

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7015284号

(P7015284)

(45)発行日 令和4年2月2日(2022.2.2)

(24)登録日 令和4年1月25日(2022.1.25)

(51)国際特許分類

F I

F 2 8 F 25/06 (2006.01)

F 2 8 F

25/06

A

F 2 8 D 5/02 (2006.01)

F 2 8 D

5/02

請求項の数 11 (全20頁)

(21)出願番号	特願2019-163191(P2019-163191)	(73)特許権者	000004260
(22)出願日	令和1年9月6日(2019.9.6)		株式会社デンソー
(65)公開番号	特開2020-56564(P2020-56564A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43)公開日	令和2年4月9日(2020.4.9)	(73)特許権者	000003207
審査請求日	令和2年11月10日(2020.11.10)		トヨタ自動車株式会社
(31)優先権主張番号	特願2018-183607(P2018-183607)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(32)優先日	平成30年9月28日(2018.9.28)	(74)代理人	110001472
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		特許業務法人かいせい特許事務所
		(72)発明者	嘉田 善仁
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式
			会社デンソー内
		(72)発明者	若月 一穂
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自
			動車株式会社内
		(72)発明者	坪内 正克
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 水散布冷却装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

予め定められた送風方向へ流れる空気と内部を流通する熱媒体との間で熱交換を行う熱交換器(13)に対し、前記送風方向の上流側から水を散布する散布装置(20)を備え、前記散布装置は、前記熱交換器に散布される水を供給する供給孔(206)と、前記供給孔から重力方向下側に延びるように形成され、前記供給孔から供給される水を誘導するガイド部(207、208)とを含んでおり、前記供給孔は複数設けられており、前記ガイド部は複数の前記供給孔のそれぞれに対応して設けられており、

隣接する前記ガイド部は、それぞれ長さが異なっている水散布冷却装置。

【請求項2】

前記複数のガイド部は互いに交わらないように配置されている請求項1に記載の水散布冷却装置。

【請求項3】

前記ガイド部の表面には親水性処理が施されている請求項1または2に記載の水散布冷却装置。

【請求項4】

前記ガイド部には、前記供給孔から供給された水を誘導する溝部(207b、208b)が形成されている請求項1または2のいずれか1つに記載の水散布冷却装置。

【請求項5】

前記溝部は前記供給孔と接続されている請求項 4 に記載の水散布冷却装置。

【請求項 6】

前記ガイド部の延設方向に直交する断面における前記溝部の内周の長さは、複数の前記供給孔の配置方向における前記供給孔の直径から算出した円周の $1/2$ 以上である請求項 4 または 5 に記載の水散布冷却装置。

【請求項 7】

前記溝部の表面は、表面粗さを大きくする粗面化処理が施されている請求項 4 ないし 6 のいずれか 1 つに記載の水散布冷却装置。

【請求項 8】

前記溝部の表面に親水性処理が施されている請求項 4 ないし 7 のいずれか 1 つに記載の水散布冷却装置。

10

【請求項 9】

前記溝部は、前記ガイド部の延設方向に直交する断面の形状が U 字形状、V 字状又はコの字状のいずれかである請求項 4 ないし 8 のいずれか 1 つに記載の水散布冷却装置。

【請求項 10】

前記溝部は前記ガイド部の先端部 (207a、208a) まで形成されており、
前記ガイド部の先端部は、前記溝部が設けられている部位が鋭角になっている請求項 4 ないし 9 のいずれか 1 つに記載の水散布冷却装置。

【請求項 11】

前記隣接するガイド部には、第 1 ガイド部 (207) と、前記第 1 ガイド部より長い第 2 ガイド部 (208) が含まれており、
前記第 1 ガイド部の先端部 (207a) は、前記送風方向の下流側の角部が鋭角になっており、前記第 2 ガイド部の先端部 (208a) は、前記送風方向の上流側の角部が鋭角になっている請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 つに記載の水散布冷却装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱交換器に水を散布することによって、熱交換器の冷却能力を向上させる水散布冷却装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

従来、燃料電池システム等においては、燃料電池を冷却する為の熱交換器 (例えば、ラジエータ) に水を散布する水散布冷却装置が用いられている。例えば特許文献 1 に記載された水散布冷却装置では、散布装置から熱交換器に水を散布することで、水の蒸発潜熱を利用して熱交換器の冷却能力を向上させている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2002 - 372385 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来の水散布冷却装置では、隣接する供給孔から流出した水同士が表面張力によって合体して大きな水滴にならなければ、散布装置から離脱しない。このため、散布装置からラジエータ放熱面の偏った箇所に水が過剰に供給される。

【0005】

ラジエータ放熱面の偏った箇所に過剰に供給された水がラジエータ背面に移動すると、ラジエータ背面では多量の水が同じ高さから同時期に流れ落ちるため、厚い水膜が成形されやすくなる。ラジエータ背面で厚い水膜が成形されると、ラジエータを通過する風の妨げとなり、ラジエータ背面の水が風によって後方へ吹飛ばされる。この結果、散布装置から

50

ラジエータ放熱面に散布された水の多くが、蒸発することなく風で吹飛ばされ、水散布冷却装置による冷却効率が低下する。

【 0 0 0 6 】

本発明は上記点に鑑み、熱交換器に水を散布し、熱交換器の冷却能力を向上させる水散布冷却装置において、熱交換器に均一に水を散布することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明では、予め定められた送風方向へ流れる空気と内部を流通する熱媒体との間で熱交換を行う熱交換器（ 1 3 ）に対し、送風方向の上流側から水を散布する散布装置（ 2 0 ）を備え、散布装置は、熱交換器に散布される水を供給する供給孔（ 2 0 6 ）と、供給孔から重力方向下側に延びるように形成され、供給孔から供給される水を誘導するガイド部（ 2 0 7 、 2 0 8 ）とを含んでおり、供給孔は複数設けられており、ガイド部は複数の供給孔のそれぞれに対応して設けられており、隣接するガイド部は、それぞれ長さが異なっていることを特徴とする。

10

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、ガイド部を設けることで、供給孔から供給される水が大きな液滴に成長する前に熱交換器に水を散布することができる。これにより、熱交換器に水を均一に散布でき、熱交換器の背面で厚い水膜が形成されにくくなる。このため、熱交換器の背面から後方へ吹飛ばされる水の量を低減させることができ、熱交換器の冷却能力を向上させることができる。

20

さらに、本発明では、ガイド部が複数の供給孔のそれぞれに対応して設けられている。これにより、ガイド部の大きさをできるだけ小さくすることができ、ガイド部による通風抵抗をできるだけ小さくすることができる。

【 0 0 0 9 】

なお、上記各構成要素の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】第 1 実施形態の燃料電池システムの構成図である。

【図 2】第 1 実施形態の散布装置の正面図である。

30

【図 3】第 1 実施形態の散布装置の斜視図である。

【図 4】第 1 実施形態の散布装置の一部を拡大した斜視図である。

【図 5】第 1 実施形態の散布装置の一部を拡大した側面図である。

【図 6】図 5 の V I - V I 断面図である。

【図 7】第 1 実施形態のラジエータ及び散布装置の側面図である。

【図 8】第 2 実施形態のラジエータ及び散布装置の側面図である。

【図 9】第 3 実施形態の散布装置の一部を拡大した側面図である。

【図 1 0】第 3 実施形態のラジエータ及び散布装置の側面図である。

【図 1 1】ラジエータの冷却性能を示すグラフである。

【図 1 2】第 4 実施形態のラジエータ及び散布装置の側面図である。

40

【図 1 3】第 5 実施形態の散布装置を部分的に拡大した正面図である。

【図 1 4】図 1 3 の X I V - X I V 断面図である。

【図 1 5】溝部の変形例を示すガイド部の断面図である。

【図 1 6】溝部の変形例を示すガイド部の断面図である。

【図 1 7】溝部の変形例を示すガイド部の断面図である。

【図 1 8】溝部の変形例を示すガイド部の断面図である。

【図 1 9】溝部の変形例を示すガイド部の断面図である。

【図 2 0】溝部の変形例を示すガイド部の断面図である。

【図 2 1】溝部の変形例を示すガイド部の断面図である。

【図 2 2】溝部の変形例を示すガイド部の断面図である。

50

【図 2 3】溝部の変形例を示すガイド部の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、実施形態について図に基づいて説明する。以下の実施形態において、互いに同一もしくは均等である部分には、図中、同一符号を付してある。

