

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特願2024-88072
(P2024-88072A)

(43)公開日 令和6年7月2日(2024.7.2)

(51)国際特許分類		F I		テーマコード (参考)	
C O 1 B	3/06 (2006.01)	C O 1 B	3/06	Z A B	5 H 1 2 7
H O 1 M	8/0606(2016.01)	H O 1 M	8/0606		
H O 1 M	8/04746(2016.01)	H O 1 M	8/04746		
H O 1 M	8/065(2016.01)	H O 1 M	8/065		
H O 1 M	8/04701(2016.01)	H O 1 M	8/04701		
		審査請求	未請求	請求項の数	20 O L (全21頁)
(21)出願番号	特願2022-203052(P2022-203052)	(71)出願人	000001007		
(22)出願日	令和4年12月20日(2022.12.20)		キャノン株式会社		
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号		
		(74)代理人	110003133		
			弁理士法人近島国際特許事務所		
		(72)発明者	富永 明子		
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号		
			キャノン株式会社内		
		(72)発明者	藤原 祥子		
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号		
			キャノン株式会社内		
		(72)発明者	軽部 圭二		
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号		
			キャノン株式会社内		
		(72)発明者	黒木 剛		
			最終頁に続く		

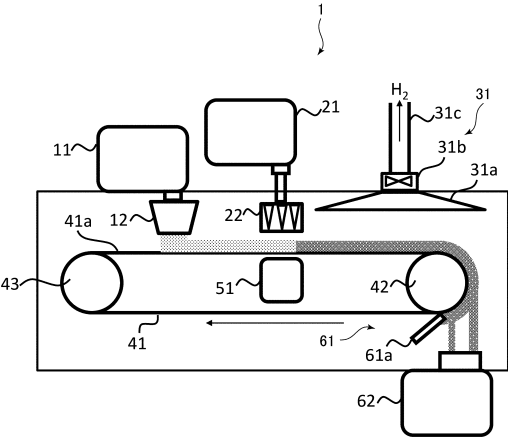
(54)【発明の名称】 水素発生装置

(57)【要約】

【課題】水素キャリアと水を含む液体の反応を促進させ易い水素発生装置1を提供する。

【解決手段】水素発生装置1は、固体の水素キャリアに対して、少なくとも水を含む液体を付与する液体吐出装置22と、液体吐出装置22が水素キャリアに対して付与する液体の量を制御する制御部と、を有する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固体の水素キャリアに対して、少なくとも水を含む液体を付与する第 1 の液体付与装置と、

前記第 1 の液体付与装置が前記水素キャリアに対して付与する前記液体の量を制御する制御部と、を有する

ことを特徴とする水素発生装置。

【請求項 2】

前記水素キャリアと前記液体との反応で発生した水素を回収する水素回収装置を有することを特徴とする請求項 1 に記載の水素発生装置。

10

【請求項 3】

前記水素キャリアを搬送可能な搬送部材を有することを特徴とする請求項 1 に記載の水素発生装置。

【請求項 4】

前記搬送部材上に前記水素キャリアを塗布する塗布装置を有することを特徴とする請求項 3 に記載の水素発生装置。

【請求項 5】

前記搬送部材上において前記水素キャリアと前記液体との反応で発生した固体生成物を回収する固体生成物回収装置を有する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の水素発生装置。

20

【請求項 6】

前記水素キャリアは、金属水素化物であることを特徴とする請求項 1 に記載の水素発生装置。

【請求項 7】

前記水素キャリアは、水素化ホウ素ナトリウムであることを特徴とする請求項 1 に記載の水素発生装置。

【請求項 8】

前記第 1 の液体付与装置は、前記液体を液滴状に吐出するノズルを有することを特徴とする請求項 1 に記載の水素発生装置。

【請求項 9】

前記第 1 の液体付与装置は、インクジェットヘッドであることを特徴とする請求項 1 に記載の水素発生装置。

30

【請求項 10】

前記第 1 の液体付与装置は、前記液体が充填された流路にヒータを配置し、前記ヒータの加熱により気泡を発生させることで前記液体を吐出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の水素発生装置。

