羽毛に合わせようとする、剛性不足で耐久性が低下する。また、剛性を合わせようとする、重量が重くなり飛行性能が低下する。重量と剛性のバランス取りを行ったとしても、天然より剛性は低く、重量は重いため飛行性能が劣る。

20

【0008】

本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、飛行性能の向上を図ることにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するための主たる発明は、シャトルコックのベース部に円環状に植設されるシャトルコック用人工羽根であって、羽部と、軸方向の一端が前記ベース部に固定され、他端側に設けられた前記羽部を支持する羽軸部と、を備え、前記羽部には、当該羽部を貫通する孔が複数形成されており、前記羽部の第1領域であって、前記軸方向の前記一端側の縁から前記軸方向の中心よりも前記一端側の所定位置までの第1領域の空隙率が、前記所定位置から前記軸方向の前記他端側の縁までの第2領域の空隙率よりも小さいことを特徴とするシャトルコック用人工羽根である。

30

【0010】

本発明の他の特徴については、本明細書及び図面の記載により明らかにする。

【発明の効果】

【0011】

本発明のシャトルコック用人工羽根によれば、飛行性能の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0012】

【図1】ベース部の側から見た人工シャトルコックの斜視図である。

【図2】人工羽根の側から見た人工シャトルコックの斜視図である。

【図3】人工羽根の斜視図である。

【図4】人工羽根を裏側から見た図である。

【図5】人工シャトルコックの空力特性についての概略説明図である。

【図6】人工シャトルコックの飛行時に、人工羽根が受ける圧力に関する説明図である。

【図7】本実施形態の人工羽根を裏側から見た図である。

【図8】羽部の空隙率とピッチングモーメントとの関係を示す図である。

【図9】第1変形例の人工羽根を裏側から見た図である。

50

【図 1 0】第 2 変形例の人工羽根を裏側から見た図である。

【図 1 1】第 3 変形例の人工羽根を裏側から見た図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

=== 概要 ===

本明細書及び図面の記載により、少なくとも、以下の事項が明らかとなる。

【0014】

シャトルコックのベース部に円環状に植設されるシャトルコック用人工羽根であって、羽部と、軸方向の一端が前記ベース部に固定され、他端側に設けられた前記羽部を支持する羽軸部と、を備え、前記羽部には、当該羽部を貫通する孔が形成されており、前記羽部の第 1 領域であって、前記軸方向の前記一端側の縁から前記軸方向の中心よりも前記一端側の所定位置までの第 1 領域の空隙率が、前記所定位置から前記軸方向の前記他端側の縁までの第 2 領域の空隙率よりも小さいことを特徴とするシャトルコック用人工羽根が明らかとなる。

10

このようなシャトルコック用人工羽根によれば、空力特性（ピッチングモーメント）を高めることができ、飛行性能の向上を図ることができる。

【0015】

かかるシャトルコック用人工羽根であって、前記第 1 領域の空隙率は 0 % であることが望ましい。

このようなシャトルコック用人工羽根によれば、飛行性能をより向上させることができる。

20

【0016】

かかるシャトルコック用人工羽根であって、前記所定位置は、前記シャトルコックの飛行時に、前記羽部の一方の面と他方の面との圧力差が最大になる位置であることが望ましい。

このようなシャトルコック用人工羽根によれば、揚力の低下を抑制することができる。

【0017】

かかるシャトルコック用人工羽根であって、前記孔は複数形成されており、前記羽部の前記一端側の縁から前記所定位置までの長さは、隣接する前記孔同士の間隔よりも大きいことが望ましい。

30

かかるシャトルコック用人工羽根であって、前記孔は、長孔であることが望ましい。

このようなシャトルコック用人工羽根によれば、一方の面側から他方の面側に気流を通す効率をよくすることが可能であり、気流の剥離を抑制できるとともに揚力を向上させることができる。

【0018】

かかるシャトルコック用人工羽根であって、前記羽部全体の空隙率は 5 % 以上 30 % 未満であることが望ましい。

【0019】

このようなシャトルコック用人工羽根によれば、天然シャトルコックに近い飛行性能を得ることができ、また、耐久性を確保することができる。

40

【0020】

また、上記のシャトルコック用人工羽根を用いたシャトルコックが明らかとなる。

【0021】

=== 実施形態 ===

<人工シャトルコックの基本構造について>

図 1 及び図 2 は、人工羽根 10 を備えた人工シャトルコック 1 の基本構造を説明するための外観図である。図 1 は、ベース部 2 の側から見た人工シャトルコック 1 の斜視図である。図 2 は、人工羽根 10 の側から見た人工シャトルコック 1 の斜視図である。