【0012】

(第1実施形態)

本第1実施形態においては、本発明に係る水散布冷却装置を、燃料電池システム1の散布装置20に適用している。第1実施形態に係る燃料電池システム1は、燃料電池2を電源として走行する電気自動車(燃料電池車両)に搭載されており、燃料電池2にて生じた電力を、図示しないインバータを介して、走行用モータ等の車載機器等に供給するように構成されている。

10

【0013】

以下の各図における上下、左右、前後を示す矢印は、電気自動車のシートに座った乗員からの視点を基準として示している。

【0014】

図1に示すように、燃料電池システム1は、燃料電池2と、冷却水回路10とを有している。燃料電池2は、固体高分子電解質型燃料電池(P E F C)である。燃料電池2は、多数のセルが積層されたスタック構造となっている。各セルは、電解質膜を一对の電極で挟み込んで形成されている。

20

【0015】

燃料電池2は、水素と酸素との化学反応を利用して電力を発生する。具体的に説明すると、燃料電池2には、空気通路3を介して、酸素を含む空気が供給される。この空気通路3には、図示しないエアポンプが配置されており、エアポンプの作動によって空気を圧送して、燃料電池2に供給している。また、燃料電池2には、水素通路4を介して水素が供給される。

【0016】

そして、燃料電池2では、以下の水素と酸素の電気化学反応が起こり、電気エネルギーが発生する。この電気化学反応に用いられなかった未反応の酸素及び水素は、排気ガス及び排気水素として燃料電池2から排出される。

30

(負極側) $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

(正極側) $2\text{H}^+ + 1/2\text{O}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

電気化学反応の為に、燃料電池2内の電解質膜は、水分を含んだ湿潤状態となっている必要がある。燃料電池システム1は、燃料電池2に供給される空気及び水素、若しくは何れか一方に加湿を行い、これらの加湿されたガスを燃料電池2に供給することで、燃料電池2内の電解質膜を加湿するように構成されている。

【0017】

また、燃料電池2では、発電の際の電気化学反応により熱及び水分が発生する。燃料電池2内部で生じた生成水は、排気ガスに含まれた状態で、燃料電池2の外部に排出される。

【0018】

燃料電池2の発電効率を考慮すると、燃料電池2は、燃料電池システム1が作動している間、一定温度(例えば80 程度)に維持されている必要がある。また、燃料電池2内部の電解質膜は、所定の許容上限温度を超えると、高温により破壊されてしまう。この為、燃料電池2の温度が許容温度以下となるようにしておく必要がある。

40

【0019】

図1に示すように、燃料電池システム1には、燃料電池2の温度を一定の許容範囲内に維持するために、冷却水回路10が配置されており、熱媒体としての冷却水を用いて、燃料電池2を冷却して燃料電池2の温度を制御している。

【0020】

尚、この熱媒体である冷却水としては、低温時における凍結を防止する為に、例えば、工

50

チレングリコールと水の混合溶液を用いることができる。

【 0 0 2 1 】

冷却水回路 1 0 は、冷却水循環流路 1 1 と、ウォータポンプ 1 2 と、ラジエータ 1 3 と、送風ファン 1 4 とを有して構成されており、燃料電池 2 とラジエータ 1 3 の間で冷却水を循環させることで、燃料電池 2 で発生した熱を系外へ放出するように構成されている。

【 0 0 2 2 】

冷却水循環流路 1 1 は、熱媒体である冷却水が流れる流路であり、燃料電池 2 とラジエータ 1 3 とを経由して循環するように構成されている。そして、ウォータポンプ 1 2 は、冷却水循環流路 1 1 に配置されており、冷却水を圧送することで、冷却水循環流路 1 1 の内部において冷却水を循環させている。

10

【 0 0 2 3 】

ラジエータ 1 3 は、燃料電池 2 で発生した熱を系外に放熱するように構成されており、本発明における熱交換器として機能する。ラジエータ 1 3 は、熱交換部と、上部タンクと、下部タンクとを有して構成されている。

【 0 0 2 4 】

ラジエータ 1 3 の熱交換部は、冷却水循環流路 1 1 に接続された上部タンク及び下部タンクの上に配置された複数のチューブ及びフィンによって構成されている。ラジエータ 1 3 の熱交換部は、各チューブの内部を流通する冷却水と電気自動車の前方から後方へ向かう送風方向 W に流れる空気とを熱交換させる。

【 0 0 2 5 】

燃料電池システム 1 においては、冷却水回路 1 0 の冷却水は、燃料電池 2 を流れる過程で、電気化学反応で発生した熱を吸熱して流出し、冷却水循環流路 1 1 を介して、ラジエータ 1 3 へ流入する。ラジエータ 1 3 では、冷却水と送風空気との熱交換が行われ、冷却水の熱が送風空気に放熱される。その後、冷却水は、ラジエータ 1 3 から燃料電池 2 へ向かって流れ、冷却水回路 1 0 の冷却水循環流路 1 1 を循環する。

20

【 0 0 2 6 】

即ち、ラジエータ 1 3 は、熱媒体としての冷却水との熱交換によって、燃料電池 2 の電気化学反応で生じた熱を放熱して、燃料電池 2 を冷却している。

【 0 0 2 7 】

また、ラジエータ 1 3 の後方側には、送風ファン 1 4 が配置されており、送風方向 W へ向かう空気の流れをつくりだしている。従って、送風ファン 1 4 は、ラジエータ 1 3 における熱交換を補助している。送風ファン 1 4 の周囲には、ファンシュラウド 1 5 が配置されており、送風ファン 1 4 の送風性能を向上させている。

30

【 0 0 2 8 】

尚、ラジエータ 1 3 を通過する送風方向 W の空気の流れは、送風ファン 1 4 の作動による流れに限定されるものではなく、電気自動車の走行時に生じる走行風を利用することも可能であるし、両者を併用することもできる。

【 0 0 2 9 】

燃料電池システム 1 では、冷却水回路 1 0 における冷却水の温度制御は、後述する制御装置 3 0 によって、ウォータポンプ 1 2 による流量制御、送風ファン 1 4 の送風量制御を行うことで実現される。

40

【 0 0 3 0 】

燃料電池システム 1 において、燃料電池 2 による発電の際に発生した生成水は、燃料電池 2 から空気通路 3 を介して、空気に含まれた状態（即ち、気液二相状態）で排出される。この為、空気通路 3 における燃料電池 2 の下流側には、気液分離器 5 が配置されている。

【 0 0 3 1 】

気液分離器 5 は、燃料電池 2 での発電の際に発生した生成水を、空気通路 3 から排出された空気と共に回収し、水蒸気と水に分離する。そして、気液分離器 5 で分離された水蒸気は、燃料電池システム 1 の外部に排出される。

【 0 0 3 2 】

50

一方、気液分離器 5 で分離された水は、凝縮により温度が下げられた状態で気液分離器 5 の内部に回収されて蓄えられる。気液分離器 5 の内部に蓄えられた水は、燃料電池 2 の電解質膜に対する加湿と、ラジエータ 13 の冷却に用いられる。

【0033】

気液分離器 5 には、加湿用流路 16 と散布用流路 17 が接続されている。加湿用流路 16 は、気液分離器 5 に蓄えられた水を燃料電池 2 の電解質膜の加湿に用いる為の流路である。加湿用流路 16 は、空気通路 3 及び水素通路 4 における燃料電池 2 の上流側に伸びており、燃料電池 2 に供給される空気及び水素の加湿に用いられる。

【0034】

燃料電池システム 1 は、空気通路 3 及び水素通路 4 を介して、燃料電池 2 の電解質膜を加湿して湿潤状態とすることで、燃料電池 2 における電気化学反応を安定させることができる。

10

【0035】

そして、散布用流路 17 は、気液分離器 5 に蓄えられた水をラジエータ 13 の冷却に用いる為の流路である。散布用流路 17 は、電気自動車におけるラジエータ 13 の前方側まで伸びている。

