(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7337308号
(P7337308)

(45)発行日　令和5年9月1日(2023.9.1)
(24)登録日　令和5年8月24日(2023.8.24)

(51)国際特許分類
Ｆ０４Ｄ　29/38　(2006.01)

ＦＩ
Ｆ０４Ｄ　29/38　Ａ

請求項の数　9　（全26頁）

(21)出願番号　特願2023-534999(P2023-534999)
(86)(22)出願日　令和4年2月21日(2022.2.21)
(86)国際出願番号　PCT/JP2022/006822
審査請求日　令和5年6月8日(2023.6.8)
早期審査対象出願

(73)特許権者　000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号
(74)代理人　110001461
弁理士法人きさ特許商標事務所
(72)発明者　畠中 貴翔
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号
三菱電機株式会社内
(72)発明者　福井 智哉
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号
三菱電機株式会社内
(72)発明者　迫田 健一
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号
三菱電機株式会社内
(72)発明者　七種 哲二
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　羽根車、送風機及び空気調和機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

回転軸を中心として回転するボス部と、

前記ボス部の外周部に設けられ、前記回転軸を中心として前記ボス部と共に回転する翼と、を備えた羽根車であって、

前記翼は、

該翼の回転方向において前方の縁部となる前縁部と、

前記回転方向において後方の縁部となる後縁部と、

外周側の縁部となる外周縁部と、

内周側の縁部となる内周縁部と、

を備え、

前記回転軸から該回転軸と垂直に延びる方向を径方向とし、

前記径方向において前記外周縁部と前記内周縁部との中間となる前記翼上の位置を径方向中間部とし、

前記回転軸を中心とした前記翼の複数の円筒断面のそれぞれにおいて前記前縁部からの距離と前記後縁部からの距離との比が一定の値になる点を抽出し、抽出された前記点のそれぞれを前記内周縁部から前記外周縁部まで結んだ線をスパン線とし、

前記スパン線のうち、前記前縁部からの距離と前記後縁部からの距離とが同じになる前記点のそれぞれを前記内周縁部から前記外周縁部まで結んだ線を中間スパン線とし、

前記スパン線のうち、前記中間スパン線よりも前記前縁部側となる前記スパン線を前縁

側スパン線とし、
前記翼を前記スパン線に沿って前記回転軸と平行に切断した断面をスパン方向断面とし、
前記ボス部の前記外周部において前記前縁部の前記ボス部側の端部と前記後縁部の前記ボス部側の端部との中点となる点をボス中間点とし、
前記ボス中間点を通り前記回転軸と垂直な仮想平面をボス中間仮想平面とし、
前記ボス中間仮想平面と前記翼との間の前記回転軸方向の距離を翼高さとした場合、
前記前縁側スパン線での前記スパン方向断面において前記翼は、
前記径方向中間部から前記外周縁部にかけて、当該羽根車の吸い込み側が凹となる前縁側第１凹部、前記吸い込み側が凸となる前縁側凸部、及び前記吸い込み側が凹となる前縁側第２凹部が連なっており、
前記前縁側第１凹部と前記前縁側凸部との境界点を前縁側第１変曲点とし、前記前縁側凸部と前記前縁側第２凹部との境界点を前縁側第２変曲点とした場合、
前記径方向中間部と前記前縁側第１変曲点との間に前縁側第１停留点を有し、
前記前縁側第１変曲点と前記前縁側第２変曲点との間に前縁側第２停留点を有し、
前記前縁側第２変曲点と前記外周縁部との間に前縁側第３停留点を有し、
前記径方向中間部と前記前縁側第１停留点との間の前記翼高さが、前記径方向中間部から前記前縁側第１停留点に向かって単調減少し、
前記前縁側第１停留点と前記前縁側第２停留点との間の前記翼高さが、前記前縁側第１停留点から前記前縁側第２停留点に向かって単調増加し、
前記前縁側第２停留点と前記前縁側第３停留点との間の前記翼高さが、前記前縁側第２停留点から前記前縁側第３停留点に向かって単調増加し、
前記前縁側第３停留点と前記外周縁部との間の前記翼高さが、前記前縁側第３停留点から前記外周縁部に向かって単調増加し、
前記スパン線のうち、前記中間スパン線よりも前記後縁部側となる前記スパン線を後縁側スパン線とした場合、
前記後縁側スパン線での前記スパン方向断面において前記翼は、
前記径方向中間部から前記外周縁部にかけて、前記吸い込み側が凸となる後縁側凸部、及び前記吸い込み側が凹となる後縁側凹部が連なっている
羽根車。
【請求項２】
前記後縁側スパン線での前記スパン方向断面において前記翼は、
前記後縁側凸部と前記後縁側凹部との境界点を後縁側変曲点とした場合、
前記径方向中間部と前記後縁側変曲点との間に後縁側第１停留点を有し、
前記後縁側変曲点と前記外周縁部との間に後縁側第２停留点を有し、
前記径方向中間部と前記後縁側第１停留点との間の前記翼高さが、前記径方向中間部から前記後縁側第１停留点に向かって単調減少し、
前記後縁側第１停留点と前記後縁側第２停留点との間の前記翼高さが、前記後縁側第１停留点から前記後縁側第２停留点に向かって単調増加している
請求項１に記載の羽根車。
【請求項３】
前記後縁側スパン線での前記スパン方向断面において前記翼は、
前記後縁側第２停留点と前記外周縁部との間の前記翼高さが、前記後縁側第２停留点から前記外周縁部に向かって単調増加している
請求項２に記載の羽根車。
【請求項４】
前記円筒断面における前記翼の前記前縁部から前記後縁部までの直線距離をＬとし、
前記回転軸方向に当該羽根車を観察した際、前記翼上を通る前記径方向において、前記回転軸から前記翼上の任意の点までの距離をｒ、前記回転軸から前記内周縁部までの距離をｒ１、及び前記回転軸から前記外周縁部までの距離をｒ２とし、
ｖ＝（ｒ－ｒ１）／（ｒ２－ｒ１）とし、

σ＝Ｌ／ｒとした場合、
前記σは、０．５≦ｖ＜０．７５の範囲に最小値を有し、且つ、０．７５≦ｖ＜１の範囲に最大値を有し、
前記最小値をσｍｉｎとし、前記最大値をσｍａｘとした場合、
１．４≦σｍａｘ／σｍｉｎ≦２．２となっている
請求項１～請求項３のいずれか一項に記載の羽根車。
【請求項５】
前記円筒断面における前記翼の形状は、前記内周縁部から前記外周縁部までのいずれの位置においても、前記吸い込み側が凸となり、且つ前記前縁部と前記後縁部との間に変曲点を持たない形状となっている
請求項１～請求項４のいずれか一項に記載の羽根車。
【請求項６】
回転軸を中心として回転するボス部と、
前記ボス部の外周部に設けられ、前記回転軸を中心として前記ボス部と共に回転する翼と、を備えた羽根車であって、
前記翼は、
該翼の回転方向において前方の縁部となる前縁部と、
前記回転方向において後方の縁部となる後縁部と、
外周側の縁部となる外周縁部と、
内周側の縁部となる内周縁部と、
を備え、
前記回転軸から該回転軸と垂直に延びる方向を径方向とし、
前記径方向において前記外周縁部と前記内周縁部との中間となる前記翼上の位置を径方向中間部とし、
前記回転軸を中心とした前記翼の複数の円筒断面のそれぞれにおいて前記前縁部からの距離と前記後縁部からの距離との比が一定の値になる点を抽出し、抽出された前記点のそれぞれを前記内周縁部から前記外周縁部まで結んだ線をスパン線とし、
前記スパン線のうち、前記前縁部からの距離と前記後縁部からの距離とが同じになる前記点のそれぞれを前記内周縁部から前記外周縁部まで結んだ線を中間スパン線とし、
前記スパン線のうち、前記中間スパン線よりも前記前縁部側となる前記スパン線を前縁側スパン線とし、
前記翼を前記スパン線に沿って前記回転軸と平行に切断した断面をスパン方向断面とし、
前記ボス部の前記外周部において前記前縁部の前記ボス部側の端部と前記後縁部の前記ボス部側の端部との中点となる点をボス中間点とし、
前記ボス中間点を通り前記回転軸と垂直な仮想平面をボス中間仮想平面とし、
前記ボス中間仮想平面と前記翼との間の前記回転軸方向の距離を翼高さとした場合、
前記前縁側スパン線での前記スパン方向断面において前記翼は、
前記径方向中間部から前記外周縁部にかけて、当該羽根車の吸い込み側が凹となる前縁側第１凹部、前記吸い込み側が凸となる前縁側凸部、及び前記吸い込み側が凹となる前縁側第２凹部が連なっており、
前記前縁側第１凹部と前記前縁側凸部との境界点を前縁側第１変曲点とし、前記前縁側凸部と前記前縁側第２凹部との境界点を前縁側第２変曲点とした場合、
前記径方向中間部と前記前縁側第１変曲点との間に前縁側第１停留点を有し、
前記前縁側第１変曲点と前記前縁側第２変曲点との間に前縁側第２停留点を有し、
前記前縁側第２変曲点と前記外周縁部との間に前縁側第３停留点を有し、
前記径方向中間部と前記前縁側第１停留点との間の前記翼高さが、前記径方向中間部から前記前縁側第１停留点に向かって単調減少し、
前記前縁側第１停留点と前記前縁側第２停留点との間の前記翼高さが、前記前縁側第１停留点から前記前縁側第２停留点に向かって単調増加し、
前記前縁側第２停留点と前記前縁側第３停留点との間の前記翼高さが、前記前縁側第２停