【請求項 11】

前記第 1 の液体付与装置は、前記液体が充填された流路にピエゾ素子を配置し、前記ピエゾ素子に電圧を加えることで前記液体を吐出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の水素発生装置。

40

【請求項 12】

前記第 1 の液体付与装置は、前記液体を 100 p l 以下の液滴状に吐出することを特徴とする請求項 1 に記載の水素発生装置。

【請求項 13】

前記第 1 の液体付与装置は、前記液体を 20 p l 以下の液滴状に吐出することを特徴とする請求項 1 に記載の水素発生装置。

【請求項 14】

前記第 1 の液体付与装置の内部の前記液体の温度を 0 °C よりも高く、且つ、80 °C 以下に調整する温度調整装置を更に備えた

ことを特徴とする請求項 1 に記載の水素発生装置。

50

【請求項 15】

前記第1の液体付与装置は、pHが異なる2種類以上の前記液体を付与可能であることを特徴とする請求項1に記載の水素発生装置。

【請求項 16】

前記2種類以上の前記液体のうちの1種類は、酸性物質を含むことを特徴とする請求項15に記載の水素発生装置。

【請求項 17】

前記2種類以上の前記液体のうちの1種類は、塩基性物質を含むことを特徴とする請求項15に記載の水素発生装置。

【請求項 18】

前記塗布装置により前記搬送部材上に前記水素キャリアを塗布する前に、前記搬送部材上に水を含む液体を供給可能な第2の液体付与装置を更に備えたことを特徴とする請求項4に記載の水素発生装置。

10

【請求項 19】

前記制御部は、前記第2の液体付与装置が前記水素キャリアに対して付与する前記液体の量を制御することを特徴とする請求項18に記載の水素発生装置。

【請求項 20】

固体の水素キャリアに水を含む液体を付与する液体付与装置と、前記水素キャリアと前記液体との反応で発生した水素を回収する水素回収装置と、を備え、前記液体付与装置は、前記液体を前記水素キャリアに向けて液滴状に付与することを特徴とする水素発生装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水を含む液体をかけることで水素を発生する性質をもつ水素キャリアを原料として、水素を発生させる水素発生装置に関する。

【背景技術】

【0002】

水素発生装置として、水素化ホウ素ナトリウムに水及び溶媒を供給し、水素化ホウ素ナトリウムを加水分解して水素を発生させる装置が提案されている（例えば、特許文献1）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2017-114708号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述の特許文献1には、水及び溶媒を水素化ホウ素ナトリウムにどのように供給するか具体的な構成が記載されていない。水素発生装置としては、水素化ホウ素ナトリウムなどの水素キャリアの加水分解反応を安定して進めることが求められている。

40

【0005】

本発明は、水素キャリアと水を含む液体の反応を促進させ易い水素発生装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の水素発生装置は、固体の水素キャリアに対して、少なくとも水を含む液体を付与する第1の液体付与装置と、前記第1の液体付与装置が前記水素キャリアに対して付与

50

する前記液体の量を制御する制御部と、を有することを特徴とする。

【0007】

また、本発明の水素発生装置は、固体の水素キャリアに水を含む液体を付与する液体付与装置と、前記水素キャリアと前記液体との反応で発生した水素を回収する水素回収装置と、を備え、前記液体付与装置は、前記液体を前記水素キャリアに向けて液滴状に付与することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、水素キャリアと水を含む液体の反応を促進させ易い水素発生装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1の実施形態に係る水素発生装置の概略構成断面図。

【図2】第1の実施形態に係る水素発生装置の制御ブロック図。

【図3】(a)サーマル方式のインクジェットヘッドの概略構成断面図、(b)ピエゾ方式のインクジェットヘッドの概略構成断面図。

【図4】ライン型インクジェットヘッドの概略構成斜視図。

【図5】シリアル型インクジェットヘッドの概略構成斜視図。

【図6】第2の実施形態に係る水素発生装置の概略構成断面図。

【図7】第3の実施形態に係る水素発生装置の概略構成断面図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