【0036】

散布用流路 17 には、散布用ポンプ 18 と散布装置 20 が配置されている。散布装置 20 は、ラジエータ 13 に対して送風方向 W の上流側において、散布用流路 17 の先端部に接続されており、気液分離器 5 に蓄えられた水をラジエータ 13 に散布する。即ち、散布装置 20 は、本発明に係る水散布冷却装置の散布装置として機能する。

20

【0037】

散布装置 20 は、電気自動車におけるラジエータ 13 の前方側（即ち、送風方向 W におけるラジエータ 13 の上流側）に配置されている。ラジエータ 13 と散布装置 20 との間には、所定の隙間が設けられている。散布装置 20 は、ラジエータ 13 や図示しない車体等に固定することができる。散布装置 20 の具体的な構成については後述する。

【0038】

散布装置 20 による水の散布により、水の蒸発潜熱を利用してラジエータ 13 の冷却能力を向上させることができる。そして、ラジエータ 13 の冷却能力を向上させることで、燃料電池 2 による発電能力を向上させることができる。

30

【0039】

そして、散布用ポンプ 18 は、散布用流路 17 にて気液分離器 5 と散布装置 20 との間に配置された電動式ポンプであり、気液分離器 5 内に蓄えられた水を吸込み、散布装置 20 へ向かって圧送する。

【0040】

図 1 に示すように、燃料電池システム 1 には、制御装置 30 が配置されている。制御装置 30 は、燃料電池システム 1 を構成する各制御対象機器の作動を制御する制御部である。制御装置 30 は、CPU、ROM 及び RAM 等を含む周知のマイクロコンピュータとその周辺回路から構成されている。制御装置 30 は、ROM に記憶されている制御プログラムに基づいて、燃料電池システム 1 の作動を制御することができる。

40

【0041】

制御装置 30 の入力側には、燃料電池 2 及び図示しない水温センサが接続されている。従って、制御装置 30 は、燃料電池 2 の出力や水温センサで検出された冷却水温度を取得することができる。また、制御装置 30 の出力側には、ウォータポンプ 12、送風ファン 14、散布用ポンプ 18 等の各制御対象機器が接続されている。

【0042】

続いて、第 1 実施形態に係る散布装置 20 の具体的な構成について、図 2 ~ 図 7 を参照しつつ詳細に説明する。上述したように、散布装置 20 は、散布用流路 17 の端部に接続されており、ラジエータ 13 に対する送風方向 W の上流側にて、ラジエータ 13 の上部と対向するように配置されている。散布装置 20 は、例えば樹脂材料や金属材料によって構成す

50

ることができる。

【 0 0 4 3 】

図 2、図 3 に示すように、散布装置 2 0 には、複数の水供給管 2 0 1、2 0 2 が設けられている。水供給管 2 0 1、2 0 2 は、中空状部材として構成されている。複数の水供給管 2 0 1、2 0 2 は、並列して水平方向に配置されている。複数の水供給管 2 0 1、2 0 2 は、重力方向上側に配置される第 1 水供給管 2 0 1 と、重力方向下側に配置される第 2 水供給管 2 0 2 からなる。

【 0 0 4 4 】

2 本の水供給管 2 0 1、2 0 2 は、連結管 2 0 3 によって連結されている。連結管 2 0 3 は、中空状部材として構成されている。連結管 2 0 3 は、重力が作用する方向に沿って配置されている。2 本の水供給管 2 0 1、2 0 2 の内部は、連結管 2 0 3 によって連通している。また、2 本の水供給管 2 0 1、2 0 2 の両端部は、それぞれ水供給管 2 0 1、2 0 2 の破損や変形を抑制する連結板 2 0 4 で連結されている。

10

【 0 0 4 5 】

第 1 水供給管 2 0 1 には、内部に水を流入させる流入口 2 0 5 が設けられている。流入口 2 0 5 は散布用流路 1 7 の端部に接続されている。流入口 2 0 5 から第 1 水供給管 2 0 1 に流入した水は、第 1 水供給管 2 0 1 の端部に向かって流れる。また、流入口 2 0 5 から連結管 2 0 3 を介して第 2 水供給管 2 0 2 に流入した水は、第 2 水供給管 2 0 2 の端部に向かって流れる。

【 0 0 4 6 】

水供給管 2 0 1、2 0 2 には、内部の水を外部に供給するための供給孔 2 0 6 が設けられている。水供給管 2 0 1、2 0 2 には、複数の供給孔 2 0 6 が所定間隔で配置されている。供給孔 2 0 6 の孔径は、水供給管 2 0 1、2 0 2 から水を均一に噴出できる大きさに設定されている。

20

【 0 0 4 7 】

水供給管 2 0 1、2 0 2 には、ガイド部 2 0 7、2 0 8 が設けられている。ガイド部 2 0 7、2 0 8 は、供給孔 2 0 6 から供給される水を供給孔 2 0 6 から離れた位置まで誘導する。

【 0 0 4 8 】

ガイド部 2 0 7、2 0 8 は、供給孔 2 0 6 から重力が作用する方向の下方に向かって延びるように設けられている。このため、ガイド部 2 0 7、2 0 8 の先端部 2 0 7 a、2 0 8 a は、供給孔 2 0 6 よりも重力方向下方に位置している。ガイド部 2 0 7、2 0 8 は、複数の供給孔 2 0 6 のそれぞれに対応して設けられている。複数のガイド部 2 0 7、2 0 8 は互いに交わらないように並列して配置されており、複数のガイド部 2 0 7、2 0 8 が状に配置されている。

30

【 0 0 4 9 】

図 4 ~ 図 6 に示すように、ガイド部 2 0 7、2 0 8 は、板面が送風方向 W に沿って配置された板状部材となっている。図 6 に示すように、ガイド部 2 0 7、2 0 8 の断面形状は、長方形となっている。

【 0 0 5 0 】

ガイド部 2 0 7、2 0 8 には、溝部 2 0 7 b、2 0 8 b が設けられている。溝部 2 0 7 b、2 0 8 b は、ガイド部 2 0 7、2 0 8 における送風方向 W の下流側に設けられている。

40

【 0 0 5 1 】

溝部 2 0 7 b、2 0 8 b の一端側は、供給孔 2 0 6 に接続して設けられており、供給孔 2 0 6 から供給された水をガイド部 2 0 7、2 0 8 に誘導する。溝部 2 0 7 b、2 0 8 b の他端側は、ガイド部 2 0 7、2 0 8 の先端部 2 0 7 a、2 0 8 a まで設けられている。つまり、溝部 2 0 7 b、2 0 8 b は、ガイド部 2 0 7、2 0 8 の最下端まで設けられている。

【 0 0 5 2 】

図 6 に示すように、本実施形態の溝部 2 0 7 b、2 0 8 b は、ガイド部 2 0 7、2 0 8 の延設方向に直交する断面形状が U 字状となっている。ガイド部 2 0 7、2 0 8 の延設方向

50

は、ガイド部 207、208 における供給孔 206 との接続部と、ガイド部 207、208 の先端部 207a、208a とを結ぶ方向であり、図 6 の紙面垂直方向である。

【0053】

図 7 に示すように、供給孔 206 から供給される水は、重力と溝部 207b、208b によって生じる表面張力によって、ガイド部 207、208 を伝って下方に移動し、ガイド部 207、208 の先端部 207a、208a まで誘導される。ガイド部 207、208 の先端部 207a、208a まで移動した水は、液滴に成長する前に走行風によってガイド部 207、208 から離脱し、ラジエータ 13 の表面に散布される。

【0054】

ガイド部 207、208 からラジエータ 13 の表面に水を均一に散布するためには、隣接するガイド部 207、208 をできるだけ近づけて配置することが望ましい。一方、隣接するガイド部 207、208 が近すぎると、隣接するガイド部 207、208 から散布される水が結合して大きな液滴になりやすい。このため、隣接するガイド部 207、208 の間隔は、隣接するガイド部 207、208 から供給される水同士が結合しない距離に設定することが望ましい。

10

【0055】

本実施形態では、長さが異なる複数種類のガイド部 207、208 が設けられている。ガイド部 207、208 には、第 1 ガイド部 207 と、第 1 ガイド部 207 よりも長い第 2 ガイド部 208 とが含まれている。本実施形態では、第 1 ガイド部 207 の長さ A1 を 5 mm とし、第 2 ガイド部 208 の長さ A2 を 25 mm としている。