留点から前記前縁側第３停留点に向かって単調増加し、
前記前縁側第３停留点と前記外周縁部との間の前記翼高さが、前記前縁側第３停留点から前記外周縁部に向かって単調増加し、
前記円筒断面における前記翼の前記前縁部から前記後縁部までの直線距離をＬとし、
前記回転軸方向に当該羽根車を観察した際、前記翼上を通る前記径方向において、前記回転軸から前記翼上の任意の点までの距離をｒ、前記回転軸から前記内周縁部までの距離をｒ１、及び前記回転軸から前記外周縁部までの距離をｒ２とし、
ν＝（ｒ－ｒ１）／（ｒ２－ｒ１）とし、
σ＝Ｌ／ｒとした場合、
前記σは、０．５≦ν＜０．７５の範囲に最小値を有し、且つ、０．７５≦ν＜１の範囲に最大値を有し、
前記最小値をσｍｉｎとし、前記最大値をσｍａｘとした場合、
１．４≦σｍａｘ／σｍｉｎ≦２．２となっている
羽根車。
【請求項７】
回転軸を中心として回転するボス部と、
前記ボス部の外周部に設けられ、前記回転軸を中心として前記ボス部と共に回転する翼と、を備えた羽根車であって、
前記翼は、
該翼の回転方向において前方の縁部となる前縁部と、
前記回転方向において後方の縁部となる後縁部と、
外周側の縁部となる外周縁部と、
内周側の縁部となる内周縁部と、
を備え、
前記回転軸から該回転軸と垂直に延びる方向を径方向とし、
前記径方向において前記外周縁部と前記内周縁部との中間となる前記翼上の位置を径方向中間部とし、
前記回転軸を中心とした前記翼の複数の円筒断面のそれぞれにおいて前記前縁部からの距離と前記後縁部からの距離との比が一定の値になる点を抽出し、抽出された前記点のそれぞれを前記内周縁部から前記外周縁部まで結んだ線をスパン線とし、
前記スパン線のうち、前記前縁部からの距離と前記後縁部からの距離とが同じになる前記点のそれぞれを前記内周縁部から前記外周縁部まで結んだ線を中間スパン線とし、
前記スパン線のうち、前記中間スパン線よりも前記前縁部側となる前記スパン線を前縁側スパン線とし、
前記翼を前記スパン線に沿って前記回転軸と平行に切断した断面をスパン方向断面とし、
前記ボス部の前記外周部において前記前縁部の前記ボス部側の端部と前記後縁部の前記ボス部側の端部との中点となる点をボス中間点とし、
前記ボス中間点を通り前記回転軸と垂直な仮想平面をボス中間仮想平面とし、
前記ボス中間仮想平面と前記翼との間の前記回転軸方向の距離を翼高さとした場合、
前記前縁側スパン線での前記スパン方向断面において前記翼は、
前記径方向中間部から前記外周縁部にかけて、当該羽根車の吸い込み側が凹となる前縁側第１凹部、前記吸い込み側が凸となる前縁側凸部、及び前記吸い込み側が凹となる前縁側第２凹部が連なっており、
前記前縁側第１凹部と前記前縁側凸部との境界点を前縁側第１変曲点とし、前記前縁側凸部と前記前縁側第２凹部との境界点を前縁側第２変曲点とした場合、
前記径方向中間部と前記前縁側第１変曲点との間に前縁側第１停留点を有し、
前記前縁側第１変曲点と前記前縁側第２変曲点との間に前縁側第２停留点を有し、
前記前縁側第２変曲点と前記外周縁部との間に前縁側第３停留点を有し、
前記径方向中間部と前記前縁側第１停留点との間の前記翼高さが、前記径方向中間部から前記前縁側第１停留点に向かって単調減少し、

前記前縁側第１停留点と前記前縁側第２停留点との間の前記翼高さが、前記前縁側第１停留点から前記前縁側第２停留点に向かって単調増加し、
前記前縁側第２停留点と前記前縁側第３停留点との間の前記翼高さが、前記前縁側第２停留点から前記前縁側第３停留点に向かって単調増加し、
前記前縁側第３停留点と前記外周縁部との間の前記翼高さが、前記前縁側第３停留点から前記外周縁部に向かって単調増加し、
前記円筒断面における前記翼の形状は、前記内周縁部から前記外周縁部までのいずれの位置においても、前記吸い込み側が凸となり、且つ前記前縁部と前記後縁部との間に変曲点を持たない形状となっている
羽根車。
【請求項８】
羽根車と、
　前記羽根車の外周を囲うベルマウスと、
　を備え、
前記羽根車は、
回転軸を中心として回転するボス部と、
前記ボス部の外周部に設けられ、前記回転軸を中心として前記ボス部と共に回転する翼と、を備えた羽根車であって、
前記翼は、
該翼の回転方向において前方の縁部となる前縁部と、
前記回転方向において後方の縁部となる後縁部と、
外周側の縁部となる外周縁部と、
内周側の縁部となる内周縁部と、
を備え、
前記回転軸から該回転軸と垂直に延びる方向を径方向とし、
前記径方向において前記外周縁部と前記内周縁部との中間となる前記翼上の位置を径方向中間部とし、
前記回転軸を中心とした前記翼の複数の円筒断面のそれぞれにおいて前記前縁部からの距離と前記後縁部からの距離との比が一定の値になる点を抽出し、抽出された前記点のそれぞれを前記内周縁部から前記外周縁部まで結んだ線をスパン線とし、
前記スパン線のうち、前記前縁部からの距離と前記後縁部からの距離とが同じになる前記点のそれぞれを前記内周縁部から前記外周縁部まで結んだ線を中間スパン線とし、
前記スパン線のうち、前記中間スパン線よりも前記前縁部側となる前記スパン線を前縁側スパン線とし、
前記翼を前記スパン線に沿って前記回転軸と平行に切断した断面をスパン方向断面とし、
前記ボス部の前記外周部において前記前縁部の前記ボス部側の端部と前記後縁部の前記ボス部側の端部との中点となる点をボス中間点とし、
前記ボス中間点を通り前記回転軸と垂直な仮想平面をボス中間仮想平面とし、
前記ボス中間仮想平面と前記翼との間の前記回転軸方向の距離を翼高さとした場合、
前記前縁側スパン線での前記スパン方向断面において前記翼は、
前記径方向中間部から前記外周縁部にかけて、当該羽根車の吸い込み側が凹となる前縁側第１凹部、前記吸い込み側が凸となる前縁側凸部、及び前記吸い込み側が凹となる前縁側第２凹部が連なっており、
前記前縁側第１凹部と前記前縁側凸部との境界点を前縁側第１変曲点とし、前記前縁側凸部と前記前縁側第２凹部との境界点を前縁側第２変曲点とした場合、
前記径方向中間部と前記前縁側第１変曲点との間に前縁側第１停留点を有し、
前記前縁側第１変曲点と前記前縁側第２変曲点との間に前縁側第２停留点を有し、
前記前縁側第２変曲点と前記外周縁部との間に前縁側第３停留点を有し、
前記径方向中間部と前記前縁側第１停留点との間の前記翼高さが、前記径方向中間部から前記前縁側第１停留点に向かって単調減少し、

前記前縁側第１停留点と前記前縁側第２停留点との間の前記翼高さが、前記前縁側第１停留点から前記前縁側第２停留点に向かって単調増加し、
前記前縁側第２停留点と前記前縁側第３停留点との間の前記翼高さが、前記前縁側第２停留点から前記前縁側第３停留点に向かって単調増加し、
前記前縁側第３停留点と前記外周縁部との間の前記翼高さが、前記前縁側第３停留点から前記外周縁部に向かって単調増加し、
　前記ベルマウスの前記回転軸方向の高さをＨｂとし、
　前記回転軸と垂直で、前記ベルマウスの前記吸い込み側の端部から０．５Ｈｂだけ、前記ベルマウスから前記回転軸方向に離れた仮想平面を吸い込み側仮想平面とし、
　前記回転軸と垂直で、前記ベルマウスにおける前記羽根車の吹き出し側の端部から０．５Ｈｂだけ、前記ベルマウスから前記回転軸方向に離れた仮想平面を吹き出し側仮想平面とした場合、
　前記羽根車は、前記吸い込み側仮想平面と前記吹き出し側仮想平面との間に配置されている
　送風機。
【請求項９】
　請求項１～請求項７のいずれか一項に記載の羽根車と、
　前記羽根車によって供給される空気と内部を流通する冷媒との熱交換を行う熱交換器と、
　を備えた空気調和機。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
　本開示は羽根車、送風機及び空気調和機に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
　羽根車の翼の仕事量の多くは、該翼の外周側で占められる。このため、一般的に、羽根車の効率は、翼の外周側での仕事量を増加させることにより向上する。また、羽根車の騒音は、羽根車から生じる強い渦の生成を低減することによって減少する。しかしながら、翼の外周側での仕事量を増加させるために気流を翼の外周側に偏らせると、騒音源となる強い渦が発生し、騒音が悪化してしまう。騒音源となる強い渦は、例えば、翼の外周縁部周辺に発生する翼端渦の崩壊による乱流、及び翼端流とベルマウスとの干渉等によって発生する。すなわち、高効率かつ低騒音な羽根車を得るためには、気流を翼の外周側に偏らせると共に、強い渦の生成を低減する必要がある。換言すると、羽根車を備えた送風機において、高効率かつ低騒音な送風機を得るためには、気流を翼の外周側に偏らせると共に、強い渦の生成を低減する必要がある。
【０００３】
　そこで、羽根車を備えた従来の送風機には、上述の観点から、効率の向上及び騒音の低減を図った送風機が提案されている（特許文献１参照）。具体的には、特許文献１に記載の送風機は、羽根車と、該羽根車の吐出側外周を囲むオリフィスリングとを備えている。また、羽根車は、モーターに取り付けられたハブと、該ハブの周囲に設けられた複数の羽根とを備えている。また、オリフィスリングは、吐出側先端部を開放端とした略円筒形の第１のオリフィスリングと、第１のオリフィスリングの外側に設けた略同心円状でかつ第１のオリフィスリングより軸方向高さの高い第２のオリフィスリングと、第１のオリフィスリングの吸い込み側と第２のオリフィスリングの吸い込み側とをなめらかにつなぐ湾曲部と、を備えている。また、特許文献１に記載の送風機の各羽根は、次のような形状となっている。羽根の周方向の羽根断面形状は、ハブ側では翼型となり、所定の半径より外周側ではハブ側より薄い平板状又は翼型となっている。また、羽根の径方向の断面形状は、外周側では吸い込み側に凹形状の曲線となっており、ハブ側では吸い込み側に凸形状の曲線となっている。特許文献１に記載の送風機は、上述の構成により、翼端渦の乱れを抑制し、効率の向上及び騒音の低減を図っている。なお、径方向とは、羽根車の回転軸から該

回転軸と垂直に延びる方向である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【文献】特開２０１１－１７９３３１号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

上述のように、特許文献１に記載の羽根車の羽根すなわち翼は、径方向の断面形状を、外周側では吸い込み側に凹形状としている。すなわち、翼の外周側の圧力面は、吹き出し側に凸形状となっている。この圧力面の凸形状部分では、該凸部の頂点から翼の外周縁部の間では、圧力面から空気の吹き出し方向に延びる法線は、羽根車の内周側から外周側へ向かう方向となる。また、この法線のうちの羽根車の内周側から外周側へ向かう径方向成分は、凸部の頂点から翼の外周縁部に向かうにしたがって、大きくなる。このため、翼の外周側の圧力面の凸形状部分を通過する空気は、凸部の頂点から翼の外周縁部の間では、羽根車の外周側へ向かう力を受ける。かつ、この力のうちの羽根車の内周側から外周側へ向かう径方向成分は、凸部の頂点から翼の外周縁部に向かうにしたがって大きくなる。したがって、特許文献１に記載の羽根車は、翼の外周縁部の外周側から空気が漏れやすく、静圧上昇を妨げるため、効率が十分に向上しない。すなわち、従来の羽根車は、効率の向上及び騒音の低減の双方の実現が未だ十分ではないという課題があった。