<第1の実施形態>

第1の実施形態について、図1ないし図5を用いて説明する。まず、化石燃料に代わるエネルギー源として水素が注目されている。水素は化石燃料と異なり、燃焼時に地球温暖化につながる温室効果ガスの一種である二酸化炭素等を発生させないためである。水素をエネルギー源として用いるシステムとして実用化されているものの一つに、燃料電池車がある。燃料電池車は、水素を原料として発電し、発電した電気で電動機を動かして走る自動車である。燃料電池車の多くは、エネルギー源である水素を水素タンクに格納し、水素タンクから出た水素を燃料電池に入れて発電する。水素タンクは水素を、例えば70MPa（大気圧の700倍）などの高圧で圧縮して貯蔵するものである。

【0011】

エネルギー源としての水素の問題点として、エネルギー密度が低いという問題がある。水素の体積エネルギー密度はガソリンの約1/3000であり、70MPaの水素タンクを用いても、同じ体積からはガソリンの1/5程度のエネルギーしか引き出すことができない。そのため、一般的に、水素タンクを用いた燃料電池車は、ガソリンを用いた自動車よりも頻繁にエネルギー充填を行うことが要求される。

【0012】

このため、水素タンクよりも高いエネルギー密度で水素を運ぶことができる物質（即ち、水素キャリア）として、様々な物質が検討されている。例えば、アンモニア、メチルシクロヘキサンなどが水素キャリアとして知られており、水素そのものの代わりに水素キャリアを輸送し、利用時に水素キャリアから水素を取り出すということが行われている。

【0013】

このような水素キャリア物質の中でも、水をかけることで容易に水素を取り出すことができる水素化ホウ素ナトリウムのような金属水素化物が広く知られている。この水素化ホウ素ナトリウムを加水分解して水素を得る方法として、水素化ホウ素ナトリウムを水に溶解して水溶液として使用する方法が知られている。しかしこの方法の場合、反応式が示す理論上、必要な量より多量の水が必要になってしまい、実質の体積エネルギー密度が低下してしまうという問題がある。

【0014】

そこで、本実施形態では、以下のような水素発生装置により、固体の水素キャリアに水を含む液体をかけて水素を発生させている。また、水素キャリアと液体との反応で発生した副生成物を回収するようにしている。副生成物は、水素キャリアに再生することができる。

【0015】

〔水素発生装置〕

図1を用いて水素発生装置1の概略構成について説明する。本実施形態の水素発生装置1は、固体（本実施形態では粉体）の水素キャリアを搬送ベルト41上（搬送部材上）に載せ、そこに水を含む液体を吐出し、搬送ベルト41上で水素キャリアと水を含む液体を反応させ、水素を発生させる装置である。水素発生装置1は、主として、搬送ベルト41、塗布装置としての粉体塗布装置12、吐出装置としての液体吐出装置22、水素回収装置31、副生成物回収装置61を有する。

【0016】

搬送ベルト41は、図1の矢印方向に回転する。粉体塗布装置12は、粉体の水素キャリアを収容する水素キャリア収容ケース11から水素キャリアの供給を受け、搬送ベルト41の表面41aに水素キャリアを塗布する。液体吐出装置22は、搬送ベルト41の回転方向に関して粉体塗布装置12の下流に配置され、水を含む液体を収容する液体収容ケース21から液体の供給を受け、搬送ベルト41の表面41aに塗布された水素キャリアに液体を吐出する。

【0017】

水素回収装置31は、搬送ベルト41の回転方向に関して液体吐出装置22の下流に配置され、搬送ベルト41の表面41aにおいて水素キャリアと液体との反応で発生した水素を回収する。副生成物回収装置61は、搬送ベルト41の表面41aにおいて水素キャリアと液体との反応で発生した副生成物を回収する。ここでいう、副生成物とは、水素キャリアと液体との反応により発生する水素以外の生成物の事を指す。また、本実施形態の水素発生装置1は、搬送ベルト41を加熱する加熱装置51を更に備えている。なお、加熱装置51は省略しても良い。