【0022】

人工シャトルコック 1 は、ベース部 2 と、天然羽根を模した複数の人工羽根 10 と、人

50

工羽根 10 を互いに固定するための紐状部材 3 とを備えている。ベース部 2 は、例えばコルクの台に薄い皮を覆うことによって構成されている。ベース部 2 の形状は、直径が 25 mm から 28 mm の半球状であり、平坦面を有する。この平坦面の円周に沿って円環状に複数の人工羽根 10 の根元（末端：一端に相当）が埋め込まれている。複数の人工羽根 10 は、ベース部 2 から離れるにしたがって互いの間隔が広くなるように配置される。また、図に示すように、各人工羽根 10 は、それぞれ隣接する人工羽根 10 と重なるように配置されている。これにより、複数の人工羽根 10 によってスカート部 4 が形成される。複数の人工羽根 10 は、紐状部材 3（例えば木綿の糸）によって、互いに固定されている。

#### 【0023】

<人工羽根の構造>

図 3 は、人工羽根 10 の斜視図である。また図 4 は、人工羽根 10 を裏側から見た図である。図において、既に説明した部材については、同じ符号を付している。

#### 【0024】

人工羽根 10 は、羽部 12 と、羽軸部 14 を備えている。羽部 12 は、天然羽根の羽弁に相当する部分であり、羽軸部 14 は、天然羽根の羽軸に相当する部分である。図中では、羽軸部 14 の長手に沿って上下方向（軸方向に相当）が定義されており、羽部 12 のある側を上（先端側）、反対側を下（末端側）としている。また、図中では、羽軸部 14 から羽部 12 の延びる方向に沿って左右方向（幅方向に相当）が定義されている。また、図中では、人工羽根 10 をベース部 2 に取り付けられた状態に基づいて、おもてと裏が定義されている。なお、おもて裏方向は羽部 12 の法線方向に相当し、人工羽根 10 がベース部 2 に円環状に配置された状態において、おもては外側、裏は内側に相当する。以下では、図中で定義された上下・左右・おもて裏に従って、各構成要素を説明することがある。

#### 【0025】

羽部 12 は、天然羽根の羽弁の形状を模した部材である。羽部 12 は、例えば不織布や樹脂などによって構成することができる。不織布を用いる場合は、打球時に不織布の繊維がほぐれることを防止するために表面に強化皮膜が形成される。強化皮膜は、樹脂を塗布することによって形成することができ、例えば、ディップ法、スプレー法、ロールコート法などの種々の塗布方法が採用される。なお、強化皮膜は、羽部 12 の片面に形成しても良いし、両面に形成しても良い。また、強化皮膜は、羽部 12 の全面に形成しても良いし、一部分に形成しても良い。また、羽部 12 の形状は図の形状に限定されない。例えば、楕円形状であってもよい。

#### 【0026】

羽軸部 14 は、天然羽根の羽軸の形状を模した細長い部材であり、羽部 12 を支持する部材である。羽軸部 14 は、羽部 12 の上側の縁（図 4 における位置 P4）から下側の縁（図 4 における位置 P1）までの領域を支持する羽支持部 14a と、羽部 12 から突出した羽柄部 14b とを有する。羽柄部 14b は、天然羽根の羽柄（うへい：なお、この部位は羽根（うこん）と称されることもある）に相当する部分である。羽軸部 14 の末端（羽柄部 14b の下端）は、ベース部 2 に埋め込まれ、ベース部 2 に固定されることになる。一方、羽軸部 14 の先端（他端に相当）は、羽部 12 の上端と一致している。なお、図では羽軸部 14 の断面形状は四角形であるが、これには限られず、他の形状であってもよい。

#### 【0027】

また、羽軸部 14 と羽部 12 は別体であってもよいし、一体であってもよい。例えば、羽軸部 14 と羽部 12 の材料として樹脂を用いる場合、金型を用いた射出成型により羽軸部 14 と羽部 12 を一体に成型することができる。また、2種類の材料（樹脂）を用いた射出成型（2色成型）により、羽軸部 14 と羽部 12 を異なる材料で一体に形成することが可能である。

#### 【0028】

また、羽支持部 14a のおもて側で羽部 12 が支持されていてもよいし、羽支持部 14a の裏側で羽部 12 が支持されても良い。また、羽部 12 を 2 枚のシートで構成し、2 枚