【０００６】

本開示は、上述の課題を解決するためになされたものであり、効率の向上及び騒音の低減の双方を実現できる羽根車を得ることを第１の目的とする。また、本開示は、このような羽根車を備えた送風機及び空気調和機を得ることを第２の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本開示に係る羽根車は、回転軸を中心として回転するボス部と、前記ボス部の外周部に設けられ、前記回転軸を中心として前記ボス部と共に回転する翼と、を備えた羽根車であって、前記翼は、該翼の回転方向において前方の縁部となる前縁部と、前記回転方向において後方の縁部となる後縁部と、外周側の縁部となる外周縁部と、内周側の縁部となる内周縁部と、を備え、前記回転軸から該回転軸と垂直に延びる方向を径方向とし、前記径方向において前記外周縁部と前記内周縁部との中間となる前記翼上の位置を径方向中間部とし、前記回転軸を中心とした前記翼の複数の円筒断面のそれぞれにおいて前記前縁部からの距離と前記後縁部からの距離との比が一定の値になる点を抽出し、抽出された前記点のそれぞれを前記内周縁部から前記外周縁部まで結んだ線をスパン線とし、前記スパン線のうち、前記前縁部からの距離と前記後縁部からの距離とが同じになる前記点のそれぞれを前記内周縁部から前記外周縁部まで結んだ線を中間スパン線とし、前記スパン線のうち、前記中間スパン線よりも前記前縁部側となる前記スパン線を前縁側スパン線とし、前記翼を前記スパン線に沿って前記回転軸と平行に切断した断面をスパン方向断面とし、前記ボス部の前記外周部において前記前縁部の前記ボス部側の端部と前記後縁部の前記ボス部側の端部との中点となる点をボス中間点とし、前記ボス中間点を通り前記回転軸と垂直な仮想平面をボス中間仮想平面とし、前記ボス中間仮想平面と前記翼との間の前記回転軸方向の距離を翼高さとした場合、前記前縁側スパン線での前記スパン方向断面において前記翼は、前記径方向中間部から前記外周縁部にかけて、当該羽根車の吸い込み側が凹となる前縁側第１凹部、前記吸い込み側が凸となる前縁側凸部、及び前記吸い込み側が凹となる前縁側第２凹部が連なっており、前記前縁側第１凹部と前記前縁側凸部との境界点を前縁側第１変曲点とし、前記前縁側凸部と前記前縁側第２凹部との境界点を前縁側第２変曲点とした場合、前記径方向中間部と前記前縁側第１変曲点との間に前縁側第１停留点を有し、前記前縁側第１変曲点と前記前縁側第２変曲点との間に前縁側第２停留点を有し、前記前縁側第２変曲点と前記外周縁部との間に前縁側第３停留点を有し、前記径方向中間部と前

記前縁側第１停留点との間の前記翼高さが、前記径方向中間部から前記前縁側第１停留点に向かって単調減少し、前記前縁側第１停留点と前記前縁側第２停留点との間の前記翼高さが、前記前縁側第１停留点から前記前縁側第２停留点に向かって単調増加し、前記前縁側第２停留点と前記前縁側第３停留点との間の前記翼高さが、前記前縁側第２停留点から前記前縁側第３停留点に向かって単調増加し、前記前縁側第３停留点と前記外周縁部との間の前記翼高さが、前記前縁側第３停留点から前記外周縁部に向かって単調増加し、前記スパン線のうち、前記中間スパン線よりも前記後縁部側となる前記スパン線を後縁側スパン線とした場合、前記後縁側スパン線での前記スパン方向断面において前記翼は、前記径方向中間部から前記外周縁部にかけて、前記吸い込み側が凸となる後縁側凸部、及び前記吸い込み側が凹となる後縁側凹部が連なっている。

【０００８】

また、本開示に係る送風機は、羽根車と、前記羽根車の外周を囲うベルマウスと、を備え、前記羽根車は、回転軸を中心として回転するボス部と、前記ボス部の外周部に設けられ、前記回転軸を中心として前記ボス部と共に回転する翼と、を備えた羽根車であって、前記翼は、該翼の回転方向において前方の縁部となる前縁部と、前記回転方向において後方の縁部となる後縁部と、外周側の縁部となる外周縁部と、内周側の縁部となる内周縁部と、を備え、前記回転軸から該回転軸と垂直に延びる方向を径方向とし、前記径方向において前記外周縁部と前記内周縁部との中間となる前記翼上の位置を径方向中間部とし、前記回転軸を中心とした前記翼の複数の円筒断面のそれぞれにおいて前記前縁部からの距離と前記後縁部からの距離との比が一定の値になる点を抽出し、抽出された前記点のそれぞれを前記内周縁部から前記外周縁部まで結んだ線をスパン線とし、前記スパン線のうち、前記前縁部からの距離と前記後縁部からの距離とが同じになる前記点のそれぞれを前記内周縁部から前記外周縁部まで結んだ線を中間スパン線とし、前記スパン線のうち、前記中間スパン線よりも前記前縁部側となる前記スパン線を前縁側スパン線とし、前記翼を前記スパン線に沿って前記回転軸と平行に切断した断面をスパン方向断面とし、前記ボス部の前記外周部において前記前縁部の前記ボス部側の端部と前記後縁部の前記ボス部側の端部との中点となる点をボス中間点とし、前記ボス中間点を通り前記回転軸と垂直な仮想平面をボス中間仮想平面とし、前記ボス中間仮想平面と前記翼との間の前記回転軸方向の距離を翼高さとした場合、前記前縁側スパン線での前記スパン方向断面において前記翼は、前記径方向中間部から前記外周縁部にかけて、当該羽根車の吸い込み側が凹となる前縁側第１凹部、前記吸い込み側が凸となる前縁側凸部、及び前記吸い込み側が凹となる前縁側第２凹部が連なっており、前記前縁側第１凹部と前記前縁側凸部との境界点を前縁側第１変曲点とし、前記前縁側凸部と前記前縁側第２凹部との境界点を前縁側第２変曲点とした場合、前記径方向中間部と前記前縁側第１変曲点との間に前縁側第１停留点を有し、前記前縁側第１変曲点と前記前縁側第２変曲点との間に前縁側第２停留点を有し、前記前縁側第２変曲点と前記外周縁部との間に前縁側第３停留点を有し、前記径方向中間部と前記前縁側第１停留点との間の前記翼高さが、前記径方向中間部から前記前縁側第１停留点に向かって単調減少し、前記前縁側第１停留点と前記前縁側第２停留点との間の前記翼高さが、前記前縁側第１停留点から前記前縁側第２停留点に向かって単調増加し、前記前縁側第２停留点と前記前縁側第３停留点との間の前記翼高さが、前記前縁側第２停留点から前記前縁側第３停留点に向かって単調増加し、前記前縁側第３停留点と前記外周縁部との間の前記翼高さが、前記前縁側第３停留点から前記外周縁部に向かって単調増加し、前記ベルマウスの前記回転軸方向の高さをＨｂとし、前記回転軸と垂直で、前記ベルマウスの前記吸い込み側の端部から０．５Ｈｂだけ、前記ベルマウスから前記回転軸方向に離れた仮想平面を吸い込み側仮想平面とし、前記回転軸と垂直で、前記ベルマウスにおける前記羽根車の吹き出し側の端部から０．５Ｈｂだけ、前記ベルマウスから前記回転軸方向に離れた仮想平面を吹き出し側仮想平面とした場合、前記羽根車は、前記吸い込み側仮想平面と前記吹き出し側仮想平面との間に配置されている。

【０００９】

また、本開示に係る空気調和機は、本開示に係る羽根車と、前記羽根車によって供給さ

れる空気と内部を流通する冷媒との熱交換を行う熱交換器と、を備えている。
【発明の効果】
【００１０】
本開示に係る羽根車は、翼全体の仕事量の多くを占める翼の外周側で仕事量を増加させることができ、翼の外周縁部の外周側から空気が漏れることも抑制できる。また、本開示に係る羽根車は、翼端渦の生成を促進し、翼端渦の崩壊による乱流を抑制できるので、騒音源となる強い渦の生成を抑制でき、騒音を抑制できる。このため、本開示に係る羽根車は、効率の向上及び騒音の低減の双方を実現できる。
【図面の簡単な説明】
【００１１】
【図１】本実施の形態１に係る羽根車を備えた送風機の構成を示す斜視図である。
【図２】本実施の形態１に係る羽根車の各部の名称を説明するための図であり、羽根車を該羽根車の回転軸と垂直な平面に投影した図である。
【図３】本実施の形態１に係る羽根車の翼の前縁側スパン線でのスパン方向断面である。
【図４】図３のＡ部拡大図である。
【図５】本実施の形態１に係る羽根車を該羽根車の吸い込み側から見た斜視図であり、該羽根車で形成される翼端渦の例を示す図である。
【図６】本実施の形態２に係る羽根車の翼の後縁側スパン線でのスパン方向断面である。
【図７】本実施の形態２に係る羽根車の翼の中間スパン線でのスパン方向断面である。
【図８】本実施の形態２に係る羽根車と従来技術の羽根車との効率を比較した図である。
【図９】本実施の形態２に係る羽根車と従来技術の羽根車との騒音値を比較した図である。
【図１０】本実施の形態３に係る羽根車の翼の後縁側スパン線でのスパン方向断面であり、径方向中間部から外周縁部２３までの範囲を示した要部拡大図である。
【図１１】本実施の形態４に係る羽根車の翼を該羽根車の回転軸を中心とした円筒断面で切断した断面図である。
【図１２】本実施の形態４に係る羽根車における、σｍｉｎに対するσｍａｘの比と効率との関係を示す図である。
【図１３】本実施の形態５に係る羽根車の翼を該羽根車の回転軸を中心とした円筒断面で切断した断面図である。
【図１４】本実施の形態５に係る羽根車の翼を該羽根車の回転軸を中心とした円筒断面で切断した断面図である。
【図１５】本実施の形態５に係る羽根車の翼を該羽根車の回転軸を中心とした円筒断面で切断した断面図である。
【図１６】本実施の形態６に係る送風機を羽根車の回転軸に平行な断面で切断した断面図である。
【図１７】本実施の形態７に係る空気調和機を示す斜視図である。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
以下の各実施の形態において、本開示に係る羽根車の一例、本開示に係る送風機の一例、又は本開示に係る空気調和機の一例について、図面を参照しながら説明する。なお、図１を含む以下の図面では、各構成部材の相対的な寸法の関係及び形状等が、本開示に係る羽根車、送風機及び空気調和機を実際に製造したものとは異なる場合がある。また、以下の図面において、同一の符号を付したものは、同一又はこれに相当するものである。同一又はこれに相当するものに同一の符号を付すというこのやり方は、明細書の全文において共通する。また、以下の各実施の形態では、本開示に係る羽根車、送風機及び空気調和機の一例の理解を容易にするために、方向を表す用語を適宜用いる。方向を表す用語とは、例えば「上」、「下」、「右」、「左」、「前」及び「後」等である。しかしながら、方向を表すこれらの用語は、説明の便宜上用いるだけであって、本開示に係る羽根車、送風機及び空気調和機を限定するものではない。さらに、以下の図面において、形状の面取りは行っていないが、面取りを実施しても同様の効果を得ることができる。すなわち、例え