20

【0056】

第 1 ガイド部 207 と第 2 ガイド部 208 は交互に設けられているため、隣接するガイド部 207、208 は長さが異なっている。隣接するガイド部 207、208 は長さが異なる構成は、隣接するガイド部 207、208 の長さが同じである構成に比べて、隣接するガイド部 207、208 の先端部 207a、208a の間隔が大きくなる。このため、隣接するガイド部 207、208 が近接配置された場合であっても、隣接するガイド部 207、208 から散布される水が結合しにくい。

【0057】

続いて、上述のように構成された燃料電池システム 1 の作動を説明する。まず、空気通路 3 及び水素通路 4 を介して、燃料電池 2 に空気及び水素が供給されることにより、燃料電池 2 では電気エネルギーが発生する。燃料電池 2 にて発生した電力は、走行用モータ等に供給される。

30

【0058】

燃料電池 2 では、発電に伴って電気化学反応による熱が生じる。燃料電池 2 にて発生した熱は、冷却水循環流路 11 内を循環する冷却水に伝えられ、冷却水はラジエータ 13 にて、送風方向 W へ流れる空気と熱交換することで冷却される。ラジエータ 13 にて冷却された冷却水は、燃料電池 2 に再循環し、燃料電池 2 が冷却される。これにより、燃料電池 2 は発電に適した一定温度（例えば、80 程度）に維持される。

【0059】

図 1 に示すように、燃料電池 2 に供給された空気及び水素のうち、電気化学反応に用いられなかった未反応ガスは、排気ガスとして燃料電池 2 から排出される。燃料電池 2 内にて電気化学反応で生じた生成水は、排気ガス中に含まれた状態で燃料電池 2 から排出される。燃料電池 2 の空気通路 3 より排出された排気ガスは、気液分離器 5 に導入される。排気ガス中に含まれる水分は、気液分離器 5 にて分離されて貯留される。

40

【0060】

気液分離器 5 に貯留された回収水の一部は、加湿用流路 16 を介して空気通路 3 及び水素通路 4 に供給され、空気及び水素の加湿に用いられる。これにより、燃料電池システム 1 は、燃料電池 2 に加湿された空気及び水素を供給することができ、燃料電池 2 内部の電解質膜を加湿して電気化学反応を促進することができる。

【0061】

50

また、気液分離器 5 に貯蔵された回収水の一部は、散布用ポンプ 18 により予め定められた供給圧で圧送され、散布用流路 17 を介して散布装置 20 に供給される。図 7 に示すように、散布装置 20 では、水供給管 201、202 の供給孔 206 から供給された水がガイド部 207、208 によって誘導され、ガイド部 207、208 の先端部 207a、208a から離脱する。ガイド部 207、208 の先端部 207a、208a から離脱した水は、落下しながら送風方向 W の下流側に移動してラジエータ 13 の熱交換部に散布される。

【0062】

ラジエータ 13 に散布された水はラジエータ 13 の表面で蒸発し、蒸発潜熱によりラジエータ 13 が冷却される。これにより、ラジエータ 13 の冷却能力を向上させることができる。

10

【0063】

以上説明した本実施形態の散布装置 20 によれば、供給孔 206 から供給される水を供給孔 206 から離れた位置まで誘導するガイド部 207、208 を設けることで、供給孔 206 から供給される水が大きな液滴に成長する前にラジエータ 13 に水を散布することができる。

【0064】

これにより、ラジエータ 13 の熱交換部に水を均一に散布でき、ラジエータ 13 の背面で厚い水膜が形成されにくくなる。このため、ラジエータ 13 の背面の水がラジエータ 13 を通過する風の妨げとなることを抑制でき、ラジエータ 13 の背面から後方へ吹飛ばされる水の量を低減させることができる。この結果、散布装置 20 から散布された水をできるだけラジエータ 13 の表面で蒸発させることができ、ラジエータ 13 の冷却能力を向上させることができる。

20

【0065】

また、本実施形態では、ガイド部 207、208 が複数の供給孔 206 のそれぞれに対応して設けられている。これにより、ガイド部 207、208 の大きさをできるだけ小さくすることができ、ガイド部 207、208 による通風抵抗をできるだけ小さくすることができる。

【0066】

また、本実施形態では、ガイド部 207、208 には、溝部 207b、208b が設けられている。このため、水供給管 201、202 の供給孔 206 から供給される水は、重力と溝部 207b、208b によって生じる表面張力によって、供給孔 206 に留まることなくガイド部 207、208 の先端まで移動しやすくなる。これにより、供給孔 206 から供給される水が大きな液滴に成長する前にラジエータ 13 に水を散布することができ、ラジエータ 13 の熱交換部に水を均一に散布できる。

30

【0067】

また、本実施形態では、隣接するガイド部 207、208 の長さが異なっている。これにより、隣接するガイド部 207、208 の先端部 207a、208a から離脱する水が重なり合いにくい。このため、水供給管 201、202 における供給孔 206 の間隔を狭くすることができ、ラジエータ 13 の熱交換部に水を均一に散布しやすくなる。

40

【0068】

また、本実施形態では、ガイド部 207、208 における送風方向 W の下流側に溝部 207b、208b を設けている。これにより、供給孔 206 から供給された水が溝部 207b、208b を移動する際に、送風方向 W に流れる風の影響を受けにくくすることができる。このため、供給孔 206 から供給された水をガイド部 207、208 の先端部 207a、208a まで確実に移動させることができる。

【0069】

(第 2 実施形態)

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。以下、上記第 1 実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

50

【 0 0 7 0 】

図 8 に示すように、本第 2 実施形態では、上記第 1 実施形態に比較して、第 2 ガイド部 2 0 8 の長さを長くしている。本第 2 実施形態では、第 1 ガイド部 2 0 7 の長さ A 1 を 5 m m とし、第 2 ガイド部 2 0 8 の長さ A 2 を 4 5 m m としている。このため、上記第 1 実施形態よりも、ガイド部 2 0 7、2 0 8 の長さの差が大きくなっている。

【 0 0 7 1 】

本第 2 実施形態によれば、第 1 ガイド部 2 0 7 の先端部 2 0 7 a と第 2 ガイド部 2 0 8 の先端部 2 0 8 a との間隔が大きくなる。このため、隣接するガイド部 2 0 7、2 0 8 の先端部 2 0 7 a、2 0 8 a から離脱する水が重なりにくくなり、ガイド部 2 0 7、2 0 8 の先端部 2 0 7 a、2 0 8 a で大きな液滴が形成されることを効果的に抑制できる。

10

【 0 0 7 2 】

また、本第 2 実施形態によれば、第 1 ガイド部 2 0 7 から散布された水がラジエータ 1 3 に付着する位置と、第 2 ガイド部 2 0 8 から散布された水がラジエータ 1 3 に付着する位置の間隔が大きくなる。これにより、ラジエータ 1 3 の熱交換部に水をより均一に散布でき、ラジエータ 1 3 の背面で厚い水膜が形成されることを効果的に抑制できる。このため、ラジエータ 1 3 の背面から後方へ吹飛ばされる水の量を低減させることができ、ラジエータ 1 3 の冷却能力を向上させることができる。

【 0 0 7 3 】

(第 3 実施形態)

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。以下、上記各実施形態と異なる部分についてのみ説明する。本第 3 実施形態では、ガイド部 2 0 7、2 0 8 の長さは上記第 2 実施形態と同一になっている。

20

【 0 0 7 4 】

図 9、図 1 0 に示すように、本第 3 実施形態では、ガイド部 2 0 7、2 0 8 の先端部 2 0 7 a、2 0 8 a が鋭利な形状となっている。ガイド部 2 0 7、2 0 8 の先端部 2 0 7 a、2 0 8 a は、延設方向に交わる断面の面積が先端に向かって小さくなっている。つまり、ガイド部 2 0 7、2 0 8 は、延設方向に交わる断面の面積が先端部 2 0 7 a、2 0 8 a で最も小さくなっている。