【0018】

この水素発生装置1は、搬送ベルト41上において、水素キャリアと水を含む液体との反応で水素を発生させ、反応後の副生成物を回収するといった一連の工程を行うことができる。このため、コンパクトな装置構成で、連続的にかつ長期的に安定して水素を発生することができるという利点を持つ。

【0019】

水素発生装置1の動作は次の通りである。まず、搬送ベルト41が動作を開始し、同じタイミングで加熱装置51が加熱を開始する。搬送ベルト41の搬送速度が所定の速度で安定し、かつ搬送ベルト41の表面温度が設定温度に達したら、粉体塗布装置12が動作を開始し、搬送ベルト41上に水素キャリアを塗布する。水素キャリアが液体吐出装置22の下に来るタイミングに合わせ、液体吐出装置22から液体が吐出され、水素キャリアと液体との反応が開始され、発生した水素は、水素回収装置31によって回収される。尚、水素発生装置1が加熱装置51を備えていない場合には、搬送ベルト41の温度に関わらず、搬送ベルト41上に水素キャリアを塗布しても良い。

【0020】

その後、水素キャリアと水を含む液体との反応後に生成された副生成物は、副生成物回収装置61に搬送され、副生成物回収装置61により、副生成物は回収され、副生成物回収ケース62に送られる。次に、各構成要素毎に詳細に説明する。

【0021】

〔水素キャリア〕

本実施形態でいう「水素キャリア」は、水を含む液体をかけることで水素を発生する固体の水素キャリアであれば特に制限はない。例えば、水素化ホウ素ナトリウム、水素化ホウ素カリウム、水素化ホウ素リチウム、水素化ホウ素亜鉛、水素化アルミニウムリチウム

10

20

30

40

50

、水素化アルミニウムナトリウム、水素化アルミニウムマグネシウム、水素化アルミニウムカルシウム、水素化マグネシウム、水素化リチウム、水素化ナトリウム、水素化カルシウムなどの固体の金属水素化物、アルミニウム、亜鉛、カルシウム、マグネシウムといった金属粉末等の１種もしくは、複数種混合したものが使用可能である。また、反応促進剤、乾燥剤といったような添加剤が含まれていても良い。

【００２２】

水素キャリアとしては、水素化ホウ素ナトリウムを使用することが好ましい。水素化ホウ素ナトリウムの分子量に対して、水素化ホウ素ナトリウム分子中にある水素の割合が高く、エネルギー密度が高いためである。また、常温に近い低温で水素発生反応が進むため、効率よく水素を得ることができ、水と接触しても発火しにくく、安全上の懸念がより少ないためである。

10

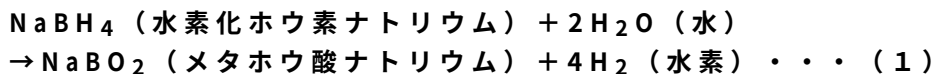
【００２３】

また、本実施形態の水素キャリアとしては、粉体や顆粒などの固体が望ましいが、シート状、ペレット状、ペースト状などの固体でも使用可能である。粉体としては、粒径１０μm以上１０mm以下程度のものが使用可能であり、粒径１０μm以上３mm以下程度のもの、更には、粒径１０μm以上１００μm以下程度のものがより好ましい。また、シート状、ペレット状で用いる場合には、水を含む液体との反応性を高める観点で、表面粗し、多孔質処理などを施し、表面積を大きくし、水を含む液体との接触面積を多くすることが好ましい。

【００２４】

本実施形態では、固体の水素キャリアとして、平均粒径５０μmの水素化ホウ素ナトリウムの粉体を用いた。尚、固体の水素キャリアの平均粒径はこれに限られない。粉体の水素化ホウ素ナトリウムは、水と反応することで、水素を発生する。反応した水素化ホウ素ナトリウムは、副生成物である粉体のメタホウ酸ナトリウムへと変化する。この反応を化学式で表すと、以下の通りである。