ば、Ｃ面取りを実施しても、Ｒ面取りを実施しても、同様の効果を得られる。
【００１３】
実施の形態１．
図１は、本実施の形態１に係る羽根車を備えた送風機の構成を示す斜視図である。
なお、図１は、送風機１００の吸い込み側から見た送風機１００の斜視図となっている。換言すると、図１は、羽根車１０の吸い込み側から見た送風機１００の斜視図となっている。すなわち、図１は、羽根車１０の負圧面２６側から見た送風機１００の斜視図となっている。ここで、図１及び後述する図面で示す黒塗りの太矢印は、羽根車１０の回転方向を表している。すなわち、図１及び後述する図面で示す黒塗りの太矢印は、羽根車１０のボス部１２及び翼２０の回転方向を表している。また、図１及び後述する図面で示す白抜きの太矢印は、羽根車１０が回転したときの全体的な空気の流れ方向を表している。本実施の形態に係る送風機１００は、羽根車１０の回転軸１１に沿う方向に送風する軸流送風機である。
【００１４】
図１に示すように、送風機１００は、羽根車１０と、該羽根車１０の外周を囲うベルマウス８１とを備えている。なお、本実施の形態１では、ケーシング８０がベルマウス８１を備える構成となっている。ベルマウス８１は、略円筒状をしている。羽根車１０は、このような形状に形成されたベルマウス８１の内周側に配置されている。また、羽根車１０は、回転軸１１を中心として回転自在となるように設けられている。
【００１５】
羽根車１０は、回転軸１１上に設けられたボス部１２と、ボス部１２の外周部に設けられた複数の翼２０とを有している。ボス部１２は、略円筒状の形状をしている。ボス部１２の中心部には、羽根車１０を回転させるモーター等の図示せぬ駆動部が備える駆動軸が、接続される。ボス部１２は、駆動軸を介して駆動部から回転駆動力が伝達されることにより、回転軸１１を中心として回転する。
【００１６】
複数の翼２０は、ボス部１２の外周部に等角度間隔で配置されている。複数の翼２０のそれぞれは、ボス部１２の外周壁から概ね放射状に突出している。より詳しくは、複数の翼２０のそれぞれは、ボス部１２の外周壁から、径方向に対し、羽根車１０の回転方向において前方側に傾くように、ボス部１２の外周側に突出している。ここで、径方向とは、回転軸１１から該回転軸１１と垂直に延びる方向である。なお、図１では、４枚の翼２０を有する羽根車１０を例示しているが、羽根車１０が有する翼２０の枚数は４枚以外であってもよい。
【００１７】
複数の翼２０は、回転軸１１を中心として、ボス部１２と共に回転する。複数の翼２０が回転すると、図１の白抜き太矢印で示すように、空気は、紙面手前側から回転軸１１に沿って送風機１００に吸い込まれる。送風機１００に吸い込まれた空気は、回転軸１１に沿って送風機１００から紙面奥側に吹き出される。
【００１８】
図２は、本実施の形態１に係る羽根車の各部の名称を説明するための図であり、羽根車を該羽根車の回転軸と垂直な平面に投影した図である。
以下、図２を用いて、本実施の形態１に係る羽根車１０の各部の名称を説明する。なお、図２に示す羽根車１０は、あくまでも、本実施の形態１に係る羽根車１０の各部の名称を説明するものである。このため、図２に示す羽根車１０は、本実施の形態１に係る羽根車１０とは形状が異なるものであること注意されたい。また、図２は、羽根車１０を翼２０の負圧面２６側から見た図となっている。
【００１９】
複数の翼２０のそれぞれは、前縁部２１、後縁部２２、外周縁部２３及び内周縁部２４を有している。前縁部２１は、翼２０の周縁部のうち、該翼２０の回転方向において前方の縁部となる部分である。後縁部２２は、翼２０の周縁部のうち、該翼２０の回転方向に

おいて後方の縁部となる部分である。外周縁部２３は、翼２０の周縁部のうち、外周側の縁部となる部分である。内周縁部２４は、翼２０の周縁部のうち、内周側の縁部となる部分である。内周縁部２４は、ボス部１２の外周部に沿った形状を有しており、当該外周部と接続されている。

【００２０】

外周縁部２３と前縁部２１とは、外周前端部２３ａで接続されている。外周縁部２３と後縁部２２とは、外周後端部２３ｂで接続されている。内周縁部２４と前縁部２１とは、内周前端部２４ａで接続されている。内周縁部２４と後縁部２２とは、内周後端部２４ｂで接続されている。

【００２１】

また、複数の翼２０のそれぞれは、径方向中間部２８を有している。径方向中間部２８は、径方向において外周縁部２３と内周縁部２４との中間となる翼２０上の位置になる部分である。換言すると、径方向中間部２８は、回転軸１１を中心とする仮想円上の部分となる。回転軸１１方向に羽根車１０を観察した際、翼２０上を通る径方向において、回転軸１１から内周縁部２４までの距離をｒ１とし、回転軸１１から外周縁部２３までの距離をｒ２とし、回転軸１１から径方向中間部２８までの距離をｒ３とする。この場合、ｒ３＝（ｒ１＋ｒ２）／２の関係が満たされる。

【００２２】

また、複数の翼２０のそれぞれは、圧力面２５及び負圧面２６を有している。圧力面２５は、翼２０が有する２つの面のうち、翼２０の回転方向で前方側の面である。翼２０が回転する際には、圧力面２５によって空気が押されることになる。なお、図１及び図２は、それぞれ送風機１００及び羽根車１０を負圧面２６側から見た構成を示している。このため、圧力面２５は、図１及び図２には示されていない。したがって、圧力面２５は、後述の図３を参照されたい。負圧面２６は、翼２０が有する２つの面のうち、翼２０の回転方向で後方側の面であり、圧力面２５の裏側の面である。

【００２３】

ここで、スパン線を次のように定義する。回転軸１１を中心とした翼２０の複数の円筒断面のそれぞれにおいて前縁部２１からの距離と後縁部２２からの距離との比が一定の値になる点を抽出し、抽出された点のそれぞれを内周縁部２４から外周縁部２３まで結んだ線をスパン線とする。前縁部２１及び後縁部２２のそれぞれからの距離は、例えば、円筒断面上の翼２０の反り線に沿って測定される。図２には、スパン線として、前縁側スパン線２７ａ、中間スパン線２７ｂ及び後縁側スパン線２７ｃが示されている。中間スパン線２７ｂは、スパン線のうち、前縁部２１からの距離と後縁部２２からの距離とが同じになる点のそれぞれを内周縁部２４から外周縁部２３まで結んだ線である。前縁側スパン線２７ａは、スパン線のうち、中間スパン線２７ｂよりも前縁部２１側となるスパン線である。後縁側スパン線２７ｃは、スパン線のうち、中間スパン線２７ｂよりも後縁部２２側となるスパン線である。なお、内周縁部２４から外周縁部２３までのスパン線に沿った長さをＲとすると、内周縁部２４から径方向中間部２８までのスパン線に沿った長さは、必ずしも０．５Ｒにはならず、概ね０．４５Ｒ～０．５５Ｒの範囲にある。

【００２４】

また、翼２０をスパン線に沿って回転軸１１と平行に切断した断面を、スパン方向断面と定義する。

【００２５】

図３は、本実施の形態１に係る羽根車の翼の前縁側スパン線でのスパン方向断面である。図４は、図３のＡ部拡大図である。また、図５は、本実施の形態１に係る羽根車を該羽根車の吸い込み側から見た斜視図であり、該羽根車で形成される翼端渦の例を示す図である。

換言すると、図３及び図４は、本実施の形態１に係る羽根車１０の翼２０を、図２に示すＩＩＩ－ＩＩＩ断面に相当する位置で切断した断面図である。すなわち、図３及び図４では、紙面上下方向が、回転軸１１に沿う方向を表している。また、図３及び図４では、

紙面上側が羽根車１０の吸い込み側となっており、紙面下側が羽根車１０の吹き出し側となっている。以下、図３～図５を用いて、前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面における本実施の形態１に係る羽根車１０の翼２０の形状、及び該形状から得られる効果について説明する。

【００２６】

図３及び図４に示すように、前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面において翼２０は、径方向中間部２８と外周縁部２３との間の領域の例えば全域で、負圧面２６側すなわち吸い込み側が径方向中間部２８から外周縁部２３にかけて凹凸凹と湾曲している。換言すると、前縁部２１側での翼２０は、径方向中間部２８と外周縁部２３との間の領域において、径方向中間部２８から外周縁部２３にかけて吸い込み側が凹凸凹となり吹き出し側が凸凹凸となるように湾曲している。より詳しくは、前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面において翼２０は、径方向中間部２８から外周縁部２３にかけて、羽根車１０の吸い込み側が凹となる前縁側第１凹部５１ａ、羽根車１０の吸い込み側が凸となる前縁側凸部５１ｂ、及び羽根車１０の吸い込み側が凹となる前縁側第２凹部５１ｃが連なっている。

【００２７】

このため、前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面において翼２０は、径方向中間部２８から外周縁部２３にかけて複数の停留点を有することとなる。停留点とは、回転軸１１と垂直な仮想平面に対する翼２０の傾きを関数として表した際、該関数の微分値が０となる点である。換言すると、停留点とは、回転軸１１と垂直な仮想平面に対する翼２０の傾きの変化度合いが０となる点である。

【００２８】

具体的には、前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面において、前縁側第１凹部５１ａと前縁側凸部５１ｂとの境界点を前縁側第１変曲点５２ａとし、前縁側凸部５１ｂと前縁側第２凹部５１ｃとの境界点を前縁側第２変曲点５２ｂとする。このように前縁側第１変曲点５２ａ及び前縁側第２変曲点５２ｂを定義した場合、前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面において翼２０は、径方向中間部２８と前縁側第１変曲点５２ａとの間に、前縁側第１停留点４０ａを有する。また、前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面において翼２０は、前縁側第１変曲点５２ａと前縁側第２変曲点５２ｂとの間に、前縁側第２停留点４０ｂを有する。また、前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面において翼２０は、前縁側第２変曲点５２ｂと外周縁部２３との間に前縁側第３停留点４０ｃを有する。