【 0 0 7 5 】

本第 3 実施形態では、ガイド部 2 0 7、2 0 8 の先端部 2 0 7 a、2 0 8 a における送風方向 W の下流側の角部が鋭角になっている。このため、ガイド部 2 0 7、2 0 8 の先端部 2 0 7 a、2 0 8 a における溝部 2 0 7 b、2 0 8 b が設けられている側の角が鋭角になっている。また、ガイド部 2 0 7、2 0 8 における溝部 2 0 7 b、2 0 8 b が設けられている側の角がガイド部 2 0 7、2 0 8 の最下端部になる。つまり、ガイド部 2 0 7、2 0 8 の延設方向に交わる断面の面積は、先端部 2 0 7 a、2 0 8 a における溝部 2 0 7 b、2 0 8 b が設けられている部位で最も小さくなっている。

30

【 0 0 7 6 】

本第 3 実施形態によれば、ガイド部 2 0 7、2 0 8 の先端部 2 0 7 a、2 0 8 a を鋭利な形状とすることで、先端部 2 0 7 a、2 0 8 a の面積を小さくすることができ、ガイド部 2 0 7、2 0 8 の最下端部の面積を最も小さくすることができる。このため、供給孔 2 0 6 から供給された水がガイド部 2 0 7、2 0 8 の先端部 2 0 7 a、2 0 8 a に移動した際に、ガイド部 2 0 7、2 0 8 の先端部 2 0 7 a、2 0 8 a で発生する表面張力が小さくなり、水が離脱しやすくなる。これにより、散布装置 2 0 からラジエータ 1 3 の熱交換部に水をより均一に散布することができる。

40

【 0 0 7 7 】

図 1 1 は、第 1 ~ 第 3 実施形態の散布装置 2 0 を用いた場合のラジエータ 1 3 の冷却性能を示している。図 1 1 では、散布装置 2 0 にガイド部を設けていない構成を比較例として示している。

【 0 0 7 8 】

図 1 1 に示すように、散布装置 2 0 にガイド部を設けていない比較例に対し、散布装置 2

50

0 にガイド部 207、208 を設けた第 1 ～ 第 3 実施形態は、ラジエータ 13 の冷却性能が大幅に向上している。また、第 2 ガイド部 208 を長くした第 2、第 3 実施形態では、ラジエータ 13 の冷却性能がより向上している。また、ガイド部 207、208 の先端部 207a、208a が鋭角形状となっている第 3 実施形態では、水の噴射量が少ない領域でラジエータ 13 の冷却性能が高くなっている。

【0079】

(第 4 実施形態)

次に、本発明の第 4 実施形態について説明する。以下、上記各実施形態と異なる部分についてのみ説明する。本第 4 実施形態では、ガイド部 207、208 の長さは上記第 1 実施形態と同一になっている。

【0080】

図 12 に示すように、本第 4 実施形態では、第 1 ガイド部 207 の先端部 207a における送風方向 W の下流側の角部が鋭角になっている。このため、第 1 ガイド部 207 の先端部 207a におけるラジエータ 13 から近い側の角が鋭角になっている。このため、第 1 ガイド部 207 では、延設方向に交わる断面の面積は、先端部 207a における送風方向 W の下流側で最も小さくなっている。

【0081】

一方、第 2 ガイド部 208 では、先端部 208a における送風方向 W の上流側の角部が鋭角になっている。このため、第 2 ガイド部 208 の先端部 208a におけるラジエータ 13 から遠い側の角が鋭角になっている。このため、第 2 ガイド部 208 では、延設方向に交わる断面の面積は、先端部 208a における送風方向 W の上流側で最も小さくなっている。

【0082】

本第 4 実施形態によれば、第 1 ガイド部 207 の先端部 207a と第 2 ガイド部 208 の先端部 208a との間隔が大きくなる。これにより、隣接するガイド部 207、208 の先端部 207a、208a から離脱する水が重なりにくくなり、ガイド部 207、208 の先端部 207a、208a で大きな液滴が形成されることを効果的に抑制できる。

【0083】

また、本第 4 実施形態によれば、第 1 ガイド部 207 の先端部 207a とラジエータ 13 との距離 B1 よりも、第 2 ガイド部 208 の先端部 208a とラジエータ 13 との距離 B2の方が長くなる。このため、ガイド部 207、208 の先端部 207a、208a から離脱した水がラジエータ 13 に付着するまでの落下距離は、第 1 ガイド部 207 よりも第 2 ガイド部 208 の方が長くなる。この結果、第 1 ガイド部 207 から散布された水がラジエータ 13 に付着する位置と、第 2 ガイド部 208 から散布された水がラジエータ 13 に付着する位置の間隔が大きくなる。これにより、ラジエータ 13 の背面で厚い水膜が形成されることを抑制でき、ラジエータ 13 の背面から後方へ吹飛ばされる水の量を低減させることができるため、ラジエータ 13 の冷却能力を向上させることができる。

【0084】

(第 5 実施形態)

次に、本発明の第 5 実施形態を図 13、図 14 を用いて説明する。以下、上記各実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

【0085】

図 14 に示すように、本第 5 実施形態のガイド部 207、208 は、上記各実施形態よりも、溝部 207b、208b の深さが深くなるように形成されている。つまり、本第 5 実施形態では、溝部 207b、208b の断面内周長さが長くなっている。溝部 207b、208b の断面内周長さは、ガイド部 207、208 の延設方向に直交する方向における溝部 207b、208b の断面内周長さである。本第 5 実施形態では、すべてのガイド部 207、208 において、溝部 207b、208b の断面内周長さを同一としている。

【0086】

本第 5 実施形態のガイド部 207、208 では、溝部 207b、208b の断面内周長さ

10

20

30

40

50

が供給孔 206 の円周長さの $1/2$ 以上になるようにしている。具体的には、ガイド部 207、208 の延設方向に直交する方向における溝部 207b、208b の断面の長さを、複数の供給孔 206 の配置方向における供給孔 206 の直径 D から算出した円周の $1/2$ 以上としている。複数の供給孔 206 の配置方向は、図 13 の左右方向である。

【0087】

ガイド部 207、208 における溝部 207b、208b の断面内周長さは、供給孔 206 との接続部から先端部 207a、208a まで均一としてもよく、供給孔 206 からの距離に応じて変化させてもよい。ガイド部 207、208 における溝部 207b、208b の断面内周長さは、少なくとも供給孔 206 との接続部の近傍において、供給孔 206 の円周長さの $1/2$ 以上になっていればよい。

10

【0088】

以上説明した本第 5 実施形態によれば、ガイド部 207、208 における溝部 207b、208b の表面積が拡大して濡れ長さが長くなり、水の表面張力が作用しやすくなる。これにより、供給孔 206 から溝部 207b、208b へ水が流出しやすくなり、溝断面と溝濡れ長さのバランスで液の落水量を均一化する効果が高くなる。

【0089】

(他の実施形態)

本発明は上述の実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で、以下のように種々変形可能である。また、上記各実施形態に開示された手段は、実施可能な範囲で適宜組み合わせてもよい。

20

【0090】

(1) 上記各実施形態では、本発明の水散布冷却装置を燃料電池用のラジエータ 13 に水を散布する散布装置 20 に適用した例について説明したが、本発明の水散布冷却装置を他の用途に用いてもよい。本発明の水散布冷却装置は、例えば内燃機関冷却用のラジエータに水を散布する用途に用いてもよく、あるいは冷凍サイクル装置のコンデンサに水を散布する用途に用いてもよい。

【0091】

(2) 上記第 5 実施形態では、すべてのガイド部 207、208 で溝部 207b、208b の断面内周長さを同一としたが、複数のガイド部 207、208 で溝部 207b、208b の断面内周長さを異ならせてもよい。つまり、溝部 207b、208b の断面内周長さを複数段階設けてもよい。

30

【0092】

例えば、供給孔 206 の流入口 205 からの距離に応じて、供給孔 206 に対応するガイド部 207、208 の溝部 207b、208b の断面内周長さを異ならせてもよい。具体的には、流入口 205 に近い供給孔 206 に設けられたガイド部 207、208 よりも流入口 205 から遠い供給孔 206 に設けられたガイド部 207、208 の方が溝部 207b、208b の断面内周長さが長くなるようにしてもよい。

【0093】

供給孔 206 が流入口 205 から遠くなるほど、供給孔 206 から供給される水量が減少しやすい。このため、流入口 205 から遠い供給孔 206 に設けられたガイド部 207、208 で溝部 207b、208b の断面内周長さを長くすることで、複数の供給孔 206 から散布される水量を均一化する効果が高くなる。