10

20

30

40

50

の羽部 1 2 が羽支持部 1 4 a を挟み込むように構成しても良い。また、羽支持部 1 4 a の内部に羽部 1 2 が埋設されるようにしても良い。

【 0 0 2 9 】

< 飛行性能について >

天然シャトルコックに使用されている羽毛は、比重が小さく、極めて軽量である。また、羽毛の羽軸は、剛性が高く累積打撃数に関係なく元の形状に復元する。このため、天然シャトルコックでは、初速が速く、ブレーキがかかるという独特の飛行性能が得られる。

【 0 0 3 0 】

一方、人工羽根 1 0 を用いた人工シャトルコック 1 で羽軸部 1 4 の剛性を高めると、羽軸部 1 4 の重量が重くなり、重量バランスが悪化する。このため天然シャトルコックのような飛行性能が得られない。一方、羽軸部 1 4 の重量を軽くすると剛性が低下し、打撃時の復帰が遅くなる。よって飛行性能が低下する。なお、羽軸部 1 4 の重量が重くなることによって飛行性能が低下する理由は以下のように考えられる。

10

【 0 0 3 1 】

人工シャトルコック 1 は、打撃直後にベース部 2 を支点とし、スカート部 4 が振り子のような運動を繰り返しつつ安定していく。重量が重いと、スカート部 4 側に重心位置が移動するため、ベース部 2 を支点とした慣性モーメントが大きくなる。これにより振り子運動が収束しにくくなり、飛行のブレや方向性の悪化を導く（すなわち飛行性能が低下する）。

20

【 0 0 3 2 】

図 5 は、人工シャトルコック 1 の空力特性についての概略説明図である。人工シャトルコック 1 についての基本的な空力特性については、抗力、揚力、ピッチングモーメントで説明することができる。

【 0 0 3 3 】

抗力は、気流の中に置かれた人工シャトルコック 1 に働く力のうち、気流の向きに平行な成分（分力）である。また、揚力は、気流の向きに垂直な成分（分力）である。

【 0 0 3 4 】

ピッチングモーメントは、気流の向きとベース部 2 の向きに差異が生じたとき（すなわち、人工シャトルコック 1 が気流に対して傾いたとき）に、人工シャトルコック 1 の姿勢を戻そうとする力である。ピッチングモーメントが大きいほど、姿勢を戻す方向への運動が速くなる。

30

【 0 0 3 5 】

飛行性能を安定させるには、人工シャトルコック 1 の重心位置をベース部 2 側に寄せることが望ましい。しかし、仮に、ベース部 2 に錘を設けると、人工シャトルコック 1 全体の重量が増加するため、打撃感が劣り、また、適正な飛行距離が出なくなる。

【 0 0 3 6 】

そこで、本実施形態では、重量の増加を抑制しつつ、空力特性（ピッチングモーメント）を高めて飛行性能の向上を図っている。具体的には、本実施形態の人工羽根 1 0 には、羽部 1 2 に、当該羽部 1 2 を貫通する孔（後述する孔 1 2 2）を複数設けている。これにより、ピッチングモーメントの改善を図っている。ただし、羽部 1 2 の全面に均等に孔を設けると人工シャトルコック 1 の揚力が低下するおそれがある。

40

【 0 0 3 7 】

図 6 は、人工シャトルコック 1 の飛行時における、人工羽根 1 0 の両面（おもて面、裏面）の圧力差を示す図である（Journal of Fluids and Structures 4 1 , 8 9 ~ 9 8 参照）。

【 0 0 3 8 】

図の横軸は、人工シャトルコック 1 の位置を示しており、縦軸は、圧力面（ここでは、おもて面）と負圧面（ここでは裏面）との圧力差（ $C_p$ ）を示している。図 6 において、横軸の位置  $P_1 \sim P_4$  は、図 4 の羽部 1 2（羽支持部 1 4 a）の各位置に対応しており、位置  $P_1$  よりも左側が、羽柄部 1 4 b となっている。なお、位置  $P_3$  は、羽部 1 2 の上下方

50

向の中心（位置  $P_1$  と位置  $P_4$  の中点）である。

【 0 0 3 9 】

図に示すように、圧力面と負圧面との圧力差（ $C_p$ ）は、位置  $P_3$  よりも下側（末端側）の位置  $P_2$  で最大になっており、人工シャトルコック 1 はこの位置  $P_2$  で揚力を最大に発揮することになる。この例において位置  $P_2$  は、羽部 1 2 の位置  $P_1$  から羽部 1 2 の上下方向の全長（位置  $P_1$  と位置  $P_4$  の間の距離）の約 1 5 % の位置である。なお、圧力差が最大になる位置（位置  $P_2$ ）は、羽部 1 2 の形状や材質、また、羽軸部 1 4 の剛性などによって多少変化するが、羽毛を模した人工羽根 1 0 を用いた人工シャトルコック 1 であれば、その位置は大きくは変わらないと考えられる（位置  $P_3$  よりも下側である）。本実施形態では、この位置  $P_2$  よりも下側（位置  $P_1$  から位置  $P_2$  までの領域）には孔を設けないようにしている。