【００２９】

なお、本実施の形態１では、前縁側第１停留点４０ａ、前縁側第２停留点４０ｂ及び前縁側第３停留点４０ｃは、次の位置に存在している。回転軸１１方向に羽根車１０を観察した際、翼２０上を通る径方向において、回転軸１１から翼２０上の任意の点までの距離をｒとする。また、上述のように、回転軸１１方向に羽根車１０を観察した際、翼２０上を通る径方向において、回転軸１１から内周縁部２４までの距離をｒ１とし、回転軸１１から外周縁部２３までの距離をｒ２とする。また、ｖ＝（ｒ－ｒ１）／（ｒ２－ｒ１）とする。この場合、前縁側第１停留点４０ａは、０．５＜ｖ＜０．７の範囲に存在する。前縁側第２停留点４０ｂは、０．６５＜ｖ＜０．８５の範囲に存在する。前縁側第３停留点４０ｃは、０．８＜ｖ＜１の範囲に存在する。

【００３０】

また、前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面において、翼２０の翼高さｈは、次のようになる。ここで、まず、翼高さｈについて説明する。図２及び図３に示すように、ボス部１２の外周部において、前縁部２１のボス部１２側の端部と後縁部２２のボス部１２側の端部との中点となる点を、ボス中間点１２ａとする。すなわち、ボス部１２の外周部において、内周前端部２４ａと内周後端部２４ｂとの中点となる点を、ボス中間点１２ａとする。内周前端部２４ａと内周後端部２４ｂとの中点となる点は、例えば、内周縁部２４での翼２０の反り線に沿って測定される。また、図３及び図４に示すように、ボス中間点１２ａを通り回転軸１１と垂直な仮想平面を、ボス中間仮想平面４２とする。このようにボス中間仮想平面４２を定義した場合、翼高さｈは、ボス中間仮想平面４２と翼２０と

の間の回転軸１１方向の距離となる。

【００３１】

そして、このように翼高さｈを定義した場合、前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面において、径方向中間部２８と前縁側第１停留点４０ａとの間の翼高さｈは、径方向中間部２８から前縁側第１停留点４０ａに向かって単調減少している。また、前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面において、前縁側第１停留点４０ａと前縁側第２停留点４０ｂとの間の翼高さｈは、前縁側第１停留点４０ａから前縁側第２停留点４０ｂに向かって単調増加している。また、前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面において、前縁側第２停留点４０ｂと前縁側第３停留点４０ｃとの間の翼高さｈは、前縁側第２停留点４０ｂから前縁側第３停留点４０ｃに向かって単調増加している。また、前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面において、前縁側第３停留点４０ｃと外周縁部２３との間の翼高さｈは、前縁側第３停留点４０ｃから外周縁部２３に向かって単調増加している。なお、単調増加とは、減少することなく増加し続けることを示す。また、単調減少とは、増加することなく減少し続けることを示す。

【００３２】

このように構成された本実施の形態１に係る羽根車１０は、騒音を抑制できるという効果が得られる。詳しくは、一般的に、軸流送風機では、羽根車の翼の外周縁部において、圧力面と負圧面との圧力差に起因して、気流が圧力面側から負圧面側に回り込む。この結果、翼の外周縁部周辺に、翼端渦が発生する。例えば、この翼端渦が崩壊して乱流が発生すると、騒音源となる強い渦が発生し、騒音が悪化してしまう。また、例えば、翼端流とベルマウスととが干渉すると、騒音源となる強い渦が発生し、騒音が悪化してしまう。

【００３３】

ここで、本実施の形態１に係る羽根車１０では、前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面において、前縁側第３停留点４０ｃと外周縁部２３との間の翼高さｈは、前縁側第３停留点４０ｃから外周縁部２３に向かって単調増加している。このため、図４の先端黒塗り矢印で示すように、圧力面２５から負圧面２６へ気流が回り込みやすくなる。また、本実施の形態１に係る羽根車１０では、径方向中間部２８から外周縁部２３にかけて、羽根車１０の吸い込み側が凹となる前縁側第１凹部５１ａ、羽根車１０の吸い込み側が凸となる前縁側凸部５１ｂ、及び羽根車１０の吸い込み側が凹となる前縁側第２凹部５１ｃが連なっている。このため、前縁側第２凹部５１ｃの曲率を大きくすることができる。換言すると、前縁側第３停留点４０ｃと外周縁部２３との間の曲率を大きくすることができる。したがって、図５に示すように、本実施の形態１に係る羽根車１０は、翼端渦３０の生成を促進し、翼端渦３０の崩壊による乱流を抑制できるので、騒音源となる強い渦の生成を抑制でき、騒音を抑制できる。また、図５に示すように、翼端渦３０は、前縁側第２凹部５１ｃの凹み箇所で生成されるので、ベルマウス８１との干渉も抑制される。このため、本実施の形態１に係る羽根車１０は、騒音をさらに抑制できる。

【００３４】

ところで、先行技術文献として示した特許文献１に記載の羽根車においては、翼の径方向の断面形状が、中央付近よりも外周縁部側では、吸い込み側に凹形状の曲線となっている。このため、特許文献１に記載の羽根車は、本実施の形態１に係る羽根車１０と同様に、翼端渦の生成を促進できるため、騒音を抑制する効果は得られる。しかしながら、特許文献１に記載の羽根車は、効率が十分に向上しない。一方、本実施の形態１に係る羽根車１０は、騒音を低減できると共に、特許文献１に記載の羽根車と比べ、効率を向上させることもできる。以下、その理由について説明する。

【００３５】

上述のように、特許文献１に記載の羽根車の翼は、径方向の断面形状を、外周側では吸い込み側に凹形状としている。すなわち、翼の外周側の圧力面は、吹き出し側に凸形状となっている。この圧力面の凸形状部分では、該凸部の頂点から翼の外周縁部の間では、圧力面から空気の吹き出し方向に延びる法線は、羽根車の内周側から外周側へ向かう方向となる。また、この法線のうちの羽根車の内周側から外周側へ向かう径方向成分は、凸部の

頂点から翼の外周縁部に向かうにしたがって、大きくなる。このため、翼の外周側の圧力面の凸形状部分を通過する空気は、凸部の頂点から翼の外周縁部の間では、羽根車の外周側へ向かう力を受ける。かつ、この力のうちの羽根車の内周側から外周側へ向かう径方向成分は、凸部の頂点から翼の外周縁部に向かうにしたがって大きくなる。すなわち、特許文献１に記載の羽根車においては、該凸部の頂点から翼の外周縁部の間では、翼の圧力面から空気が受ける力のうちの羽根車の内周側から外周側へ向かう径方向成分は、凸部の頂点から翼の外周縁部に向かうにしたがって単調に増加していく。したがって、特許文献１に記載の羽根車は、翼の外周縁部の外周側から空気が漏れやすく、静圧上昇を妨げるため、効率が十分に向上しない。

【００３６】

一方、本実施の形態１に係る羽根車１０においては、翼２０の圧力面２５から空気が受ける力のうちの羽根車１０の内周側から外周側へ向かう径方向成分は、図４に白抜き矢印で示すようになり、翼２０の外周縁部に向かうにしたがって単調に増加することはない。詳しくは、圧力面２５のうちの前縁側第１停留点４０ａと前縁側第３停留点４０ｃとの間の領域を通過する空気は、羽根車１０の外周側へ向かう力を受ける。しかしながら、圧力面２５のうちの前縁側第２停留点４０ｂと前縁側第３停留点４０ｃとの間の領域を通過する空気が受ける力における羽根車１０の内周側から外周側へ向かう径方向成分は、圧力面２５のうちの前縁側第１停留点４０ａと前縁側第２停留点４０ｂとの間の領域を通過する空気が受ける力における羽根車１０の内周側から外周側へ向かう径方向成分と比べ、小さくなる。このため、圧力面２５のうちの前縁側第１停留点４０ａと前縁側第２停留点４０ｂとの間の領域で押された空気は、圧力面２５のうちの前縁側第２停留点４０ｂと前縁側第３停留点４０ｃとの間の領域で押された空気によって、羽根車１０の外周側へ向かうことが抑制される。このため、本実施の形態１に係る羽根車１０においては、翼２０の外周縁部２３の外周側から空気が漏れることを抑制できる。

【００３７】

また、上述のように、本実施の形態１に係る羽根車１０においては、圧力面２５のうちの前縁側第１停留点４０ａと前縁側第３停留点４０ｃとの間の領域を通過する空気は、羽根車１０の外周側へ向かう力を受ける。このため、羽根車１０を通過する気流を、該羽根車１０の外周側に偏らせることができる。ここで、一般的に、羽根車の翼の仕事量の多くは、該翼の外周側で占められる。このため、一般的に、羽根車の効率は、翼の外周側での仕事量を増加させることにより向上する。したがって、実施の形態１に係る羽根車１０においては、翼２０の外周側で仕事量を増加させることができ、効率が向上する。

【００３８】

このように、本実施の形態１に係る羽根車１０は、翼２０の外周側で仕事量を増加させることができ、翼２０の外周縁部２３の外周側から空気が漏れることも抑制できるので、効率が向上する。

【００３９】

また、上述のように、前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面において、径方向中間部２８と前縁側第１停留点４０ａとの間の翼高さｈは、径方向中間部２８から前縁側第１停留点４０ａに向かって単調減少している。このため、図４に白抜き矢印で示すように、本実施の形態１に係る羽根車１０においては、圧力面２５のうちの径方向中間部２８と前縁側第１停留点４０ａとの間の領域を通過する空気は、ボス部１２へ向かう力を受ける。したがって、当該空気の流れによって、ボス部１２の表面で剥離が生じることによって乱れた気流を、径方向中間部２８よりも羽根車１０の外周側へ流れることを抑制できる。これにより、翼２０全体の仕事量の多くを占める翼２０の外周側の気流を整流できる。この点においても、本実施の形態１に係る羽根車１０は、効率が向上する。

【００４０】

以上、本実施の形態１に係る羽根車１０は、前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面では、翼２０が次のような形状に形成されている。径方向中間部２８から外周縁部２３にかけて、羽根車１０の吸い込み側が凹となる前縁側第１凹部５１ａ、羽根車１０の吸い込