40

【0094】

また、長さが異なるガイド部 207、208 で溝部 207b、208b の断面内周長さを異ならせてもよい。具体的には、長さが長い第 2 ガイド部 208 よりも長さが短い第 1 ガイド部 207 の方が溝部 207b、208b の断面内周長さが長くなるようにしてもよい。これにより、長さが異なるガイド部 207、208 で溝部 207b、208b の表面積を近づけることができ、濡れ長さを近づけることができる。この結果、複数の供給孔 206 から散布される水量を均一化する効果が高くなる。

【0095】

50

(3) 上記第5実施形態では、ガイド部207、208において、溝部207b、208bの深さを深くして断面内周長さを長くしたが、異なる構成によって溝部207b、208bの断面内周長さを長くしてもよい。

【0096】

例えば、図15に示すように、溝部207b、208bを複数の溝によって構成することで、溝部207b、208bの断面内周長さを長くすることができる。

【0097】

また、溝部207b、208bの断面で構成される半円の半径を拡大することによっても、溝部207b、208bの断面内周長さを長くすることができる。

【0098】

(4) 上記第5実施形態では、ガイド部207、208における溝部207b、208bの表面積を拡大して濡れ長さを長くすることで、供給孔206から水が流出しやすにしたが、溝部207b、208bの濡れ性を向上させることによって供給孔206から水が流出しやすくしてもよい。

【0099】

例えば、図16に示すように、溝部207b、208bの内表面に表面粗さを大きくする粗化处理を施して粗化部207c、208cを形成してもよい。これにより、溝部207b、208bの濡れ性が向上して供給孔206から水が流出しやすくなり、複数の供給孔206から散布される水量を均一化する効果が高くなる。

【0100】

また、図17に示すように、溝部207b、208bの内表面に親水性処理を施して親水部207d、208dを形成してもよい。親水性処理は、例えば溝部207b、208bの内表面に親水性塗膜を設けることによって実現できる。これにより、溝部207b、208bの濡れ性が向上して供給孔206から水が流出しやすくなり、複数の供給孔206から散布される水量を均一化する効果が高くなる。

【0101】

(5) 上記各実施形態では、ガイド部207、208に設けられた溝部207b、208bの断面形状をU字状にした例について説明したが、溝部207b、208bの断面形状は任意の形状とすることができる。例えば、図18に示すように溝部207b、208bの断面形状をV字状としてもよく、溝部207b、208bの断面形状を図19に示すようにコの字状としてもよい。

【0102】

(6) 上記各実施形態では、ガイド部207、208に溝部207b、208bを設けた例について説明したが、図20に示すように、ガイド部207、208に溝部207b、208bを設けることなく、親水部207d、208dを設けてもよい。親水部207d、208dは、供給孔206からガイド部207、208の先端部207a、208aに至るまで設ければよい。

【0103】

親水部207d、208dを設けた部分では、水が濡れやすくなるため、供給孔206から供給された水が大きな液滴を形成する前に重力によってガイド部207、208を伝って下方に移動可能となる。

【0104】

(7) 上記各実施形態では、ガイド部207、208の延設方向に交わるガイド部207、208の断面形状を長方形としたが、これに限らず、ガイド部207、208の断面形状を送風方向Wの上流側に向かって寸法が小さくなるようにしてもよい。送風方向Wの上流側に向かって寸法が小さくなるガイド部207、208の断面形状は、例えば図21、図22、図23に示す形状とすることができる。

【0105】

このように、ガイド部207、208の断面形状を送風方向Wの上流側に向かって寸法が小さくなるようにすることで、ガイド部207、208の通風抵抗を小さくすることがで

10

20

30

40

50

きる。

【 0 1 0 6 】

(8) 上記各実施形態では、ガイド部 2 0 7、2 0 8 における送風方向 W の下流側に溝部 2 0 7 b、2 0 8 b を設けたが、溝部 2 0 7 b、2 0 8 b を設ける位置は、ガイド部 2 0 7、2 0 8 における送風方向 W の上流側でもよく、あるいはガイド部 2 0 7、2 0 8 における送風方向 W の上流側と下流側の間でもよい。

【 0 1 0 7 】

(9) 上記各実施形態では、水供給管 2 0 1、2 0 2 のガイド部 2 0 7、2 0 8 を重力方向に平行となるように設けたが、これに限らず、ガイド部 2 0 7、2 0 8 は重力方向に対して傾斜していてもよい。複数のガイド部 2 0 7、2 0 8 の重力方向に対する角度は同一でもよく、異なってもよい。

10

【 0 1 0 8 】

(1 0) 上記各実施形態では、散布装置 2 0 に 2 本の水供給管 2 0 1、2 0 2 を設けた例について説明したが、これに限らず、散布装置 2 0 に 1 本又は 3 本以上の水供給管を設けてもよい。

【 0 1 0 9 】

(1 1) 上記各実施形態では、散布装置 2 0 に長さが異なる 2 種類のガイド部 2 0 7、2 0 8 を設けたが、同一の長さの 1 種類のガイド部を設けてもよく、あるいは長さが異なる 3 種類以上のガイド部を設けてもよい。

【 0 1 1 0 】

(1 2) 上記各実施形態では、複数の供給孔 2 0 6 のすべてにガイド部 2 0 7、2 0 8 を設けたが、これに限らず、少なくとも一部の供給孔 2 0 6 にガイド部 2 0 7、2 0 8 が設けられていればよい。つまり、ガイド部 2 0 7、2 0 8 が設けられていない供給孔 2 0 6 が存在してもよい。

20

【 符号の説明 】

【 0 1 1 1 】

- 1 3 ラジエータ (熱交換器)
- 2 0 散布装置
- 2 0 6 供給孔
- 2 0 7 第 1 ガイド部
- 2 0 7 a 先端部
- 2 0 7 b 溝部
- 2 0 8 第 2 ガイド部
- 2 0 8 a 先端部
- 2 0 8 b 溝部