10

【 0 0 4 0 】

< 人工羽根の改良例（本実施形態） >

図 7 は、本実施形態の人工羽根 1 0 を裏側から見た図である。本実施形態の人工羽根 1 0 の羽軸部 1 4 については前述の人工羽根 1 0（図 4）と同じであるので説明を省略する。

【 0 0 4 1 】

本実施形態の人工羽根 1 0 の羽部 1 2 には、当該羽部 1 2 をおもて裏方向に貫通する孔 1 2 2 が設けられている。孔 1 2 2 は、左右方向（幅方向）及び上下方向（軸方向）に対して斜めの方向（交差する方向）に細長く形成された長孔である。より具体的には、孔 1 2 2 は、羽軸部 1 4 から離れるにつれて上方に向かう（ベース部 2 から離れる）形状に形成されている。孔 1 2 2 は、上下方向に一定の間隔で複数並んで設けられている。また、複数の孔 1 2 2 は、羽軸部 1 4 に対して左右対称に設けられている。これにより、左右方向のバランスを良くすることができる。

20

【 0 0 4 2 】

< 孔 1 2 2 の形成位置について >

本実施形態では、羽部 1 2 の下側（末端側）の縁である位置  $P_1$  から、位置  $P_2$  までの範囲の領域（以下、第 1 領域 1 2 A ともしいう）には孔 1 2 2 を設けておらず、位置  $P_2$  から羽部 1 2 の上側（先端側）の縁である位置  $P_4$  までの領域（以下、第 2 領域 1 2 B ともしいう）に孔 1 2 2 を設けている。以下、このように孔 1 2 2 を形成している理由について説明する。

30

【 0 0 4 3 】

前述の図 6 で説明したように人工シャトルコック 1 が飛行する際、羽部 1 2 の位置  $P_2$  において、羽部 1 2 の圧力面（ここではおもて面）と負圧面（ここでは裏面）との圧力差が最大となり、この位置  $P_2$  で揚力を最大に発揮することになる。

【 0 0 4 4 】

この位置  $P_2$  よりも先端側（気流の方向に関して下流側）では、負圧面の圧力が上昇し、逆圧力勾配となる。このため、気流は、位置  $P_2$  よりも先端側（下流側）で剥離することになる。位置  $P_2$  よりも末端側（上流側）の領域（第 1 領域 1 2 A）では、気流は剥離せず、揚力を発生している。

40

【 0 0 4 5 】

よって、もし仮に、揚力を発生している第 1 領域 1 2 A に孔 1 2 2 を形成すると、揚力が低下して、飛行性能が悪化するおそれがある。

【 0 0 4 6 】

これに対し、本実施形態では、第 1 領域 1 2 A に孔 1 2 2 を設けず、第 2 領域 1 2 B に孔 1 2 2 を設けているので、おもて面（圧力面）側から裏面（負圧面）側に効率よく流れを誘起できる。これにより、気流の剥離を抑制できるとともに揚力を向上させることができ、羽部 1 2 周りのピッチングモーメント、及び、人工シャトルコック 1 全体のピッチングモーメントを高めることができる。よって、人工シャトルコック 1 の飛行性能の向上を図ることができる。

50

## 【 0 0 4 7 】

また、本実施形態の孔 1 2 2 は長孔であり、その長さや角度の設定（最適化）によって、おもて面側から裏面側に気流を通す効率を良くすることが可能である。これにより、さらに、気流の剥離を抑制でき、かつ揚力を向上させることができる。

## 【 0 0 4 8 】

このように、羽部 1 2 の第 1 領域 1 2 A には孔 1 2 2 を設けていないので当該第 1 領域 1 2 A の空隙率は 0 % であり、第 2 領域 1 2 B の空隙率よりも小さくなっている。ここで、空隙率とは、羽部 1 2 のおもて面の各領域の面積に対する孔 1 2 2 の面積（空隙）の割合を百分率で表したものである。