み側が凸となる前縁側凸部５１ｂ、及び羽根車１０の吸い込み側が凹となる前縁側第２凹部５１ｃが連なっている。また、径方向中間部２８と前縁側第１停留点４０ａとの間の翼高さｈは、径方向中間部２８から前縁側第１停留点４０ａに向かって単調減少している。また、前縁側第１停留点４０ａと前縁側第２停留点４０ｂとの間の翼高さｈは、前縁側第１停留点４０ａから前縁側第２停留点４０ｂに向かって単調増加している。また、前縁側第２停留点４０ｂと前縁側第３停留点４０ｃとの間の翼高さｈは、前縁側第２停留点４０ｂから前縁側第３停留点４０ｃに向かって単調増加している。また、前縁側第３停留点４０ｃと外周縁部２３との間の翼高さｈは、前縁側第３停留点４０ｃから外周縁部２３に向かって単調増加している。

【００４１】

このように構成された本実施の形態１に係る羽根車１０は、上述のように、翼２０全体の仕事量の多くを占める翼２０の外周側で仕事量を増加させることができ、翼２０の外周縁部２３の外周側から空気が漏れることも抑制できる。また、このように構成された本実施の形態１に係る羽根車１０は、上述のように、翼端渦３０の生成を促進し、翼端渦３０の崩壊による乱流を抑制できるので、騒音源となる強い渦の生成を抑制でき、騒音を抑制できる。このため、このように構成された本実施の形態１に係る羽根車１０は、効率の向上及び騒音の低減の双方を実現できる。

【００４２】

また、本実施の形態１に係る送風機１００は、上述のように効率の向上及び騒音の低減の双方を実現できる羽根車１０を備えているので、効率の向上及び騒音の低減の双方を実現できる送風機となることができる。

【００４３】

実施の形態２．

実施の形態１では、翼２０の後縁部２２側の形状については特に言及しなかった。翼２０の後縁部２２側の形状は、本実施の形態２に示す形状に形成されていることが好ましい。なお、本実施の形態２において、特に記述しない項目については実施の形態１と同様とする。

【００４４】

図６は、本実施の形態２に係る羽根車の翼の後縁側スパン線でのスパン方向断面である。

換言すると、図６は、本実施の形態２に係る羽根車１０の翼２０を、図２に示すＶ－Ｖ断面に相当する位置で切断した断面図である。すなわち、図６では、紙面上下方向が、回転軸１１に沿う方向を表している。また、図６では、紙面上側が羽根車１０の吸い込み側となっており、紙面下側が羽根車１０の吹き出し側となっている。

【００４５】

図６に示すように、後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面において翼２０は、径方向中間部２８と外周縁部２３との間の領域の例えば全域で、負圧面２６側すなわち吸い込み側が径方向中間部２８から外周縁部２３にかけて凸凹と湾曲している。換言すると、後縁部２２側での翼２０は、径方向中間部２８と外周縁部２３との間の領域において、径方向中間部２８から外周縁部２３にかけて吸い込み側が凸凹となり吹き出し側が凹凸となるように湾曲している。より詳しくは、後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面において翼２０は、径方向中間部２８から外周縁部２３にかけて、羽根車１０の吸い込み側が凸となる後縁側凸部５３ａ、及び羽根車１０の吸い込み側が凹となる後縁側凹部５３ｂが連なっている。

【００４６】

図７は、本実施の形態２に係る羽根車の翼の中間スパン線でのスパン方向断面である。

換言すると、図７は、本実施の形態２に係る羽根車１０の翼２０を、図２に示すＩＶ－ＩＶ断面に相当する位置で切断した断面図である。すなわち、図７では、紙面上下方向が、回転軸１１に沿う方向を表している。また、図６では、紙面上側が羽根車１０の吸い込み側となっており、紙面下側が羽根車１０の吹き出し側となっている。

【００４７】

前縁側スパン線２７ａでのスパン方向断面における翼２０の形状を実施の形態１で示した形状とし、後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面における翼２０の形状を本実施の形態２で示した形状とした場合、中間スパン線２７ｂでのスパン方向断面における翼２０の形状は、例えば、図７のように形成される。具体的には、中間スパン線２７ｂでのスパン方向断面における翼２０の形状は、例えば、前縁側スパン線２７ａ及び後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面における翼２０の形状と比べ、回転軸１１に対しておおよそ垂直な直線状となる。

【００４８】

後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面における翼２０の形状を本実施の形態２で示した形状にすることにより、負圧面２６における後縁側凸部５３ａの形成領域に流入した空気の流れは、分岐する。具体的には、負圧面２６における後縁側凸部５３ａの形成領域に流入した空気の流れは、負圧面２６側に凸となっている後縁側凸部５３ａによって、径方向中間部２８側へ流れる流れと、外周縁部２３側へ流れとに、分岐する。負圧面２６において空気が前縁部２１から後縁部２２まで翼２０に沿って流れず、途中で負圧面２６から離れると、羽根車１０の効率が悪化する。しかしながら、負圧面２６における後縁側凸部５３ａの形成領域に流入した空気の流れが上述のように分岐することにより、負圧面２６において空気の流れが途中で負圧面２６から離れることを抑制できる。すなわち、負圧面２６において、空気が前縁部２１から後縁部２２まで翼２０に沿って流れることができる。このため、後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面における翼２０の形状を本実施の形態２で示した形状にすることにより、羽根車１０の効率をより向上させることができる。

【００４９】

また、後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面における翼２０の形状を本実施の形態２で示した形状にすることにより、圧力面２５側に凸となっている後縁側凹部５３ｂによって、圧力面２５から外周縁部２３の外周側を通って負圧面２６へ、気流が回り込みやすくなる。このため、後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面における翼２０の形状を本実施の形態２で示した形状にすることにより、翼２０の後縁部２２側においても翼端渦３０の生成が促進される。したがって、後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面における翼２０の形状を本実施の形態２で示した形状にすることにより、羽根車１０の騒音をより抑制することができる。

【００５０】

図８は、本実施の形態２に係る羽根車と従来技術の羽根車との効率を比較した図である。

なお、図８では、黒丸が、本実施の形態２に係る羽根車１０の検証結果を示している。また、図８では、白丸が、従来技術の羽根車を示している。従来技術の羽根車は、本実施の形態２に係る羽根車１０の特徴をもたない一般的な羽根車である。図８に示すように、本実施の形態２に係る羽根車１０及び従来技術の羽根車において同一の風量の気流を発生させた際、いずれの風量においても、本実施の形態２に係る羽根車１０は、従来技術の羽根車と比べて効率が向上することがわかる。

【００５１】

図９は、本実施の形態２に係る羽根車と従来技術の羽根車との騒音値を比較した図である。

なお、図９では、黒丸が、本実施の形態２に係る羽根車１０の検証結果を示している。また、図９では、白丸が、従来技術の羽根車を示している。図９に示すように、本実施の形態２に係る羽根車１０及び従来技術の羽根車において同一の風量の気流を発生させた際、いずれの風量においても、本実施の形態２に係る羽根車１０は、従来技術の羽根車と比べて騒音を抑制できることがわかる。

【００５２】

実施の形態３．

後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面における翼２０の形状を実施の形態２で示した形状とする場合、後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面における翼２０の翼高さｈ

を本実施の形態３のように設定するのが好ましい。なお、本実施の形態３において、特に記述しない項目については実施の形態１又は実施の形態２と同様とする。

【００５３】

図１０は、本実施の形態３に係る羽根車の翼の後縁側スパン線でのスパン方向断面であり、径方向中間部から外周縁部２３までの範囲を示した要部拡大図である。

換言すると、図１０は、本実施の形態３に係る羽根車１０の翼２０を、図２に示すＶ－Ｖ断面に相当する位置で切断した断面図である。すなわち、図１０では、紙面上下方向が、回転軸１１に沿う方向を表している。また、図１０では、紙面上側が羽根車１０の吸い込み側となっており、紙面下側が羽根車１０の吹き出し側となっている。

【００５４】

後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面において、本実施の形態３に係る羽根車１０の翼２０は、実施の形態２と同様に、径方向中間部２８から外周縁部２３にかけて、後縁側凸部５３ａ及び後縁側凹部５３ｂが連なっている。このため、後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面において翼２０は、径方向中間部２８から外周縁部２３にかけて複数の停留点を有することとなる。

【００５５】

具体的には、後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面において、後縁側凸部５３ａと後縁側凹部５３ｂとの境界点を後縁側変曲点５４とする。このように後縁側変曲点５４を定義した場合、後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面において翼２０は、径方向中間部２８と後縁側変曲点５４との間に、後縁側第１停留点４１ａを有する。また、後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面において翼２０は、後縁側変曲点５４と外周縁部２３との間に後縁側第２停留点４１ｂを有する。

【００５６】

また、本実施の形態３では、後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面において、翼２０の翼高さｈは、次のようになっている。後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面において、径方向中間部２８と後縁側第１停留点４１ａとの間の翼高さｈは、径方向中間部２８から後縁側第１停留点４１ａに向かって単調減少している。また、後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面において、後縁側第１停留点４１ａと後縁側第２停留点４１ｂとの間の翼高さｈは、後縁側第１停留点４１ａから後縁側第２停留点４１ｂに向かって単調増加している。また、後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面において、後縁側第２停留点４１ｂと外周縁部２３との間の翼高さｈは、後縁側第２停留点４１ｂら外周縁部２３に向かって単調増加している。

【００５７】

上述のように、ボス部１２の表面で気流の剥離が生じ、乱れた気流が発生する。この乱れた気流が遠心力によって翼２０全体の仕事量の多くを占める翼２０の外周側に流れると、羽根車１０の効率が低下する。ここで、翼２０の前縁部２１側の形状を実施の形態１のように形成することにより、圧力面２５のうちの径方向中間部２８と前縁側第１停留点４０ａとの間の領域を通過する空気の流れによって、当該乱れた気流が翼２０の外周側に流れることを抑制できる。また、翼２０の後縁部２２側の形状を本実施の形態３のように形成することにより、翼２０の後縁部２２側においても、当該乱れた気流が翼２０の外周側に流れることを抑制できる。この結果、羽根車１０の効率をより向上させることができる。

【００５８】

詳しくは、翼２０の後縁部２２側において、圧力面２５のうちの径方向中間部２８と後縁側第１停留点４１ａとの間の領域を通過する空気は、翼２０の外周側へ向かう力を受ける。一方、翼２０の後縁部２２側において、圧力面２５のうちの後縁側第１停留点４１ａと後縁側第２停留点４１ｂとの間の領域を通過する空気は、ボス部１２側へ力を受ける。これらの力により、ボス部１２の表面での剥離によって生じた乱れた気流は、後縁側第１停留点４１ａ周辺から、翼２０の後方へ流出していく。このため、翼２０の後縁部２２側の形状を本実施の形態３のように形成することにより、翼２０の後縁部２２側においても、当該乱れた気流が翼２０の外周側に流れることを抑制できる。この結果、羽根車１０の