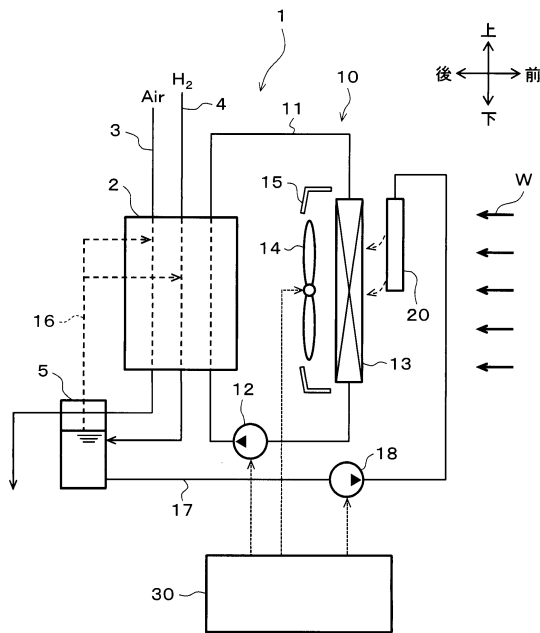
30

40

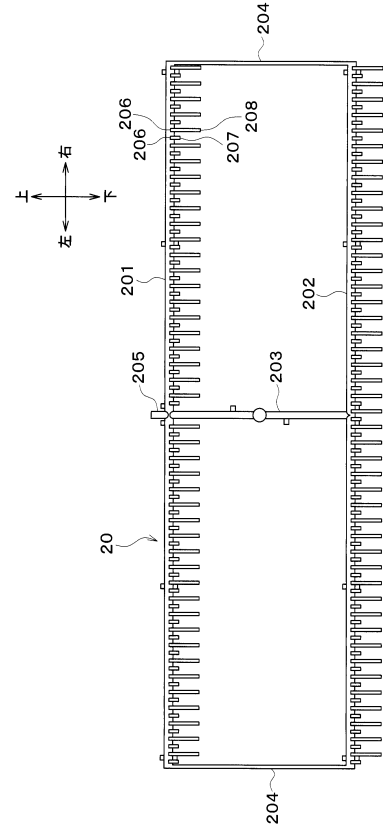
50

【図面】

【図 1】



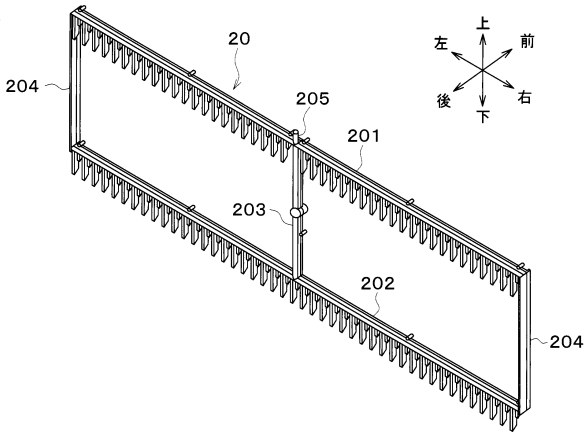
【図 2】



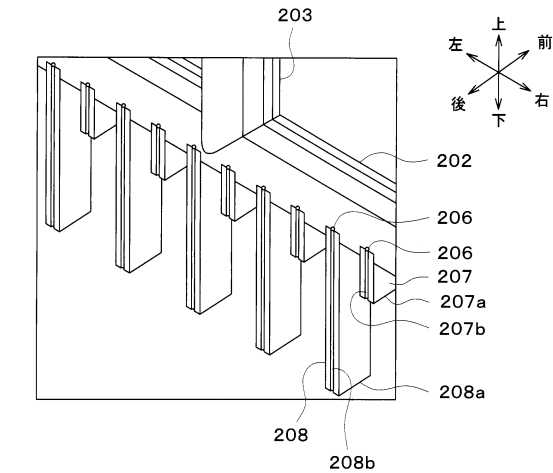
10

20

【図 3】



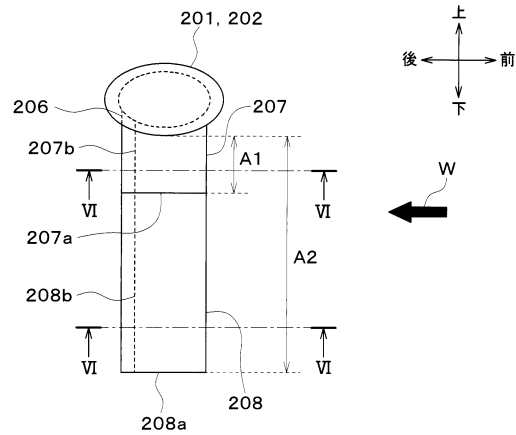
【図 4】



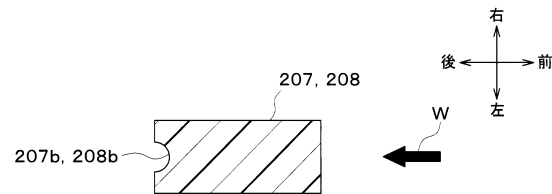
30

40

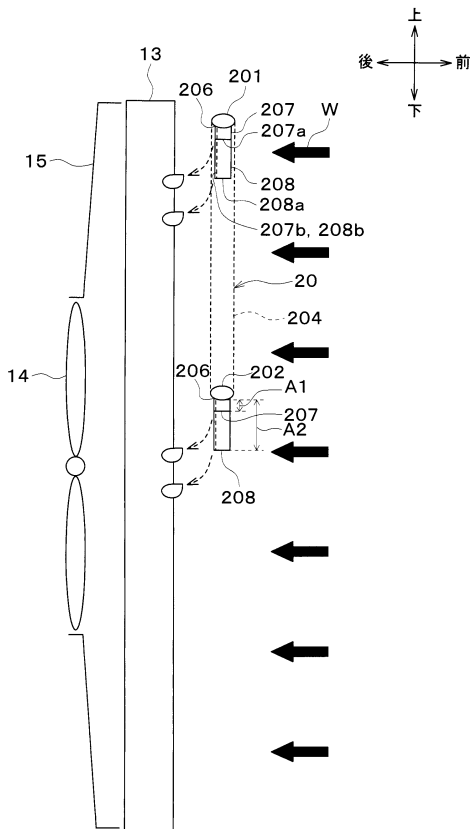
【図 5】



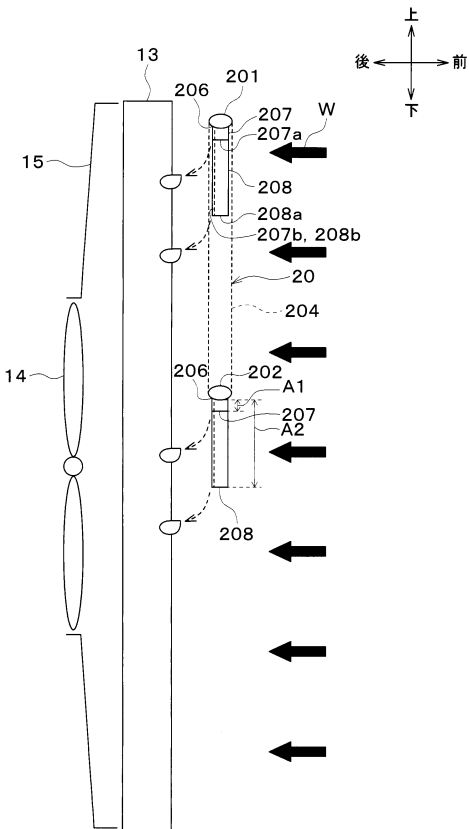
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