## 【 0 0 4 9 】

なお、本実施形態では、羽部 1 2 に孔 1 2 2 が規則的に（一定間隔で）形成されているが、規則的でなくてもよい（すなわち不規則であってもよい）。例えば、本実施形態では、第 1 領域 1 2 A の上下方向の長さ（位置  $P_1$  と位置  $P_2$  の間の距離）が、隣接する孔 1 2 2 同士の間隔、及び、孔 1 2 2 の開口部分の上下方向の長さよりも大きくなっているが、隣接する孔 1 2 2 同士の間隔が第 1 領域 1 2 A の上下方向の長さよりも大きい箇所があってもよい。

## 【 0 0 5 0 】

< 孔 1 2 2 の形成量について >

図 8 は、羽部 1 2 の空隙率とピッチングモーメントとの関係を示す図である。図 8 の横軸は羽部 1 2 の全体の空隙率を示している。例えば、図 4 の羽部 1 2 の場合（孔 1 2 2 が設けられていない場合）は、空隙率が 0 % である。また、図 8 の縦軸はピッチングモーメントを示している。ピッチングモーメントの測定は、風速 1 0 m / s、迎角  $\pm 2 4 ^\circ$ （ $3 ^\circ$  毎）、シャトル回転無しの条件にて行った。

## 【 0 0 5 1 】

図に示すように、空隙率が 0 % ~ 2 5 % の範囲では空隙率が大きくなるにつれてピッチングモーメントが大きくなっている。例えば、空隙率が 5 % の場合、空隙率が 0 %（図 4）と比べて 9 % 程度ピッチングモーメントが向上している。

## 【 0 0 5 2 】

なお、天然シャトルコックのピッチングモーメントは、約 1 . 1 であり、空隙率 5 % のとき天然シャトルコックとほぼ同等になる。よって、天然シャトルコックに近い空力特性を得るには、羽部 1 2 の全体の空隙率を 5 % 以上とすることが望ましい。

## 【 0 0 5 3 】

ただし、空隙率が 3 0 % 以上になると、すきまが大きくなりすぎて耐久性が確保できなくなるおそれがある。よって、空隙率は、5 % 以上、3 0 % 未満（より好ましくは 2 0 % 未満）の範囲にすることが望ましい。

## 【 0 0 5 4 】

以上説明したように、本実施形態の人工羽根 1 0 は、羽部 1 2 の位置  $P_2$  よりも上側（先端側）の第 2 領域 1 2 B に孔 1 2 2 を複数設けており、第 1 領域 1 2 A には孔 1 2 2 を設けていない（第 1 領域 1 2 A の空隙率が、第 2 領域 1 2 B の空隙率よりも小さい）。これにより、揚力の低下を抑制しつつ、ピッチングモーメントを高めることができ、飛行性能の向上を図ることができる。

## 【 0 0 5 5 】

< 変形例 >

図 9 は、第 1 変形例の人工羽根 1 0 を裏側から見た図である。

## 【 0 0 5 6 】

第 1 変形例の人工羽根 1 0 の羽部 1 2 には、孔 1 2 4 が複数設けられている。ただし、この孔 1 2 4 の開口幅（上下方向の長さ）は前述の実施形態の孔 1 2 2 の開口幅よりも大きく、隣接する孔 1 2 4 同士の間隔も前述の実施形態の孔 1 2 2 同士の間隔よりも大きい。すなわち、この第 1 変形例では、孔 1 2 4 の数が前述の実施形態よりも少ない。また、前述の実施形態と同様に、孔 1 2 4 は、位置  $P_2$  よりも上側（先端側）の第 2 領域 1 2 B

10

20

30

40

50

に設けられている。

【0057】

図10は、第2変形例の人工羽根10を裏側から見た図である。

【0058】

第2変形例の人工羽根10の羽部12には、孔126が複数設けられている。この第2変形例では、孔126の形成位置が、羽軸部14に対して対称となっていない（左右非対称である）。すなわち、孔126は、羽部12の位置にかかわらず、右端が最も下側に位置し（ベース部2に最も近く）、左に行くにつれて上方に向かう（ベース部2から離れる）傾きに設けられている。なお、これには限られず、例えば、傾きの方向が左右逆になっていてもよい。また、前述の実施形態では、羽部12の幅方向の端部（右左方向の端部）には孔（孔122、孔124）が形成されていなかったが、この第2変形例では、より端に近い位置（具体的には、隣接する羽部12と重なる部位）にも孔126が形成されている。また、前述の実施形態と同様に、孔126は、位置 $P_2$ よりも上側（先端側）の第2領域12Bに設けられている。

10

【0059】

図11は、第3変形例の人工羽根10を裏側から見た図である。

【0060】

第3変形例の人工羽根10の羽部12には、孔128aと128bとがそれぞれ複数設けられている。この例においても孔128a、128bの形成位置は、羽軸部14に対して左右非対称となっている。