効率をより向上させることができる。

【００５９】

　また、本実施の形態３では、後縁側スパン線２７ｃでのスパン方向断面において、後縁側第２停留点４１ｂと外周縁部２３との間の翼高さｈは、上述のように、後縁側第２停留点４１ｂら外周縁部２３に向かって単調増加している。これにより、翼２０の前縁部２１側の形状との関係により、翼２０の仕事量が大きい翼２０の外周側の翼面積を大きくすることができるため、羽根車１０にかかるトルクを低減できる。この結果、羽根車１０の効率をさらに向上させることができる。

【００６０】

実施の形態４．

　実施の形態１～実施の形態３で示した羽根車１０の翼２０に対して、本実施の形態４で示す形状を追加することにより、羽根車１０の効率をさらに向上させることができる。なお、本実施の形態４において、特に記述しない項目については実施の形態１～実施の形態３のいずれかと同様とする。

【００６１】

　図１１は、本実施の形態４に係る羽根車の翼を該羽根車の回転軸を中心とした円筒断面で切断した断面図である。

　本実施の形態４に係る羽根車１０の翼２０の形状を説明するにあたり、Ｌを図１１のように定義する。具体的には、回転軸１１を中心とした円筒断面における翼２０の前縁部２１から後縁部２２までの直線距離を、Ｌとする。また、上述のように、回転軸１１方向に羽根車１０を観察した際、翼２０上を通る径方向において、回転軸１１から翼２０上の任意の点までの距離をｒとする。また、上述のように、回転軸１１方向に羽根車１０を観察した際、翼２０上を通る径方向において、回転軸１１から内周縁部２４までの距離をｒ１とし、回転軸１１から外周縁部２３までの距離をｒ２とする。また、上述のように、ｖ＝（ｒ－ｒ１）／（ｒ２－ｒ１）とする。そして、σ＝Ｌ／ｒとする。

【００６２】

　このように定義した場合、本実施の形態４に係る羽根車１０の翼２０は、０．５≦ｖ＜０．７５の範囲にσの最小値σｍｉｎを有し、０．７５≦ｖ＜１の範囲にσの最大値σｍａｘを有する。これにより、径方向中間部２８周辺に対して外周縁部２３周辺の翼面積を増加させることができるため、翼２０全体の仕事量の多くを占める翼２０の外周側で仕事量をさらに増加させることができる。したがって、羽根車１０の効率をさらに向上させることができる。

【００６３】

　図１２は、本実施の形態４に係る羽根車における、σｍｉｎに対するσｍａｘの比と効率との関係を示す図である。

　図１２に示すように、１．４≦σｍａｘ／σｍｉｎ≦２．２となっていれば、本実施の形態４に係る羽根車１０を高効率な羽根車とすることができる。

【００６４】

実施の形態５．

　実施の形態１～実施の形態４で示した羽根車１０の翼２０に対して、本実施の形態５で示す形状を追加することにより、羽根車１０の効率をさらに向上させることができる。なお、本実施の形態５において、特に記述しない項目については実施の形態１～実施の形態４のいずれかと同様とする。

【００６５】

　図１３～図１５は、本実施の形態５に係る羽根車の翼を該羽根車の回転軸を中心とした円筒断面で切断した断面図である。

　このため、図１３～図１５では、紙面上下方向が、回転軸１１に沿う方向を表している。また、図１３～図１５では、紙面上側が羽根車１０の吸い込み側となっており、紙面下側が羽根車１０の吹き出し側となっている。詳しくは、図１３は、本実施の形態５に係る羽根車１０の翼２０を、図２に示すＸＩＶ－ＸＩＶ断面に相当する位置で切断した断面図

である。すなわち、図１３は、本実施の形態５に係る羽根車１０の翼２０における径方向中間部２８よりも内周縁部２４側となる位置を、回転軸１１を中心とした円筒断面で切断した断面図である。また、図１４は、本実施の形態５に係る羽根車１０の翼２０を、図２に示すＸＶ－ＸＶ断面に相当する位置で切断した断面図である。すなわち、図１４は、本実施の形態５に係る羽根車１０の翼２０における径方向中間部２８の位置を、回転軸１１を中心とした円筒断面で切断した断面図である。また、図１５は、本実施の形態５に係る羽根車１０の翼２０を、図２に示すＸＶＩ－ＸＶＩ断面に相当する位置で切断した断面図である。すなわち、図１５は、本実施の形態５に係る羽根車１０の翼２０における径方向中間部２８よりも外周縁部２３側となる位置を、回転軸１１を中心とした円筒断面で切断した断面図である。

【００６６】

図１３～図１５に示すように、本実施の形態５に係る羽根車１０においては、回転軸１１を中心とした円筒断面における翼２０の形状は、内周縁部２４から外周縁部２３までのいずれの位置においても、羽根車１０の吸い込み側が凸となり、且つ前縁部２１と後縁部２２との間に変曲点を持たない形状となっている。換言すると、本実施の形態５に係る羽根車１０においては、回転軸１１を中心とした円筒断面における翼２０の形状は、全体にわたって、羽根車１０の吸い込み側が凸となっている。さらに換言すると、本実施の形態５に係る羽根車１０においては、回転軸１１を中心とした円筒断面における翼２０の形状は、全体にわたって、羽根車１０の吹き出し側が凹となっている。

【００６７】

仮に、回転軸１１を中心とした円筒断面において、翼２０の後縁部２２寄りに、羽根車１０の吹き出し側に凸となる凸部が存在しているとする。このような場合、当該凸部よりも後縁部２２側では翼２０の仕事がなされないため、羽根車１０の昇圧量が小さくなってしまう。これに対し、本実施の形態５に係る羽根車１０においては、回転軸１１を中心とした円筒断面における翼２０の形状は、全体にわたって、羽根車１０の吸い込み側が凸となっている。すなわち、本実施の形態５に係る羽根車１０においては、回転軸１１を中心とした円筒断面における翼２０の形状は、全体にわたって、羽根車１０の吹き出し側が凹となっている。このため、本実施の形態５に係る羽根車１０は、昇圧量を大きくすることができる。したがって、本実施の形態５で示す形状を翼２０に追加することにより、羽根車１０の効率をさらに向上させることができる。

【００６８】

実施の形態６．

本実施の形態６では、実施の形態１～実施の形態５のいずれかで示した羽根車１０を備えた送風機１００の一例を紹介する。なお、本実施の形態６において、特に記述しない項目については実施の形態１～実施の形態５のいずれかと同様とする。

【００６９】

図１６は、本実施の形態６に係る送風機を羽根車の回転軸に平行な断面で切断した断面図である。

なお、図１６に示す羽根車１０は、該羽根車１０を簡略的に図示したものである。このため、羽根車１０の詳細形状については、実施の形態１～実施の形態５を参照されたい。また、図１６に示す破線の羽根車１０は、羽根車１０を配置できる限界の位置を示している。また、図１６では、紙面下側が、送風機１００の吸い込み側、すなわち羽根車１０の吸い込み側となっている。また、図１６では、紙面上側が、送風機１００の吹き出し側、すなわち羽根車１０の吹き出し側となっている。

【００７０】

実施の形態１でも説明したように、送風機１００は、羽根車１０と、該羽根車１０の外周を囲うベルマウス８１とを備えている。羽根車１０は、実施の形態１～実施の形態５のいずれかで示した羽根車１０である。ベルマウス８１は、略円筒形状をしている。

【００７１】

なお、本実施の形態６では、ベルマウス８１における羽根車１０の吹き出し側の端部８

１ａは、該ベルマウス８１の外部に向かうにしたがって、直径が大きくなる構成となっている。図１６の紙面方向で説明すると、ベルマウス８１の端部８１ａは、紙面下側に向かうにしたがって、直径が大きくなる構成となっている。しかしながら、端部８１ａの当該形状は、端部８１ａの形状の一例である。ベルマウス８１の端部８１ａは、該ベルマウス８１の外部に向かうにしたがって直径が小さくならない構成であればよい。

【００７２】

同様に、本実施の形態６では、ベルマウス８１における羽根車１０の吸い込み側の端部８１ｂは、該ベルマウス８１の外部に向かうにしたがって、直径が大きくなる構成となっている。図１６の紙面方向で説明すると、ベルマウス８１の端部８１ｂは、紙面上側に向かうにしたがって、直径が大きくなる構成となっている。しかしながら、端部８１ｂの当該形状は、端部８１ｂの形状の一例である。ベルマウス８１の端部８１ｂは、該ベルマウス８１の外部に向かうにしたがって直径が小さくならない構成であればよい。

【００７３】

実施の形態１～実施の形態５のいずれかで示した羽根車１０は、上述のように、効率の向上及び騒音の低減の双方を実現できる。このため、このような羽根車１０を備えた送風機１００もまた、効率の向上及び騒音の低減の双方を実現できる。

【００７４】

なお、ベルマウス８１は、回転軸１１方向において、羽根車１０の外周の全域を囲っている必要はなく、羽根車１０の外周の一部を囲っていてもよい。以下、効率の向上及び騒音の低減の双方の効果を得られる送風機１００を実現できる、ベルマウス８１に対する羽根車１０の配置位置について説明する。

【００７５】

図１６に示すように、ベルマウス８１の回転軸１１方向の高さをＨｂとする。また、回転軸１１と垂直で、ベルマウス８１の端部８１ｂから０．５Ｈｂだけ、ベルマウス８１から回転軸１１方向に離れた仮想平面を吸い込み側仮想平面８２とする。また、回転軸１１と垂直で、ベルマウス８１の端部８１ａから０．５Ｈｂだけ、ベルマウス８１から回転軸１１方向に離れた仮想平面を吹き出し側仮想平面８３とする。このように定義した場合、羽根車１０は、吸い込み側仮想平面８２と吹き出し側仮想平面８３との間に配置されていればよい。当該位置に羽根車１０が配置されていれば、効率の向上及び騒音の低減の双方の効果を得られる送風機１００を実現できる。

【００７６】

実施の形態７．

本実施の形態７では、実施の形態１～実施の形態５のいずれかで示した羽根車１０を備えた空気調和機２００の一例を紹介する。なお、本実施の形態７において、特に記述しない項目については実施の形態１～実施の形態６のいずれかと同様とする。

【００７７】

図１７は、本実施の形態７に係る空気調和機を示す斜視図である。

なお、図１７では、空気調和機２００として、実施の形態１～実施の形態５のいずれかで示した羽根車１０をビル用マルチエアコンの室外機に搭載した例を示している。

空気調和機２００は、実施の形態１～実施の形態５のいずれかで示した羽根車１０と、羽根車１０によって供給される空気と内部を流通する冷媒との熱交換を行う熱交換器２０４と、を備えている。また、本実施の形態７では、空気調和機２００は、熱交換器２０４を収納する筐体２０３を備えている。