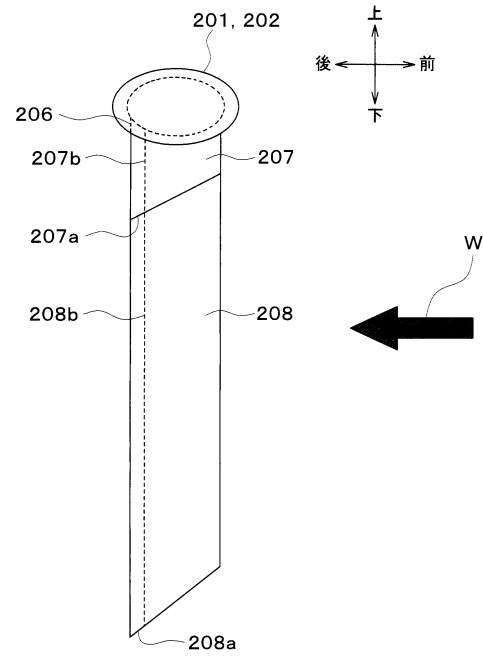
20

30

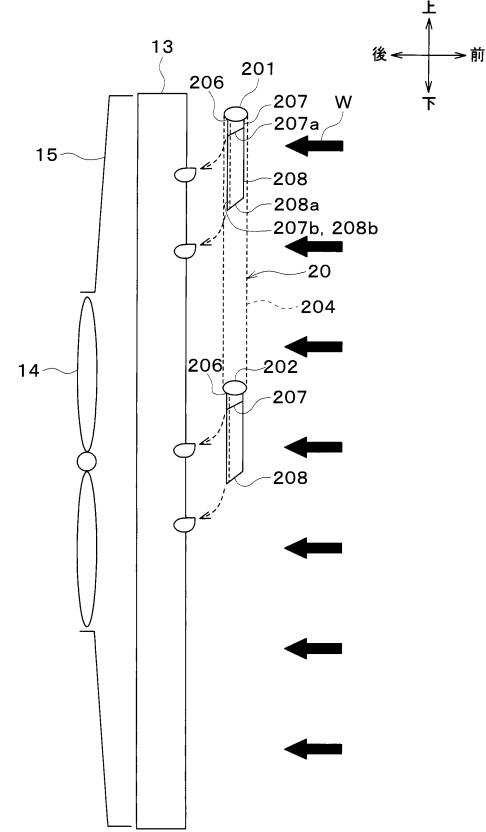
40

50

【図 9】



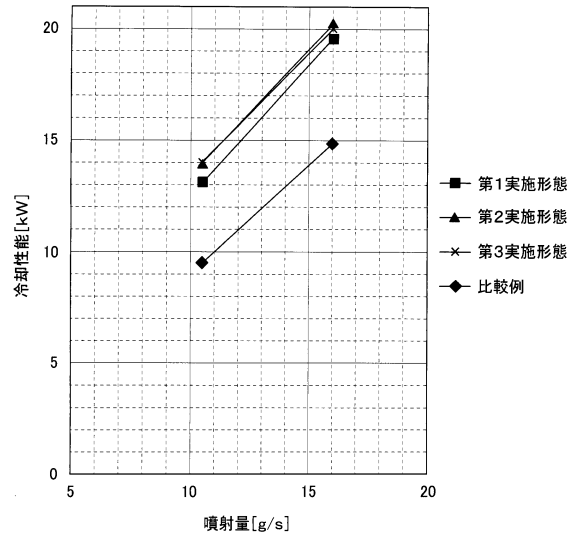
【図 10】



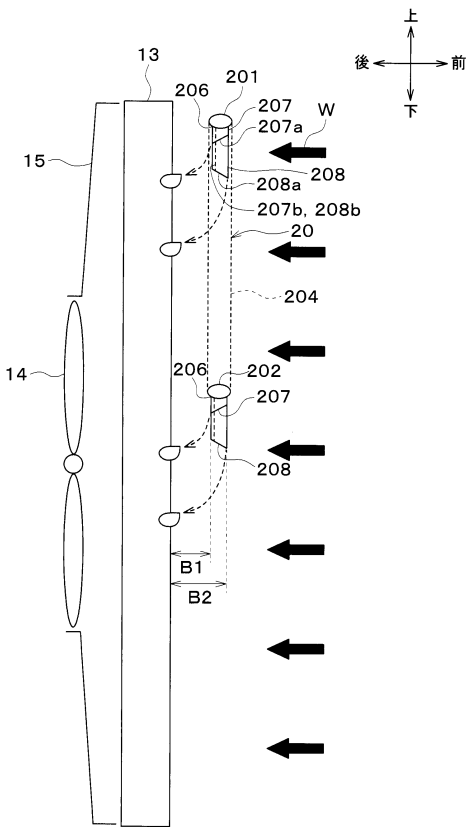
10

20

【図 11】



【図 12】

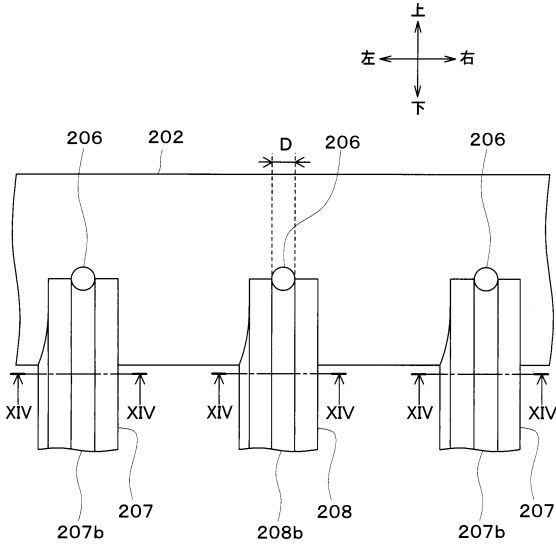


30

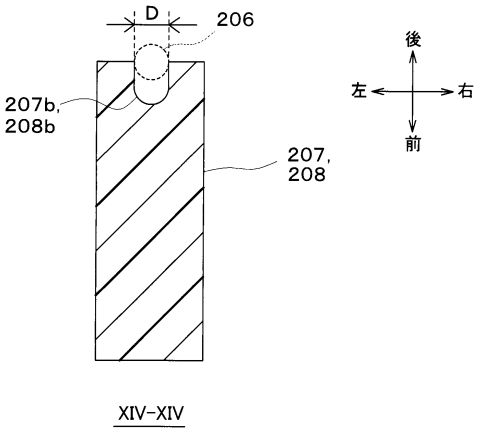
40

50

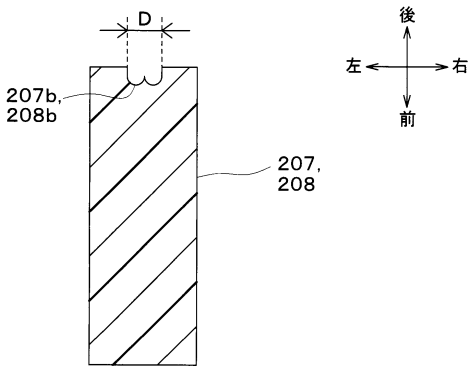
【図 1 3】



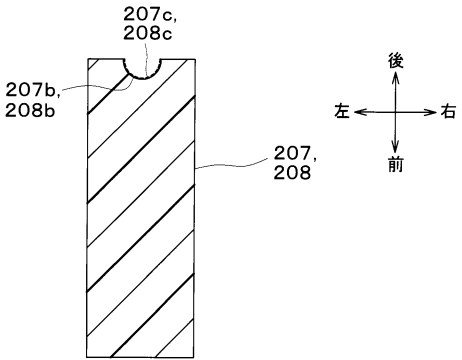
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



10

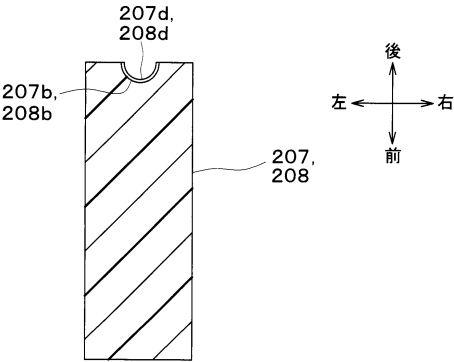
20

30

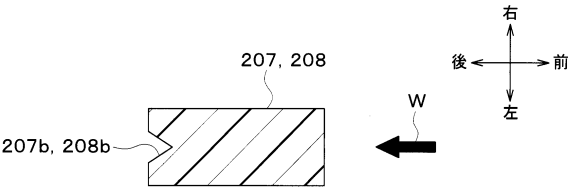
40

50

【図 17】

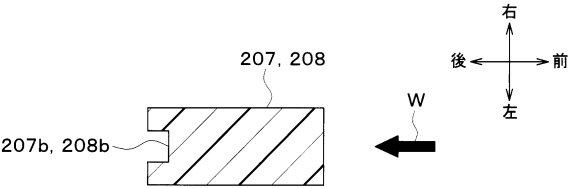


【図 18】

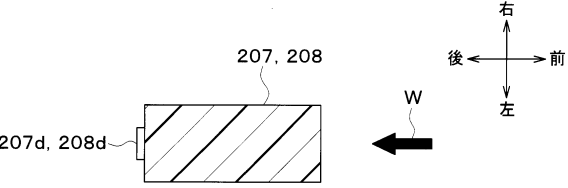


10

【図 19】

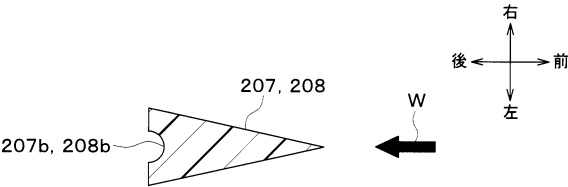


【図 20】

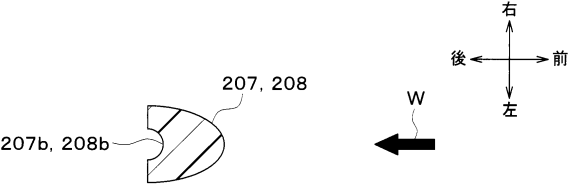


20

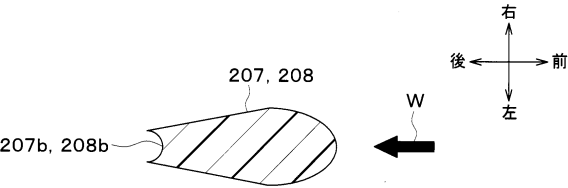
【図 21】



【図 22】



【図 23】



30

40

50

フロントページの続き

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 古川 峻弘

(56)参考文献 特開2002-372385(JP,A)
特開平08-054158(JP,A)
特開平10-332225(JP,A)
特開平07-012427(JP,A)
特開2010-243050(JP,A)
特開2002-301492(JP,A)
特開2007-205677(JP,A)
特開2006-322642(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F28D 3/00-5/02
F28F 25/00-25/12
F25B 39/04
F24F 1/42