20

【0061】

孔128aは、左右方向（幅方向）及び上下方向（軸方向）に対して斜めの方向（交差する方向）に細長く形成された長孔である。

【0062】

孔128bは、羽軸部14の軸（上下方向）と平行に形成されている。すなわち、孔128bは、上下方向とは交差せず、左右方向とは交差（直交）するように細長く形成された長孔である。

【0063】

第3変形例の羽部12には、孔128aが一定間隔で上下方向に複数並んで設けられた領域と、孔128bが一定間隔で左右方向に複数並んで設けられた領域とが混在している。また、この例においても、孔128（孔128a、孔128b）は位置 $P_2$ よりも上側（先端側）の第2領域12Bに設けられている。

30

【0064】

以上の各変形例においても、第1領域12Aの空隙率は0%であり、第2領域12Bの空隙率よりも小さくなっている。これにより、前述の実施形態（図7）と同様に、飛行性能の向上を図ることができる。

【0065】

=== その他 ===

上記の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に、本発明にはその等価物が含まれることは言うまでもない。

40

【0066】

前述の実施形態では、羽部12に設けられた各孔（孔122、124、126、128a、128b）は細長い長孔であったが、これには限らない。例えば、円形の孔（丸孔）や多角形の孔などであってもよい。ただし、長孔の場合、前述したように、おもて面側から裏面側に気流を通す効率をよくすることが可能であり、気流の剥離を抑制でき、かつ揚力を向上させることができる。よって、長孔であることが望ましい。

【0067】

また、前述の実施形態では、羽部12に孔を複数設けていたが、少なくとも一つ設けていけばよい（単数でもよい）。

50

【0068】

また、前述の実施形態では、羽部12はシート状であったが、これには限らない。例えば、立体的（3次元）に形成されていてもよい。

【0069】

前述の実施形態では、第1領域12Aに孔を設けていなかった（空隙率0%であった）が、孔を設けていてもよい。その場合、第1領域12Aの空隙率が、第2領域12Bの空隙率よりも小さければ、羽部12の全体に均等に孔を設けた場合よりも飛行特性を良くすることができる。ただし、本実施形態のように第1領域12Aの空隙率を0%にする（孔を設けない）方が飛行性能をより向上させることができる。

【符号の説明】

10

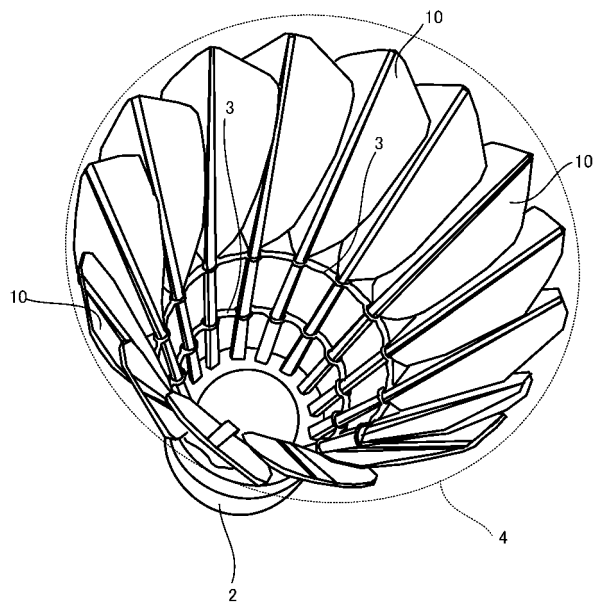
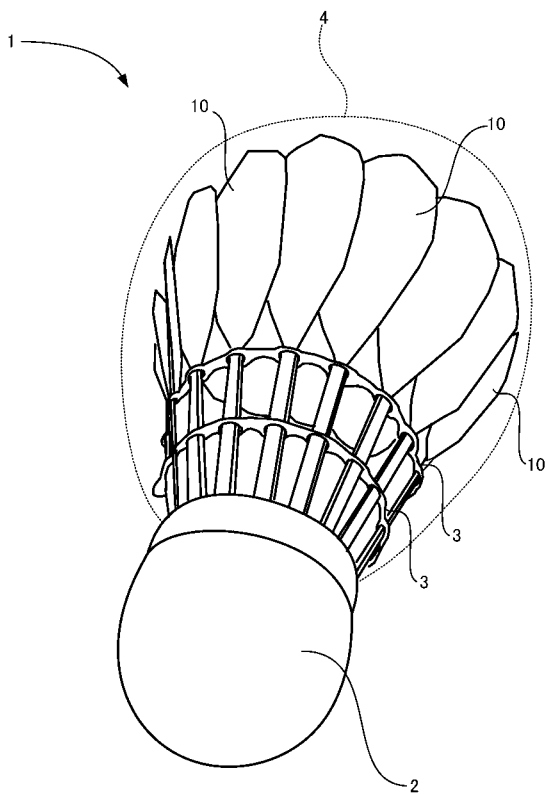
【0070】