【００７８】

筐体２０３は、略直方体の箱形形状をしている。筐体２０３の上部には、筐体２０３内の空気を筐体２０３外に吐き出すための吹出口２０２が形成されている。この吹出口２０２には、ベルマウス８１が設けられている。そして、ベルマウス８１の内周側に、羽根車１０が配置されている。すなわち、該ベルマウス８１と羽根車１０とによって、送風機１００が構成されている。

【００７９】

筐体２０３の各側面部には、室外空気を筐体２０３内に吸い込むための吸込口２０１が形成されている。なお、吸込口２０１は、筐体２０３の全ての側面部に形成されている必要はない。吸込口２０１は、筐体２０３の一部の側面部のみに形成されていてもよい。

【００８０】

熱交換器２０４は、筐体２０３の内部において、吸込口２０１から吹出口２０２に至る風路内に配置されている。本実施の形態７では、熱交換器２０４は、吸込口２０１と対向するように配置されている。

【００８１】

羽根車１０が回転すると、吸込口２０１から筐体２０３内に、室外空気が吸い込まれる。そして、筐体２０３内に吸い込まれたこの室外空気が熱交換器２０４を通過する際、該室外空気と、熱交換器２０４を流れる冷媒とが、熱交換する。具体的には、冷房運転時、熱交換器２０４を流れる冷媒は、室内空気から吸収した熱を、室外空気に放出する。また、暖房運転時、熱交換器２０４を流れる冷媒は、室内空気を暖めるための熱を、室外空気から吸収する。

【００８２】

以上、本実施の形態７に係る空気調和機２００は、実施の形態１～実施の形態５のいずれかで示した羽根車１０と、羽根車１０によって供給される空気と内部を流通する冷媒との熱交換を行う熱交換器２０４と、を備えている。実施の形態１～実施の形態５のいずれかで示した羽根車１０は、上述のように、効率の向上及び騒音の低減の双方を実現できる。このため、このような羽根車１０を備えた空気調和機２００は、電力効率を向上させることができるとともに、騒音を低減することができる。

【符号の説明】

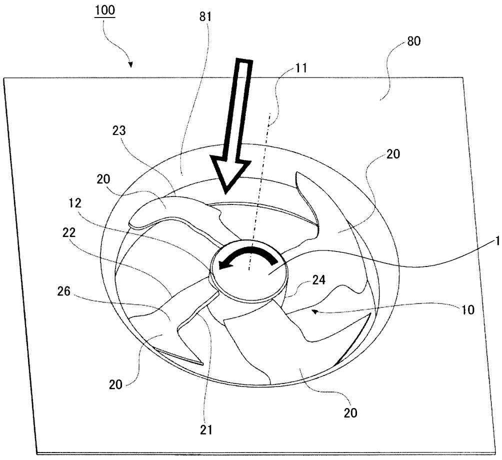
【００８３】

１０　羽根車、１１　回転軸、１２　ボス部、１２ａ　ボス中間点、２０　翼、２１　前縁部、２２　後縁部、２３　外周縁部、２３ａ　外周前端部、２３ｂ　外周後端部、２４　内周縁部、２４ａ　内周前端部、２４ｂ　内周後端部、２５　圧力面、２６　負圧面、２７ａ　前縁側スパン線、２７ｂ　中間スパン線、２７ｃ　後縁側スパン線、２８　径方向中間部、３０　翼端渦、４０ａ　前縁側第１停留点、４０ｂ　前縁側第２停留点、４０ｃ　前縁側第３停留点、４１ａ　後縁側第１停留点、４１ｂ　後縁側第２停留点、４２　ボス中間仮想平面、５１ａ　前縁側第１凹部、５１ｂ　前縁側凸部、５１ｃ　前縁側第２凹部、５２ａ　前縁側第１変曲点、５２ｂ　前縁側第２変曲点、５３ａ　後縁側凸部、５３ｂ　後縁側凹部、５４　後縁側変曲点、８０　ケーシング、８１　ベルマウス、８１ａ　端部、８１ｂ　端部、８２　吸い込み側仮想平面、８３　吹き出し側仮想平面、１００　送風機、２００　空気調和機、２０１　吸込口、２０２　吹出口、２０３　筐体、２０４　熱交換器。

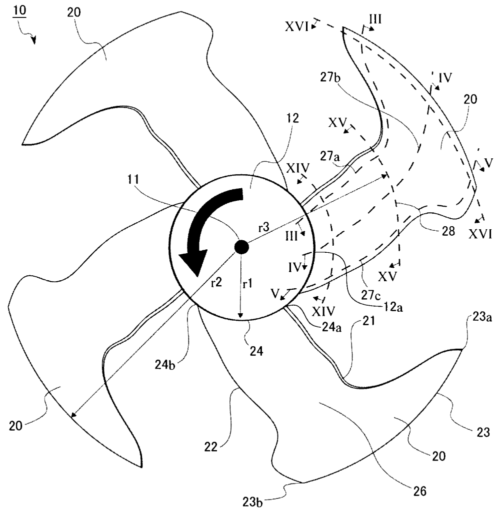
【要約】
本開示に係る羽根車は、翼の前縁部側に、径方向中間部から外周縁部にかけて、当該羽根車の吸い込み側が凹となる前縁側第１凹部、前記吸い込み側が凸となる前縁側凸部、及び前記吸い込み側が凹となる前縁側第２凹部が連なっている。また、翼の前縁部側においては、羽根車の回転軸方向に沿って吸い込み側へ向かう方向の翼高さは、前記径方向中間部から前縁側第１停留点に向かって単調減少し、前記前縁側第１停留点から前縁側第２変曲点に向かって単調増加し、前記前縁側第２変曲点から前縁側第３停留点に向かって単調増加し、前記前縁側第３停留点から前記外周縁部に向かって単調増加している。

【図面】

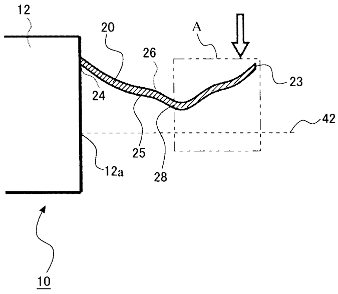
【図１】



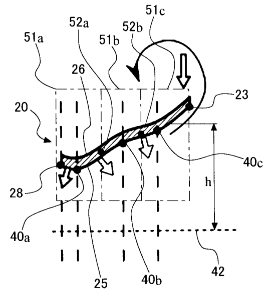
【図２】



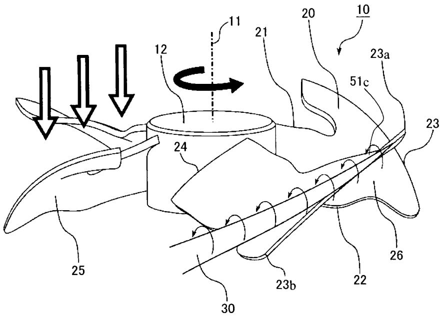
【図３】



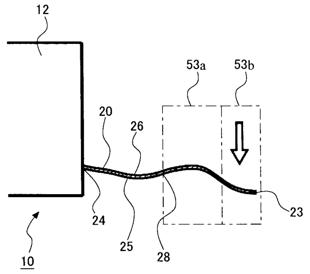
【図４】



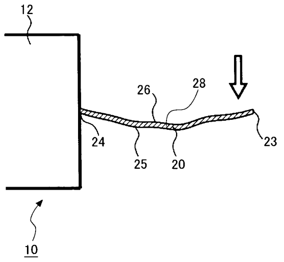
【図５】



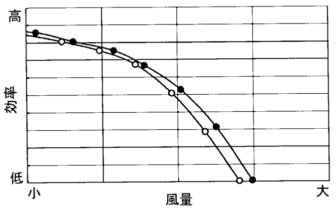
【図６】



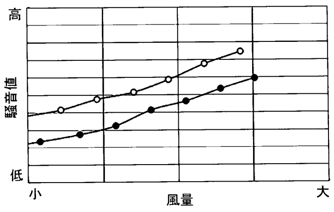
【図７】



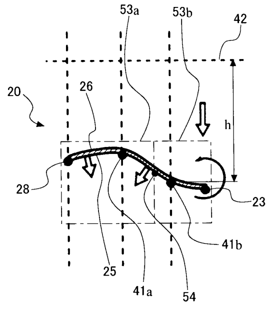
【図８】



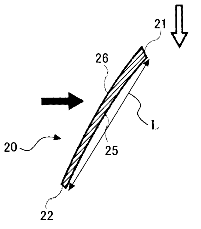
【図９】



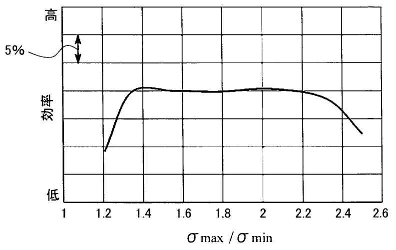
【図１０】



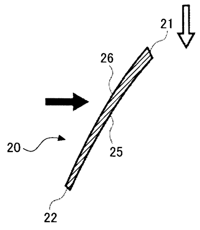
【図１１】



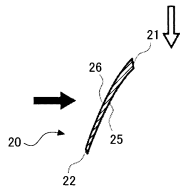
【図１２】



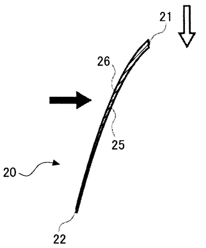
【図１３】



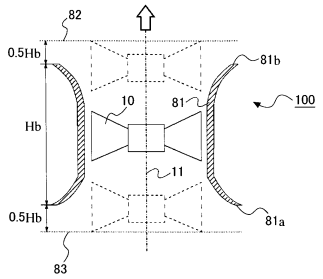
【図１４】



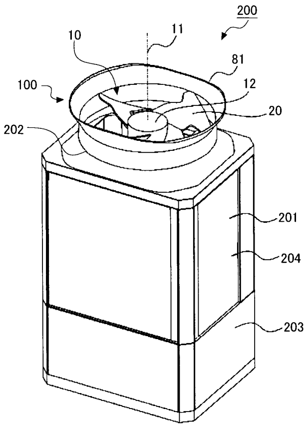
【図１５】



【図１６】



【図１７】



フロントページの続き

東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　中尾　祐基
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内
審査官　所村　陽一

(56)参考文献　中国特許出願公開第１０４１８０５０３（ＣＮ，Ａ）
国際公開第２０１８／１５８８５９（ＷＯ，Ａ１）
国際公開第２０１８／０２０７０８（ＷＯ，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０４Ｄ　２９／３８