- 1 人工シャトルコック、
- 2 ベース部、
- 3 紐状部材、
- 4 スカート部、
- 10 人工羽根、
- 12 羽部、
- 12A 第1領域
- 12B 第2領域
- 14 羽軸部、
- 14a 羽支持部、
- 14b 羽柄部、
- 122, 124, 126, 128a, 128b 孔

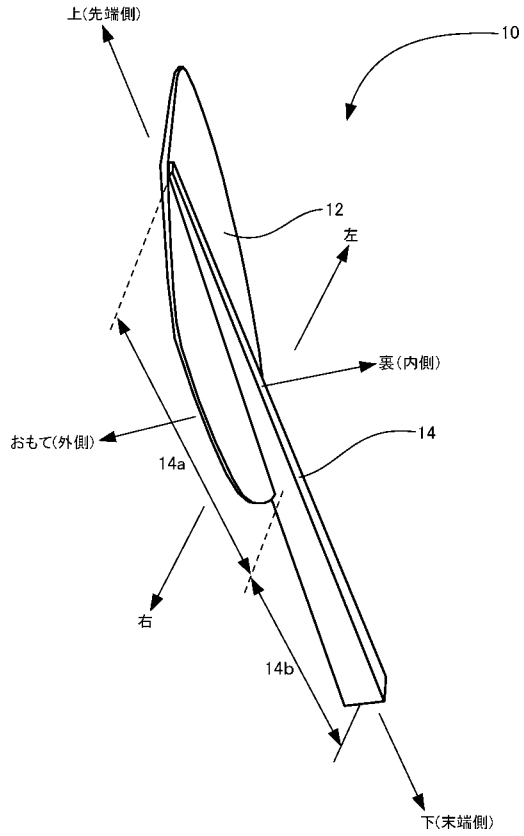
20

【図1】

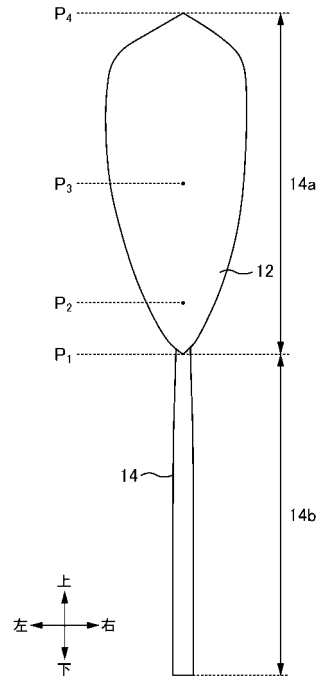
【図2】



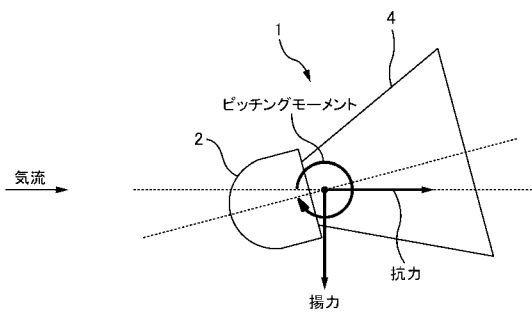
【 図 3 】



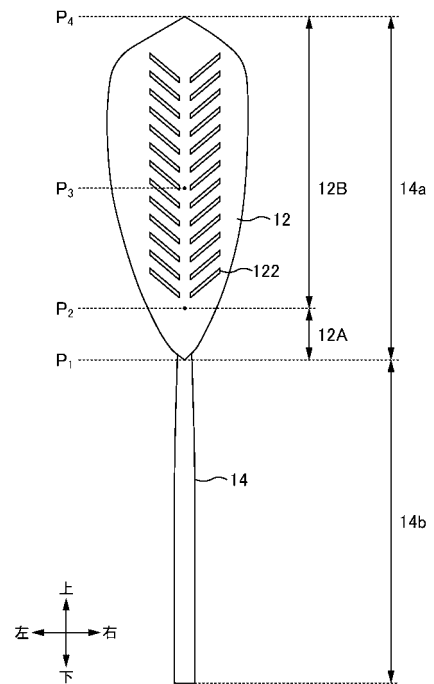
【 図 4 】



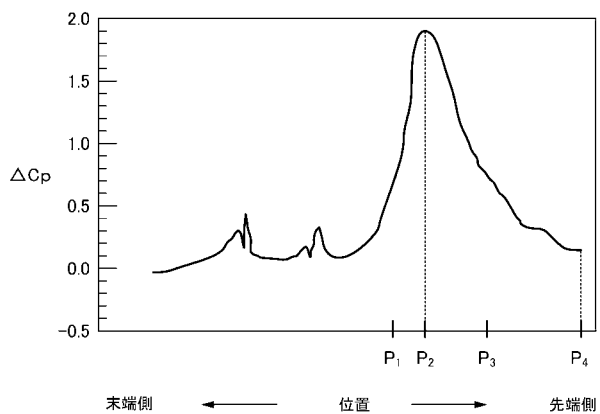
【 図 5 】



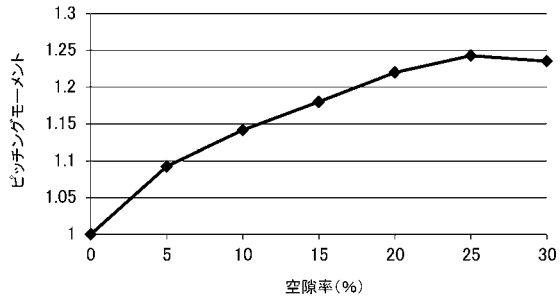
【 図 7 】



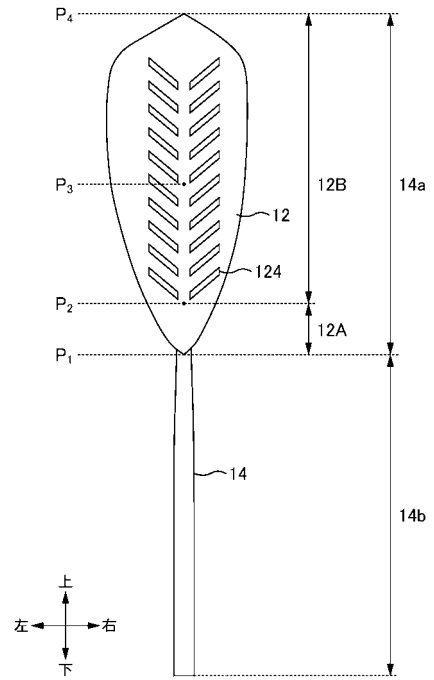
【 図 6 】



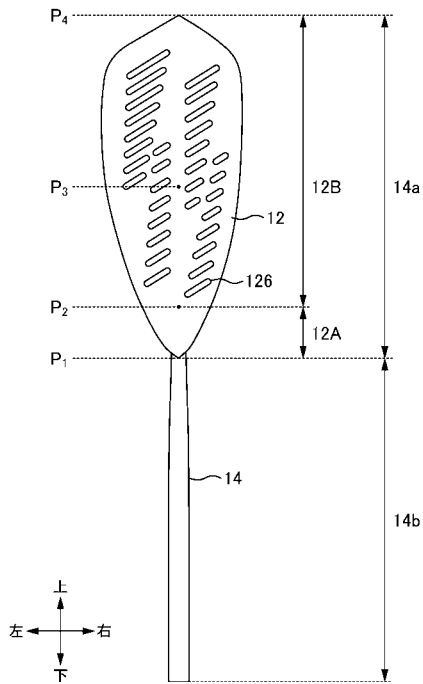
【 図 8 】



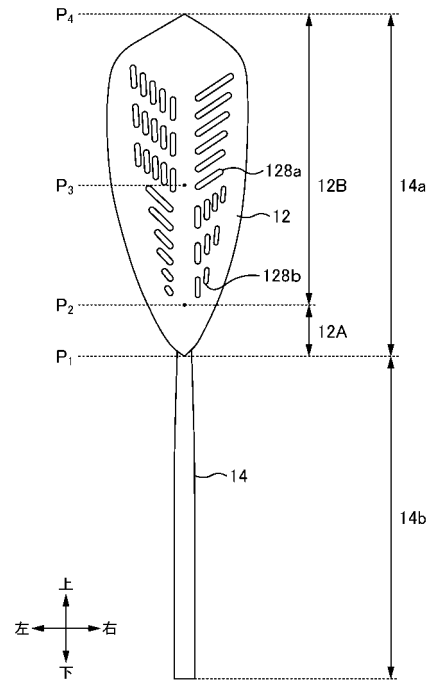
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

(72)発明者 小西 康郁

宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内