20



【００２５】

この反応（化学式（１））は、ニッケル、コバルト、銅などの金属から作られるラネー触媒や、クエン酸、酢酸などの酸性溶液により促進されることが知られている。

30

【００２６】

〔水を含む液体〕

本実施形態でいう「水を含む液体」は、液体をかけることで水素キャリアと反応し、水素を発生する液体であれば、特に制限はない。即ち、水を含む液体は水単体であってもよい。また、水を含む液体は、２種類以上用意しても良い。水を含む液体を２種類以上用意することにより、水素の発生速度を調節することができる。

【００２７】

水を含む液体は、水溶性有機溶剤を含むことができる。例えば、アルコール類、ポリアルキレングリコール類、グリコールエーテル類、含窒素化合物類、含硫黄化合物類などを挙げることができる。これらの中から選択した２種類以上のものを混合して用いることもできる。水溶性有機溶剤を含むことで、表面張力の調節や、水を含む液体としての沸点・融点の調節を行い、水素キャリアとの反応を最適化することができる。

40

【００２８】

水を含む液体には、界面活性剤を添加することができる。界面活性剤を用いることで水を含む液体の表面張力を下げることができ、水素キャリアとの接触面積を増やし、効率的な反応を行うことができる。

【００２９】

水を含む液体には、水溶性の酸性物質を含むことができる。酸性物質は、水を含む液体と水素キャリアとの反応において、正触媒として働く。酸性物質を含む液体の量を調節することで、水素の発生スピードを調節することができる。特に、水を含む液体と水素キャ

50

リアで得られるpHを9.0未満にすることで、水素発生スピードを速くすることができる。例えば、塩酸、硫酸、硝酸、ホウ酸、有機酸等各種の酸が挙げられるが、これに限定されない。

【0030】

水を含む液体には、水溶性の塩基性物質を含むことができる。塩基性物質は、水を含む液体と水素キャリアとの反応において、負触媒として働く。塩基性物質を含む液体の量を調節することで、水素の発生スピードを調節することができる。特に、水を含む液体と水素キャリアで得られるpHを9.0以上にすることで、水素発生スピードを遅くすることができる。例えば、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、アンモニア水、等各種の塩基が挙げられるが、これに限定されない。

10

【0031】

水を含む液体には、緩衝液を含むことができる。緩衝液は、水を含む液体と水素キャリアとの反応において、pH変化を抑える働きをする。緩衝剤を含む液体の量を調節することで、水素の発生スピードを調節することができる。例えば、リン酸緩衝液、グリシン緩衝液、グッド緩衝液、トリス緩衝液、アンモニア緩衝液などの各種緩衝液が挙げられるが、これらに限定されない。

【0032】

水を含む液体には、上記成分以外にも必要に応じて、消泡剤、pH調整剤、粘度調整剤、防錆剤、防腐剤、防黴剤、酸化防止剤、還元防止剤など種々の添加剤を含有させてもよい。

20

【0033】

〔触媒〕

水素キャリアと混合して使用可能な触媒材料としては、白金Pt、ルテニウムRu、ロジウムRh、パラジウムPd、オスmiumOs、イリジウムIrなどの白金族や、コバルトCo、ニッケルNi、銅Cuなどの金属から作られるラネー触媒、フッ化処理した水素吸蔵合金などが採用できる。触媒は、表面積が大きくなるように形成されていることが望ましい。例えばγアルミナやαアルミナなどの多孔質材料や、カーボン粉体などに触媒材料が担持された構造となっても良い。水素キャリアと触媒材料との接触面積を増やすことで、水素の発生スピードを調節することができる。

【0034】

〔乾燥剤〕

水素キャリアは水を含む液体と反応して、水素を発生する。このため空気中の水分等、外部環境の水をも反応し、微量の水素が発生することがある。これは、エネルギー密度の低下をもたらす。また、予期しない水素が発生することにより水素キャリア収容ケース11の内圧上昇による装置の変形や破損、外部への水素漏れによる着火等、安全性への懸念もある。

【0035】

これを防止するため、乾燥剤を用いることができる。乾燥剤は水素キャリアに混合しても良い。水素キャリア収容ケース11の中に、空気や水蒸気を透過する袋に乾燥剤を入れたものを封入してもよい。また、水素キャリア収容ケース11に乾燥剤入りの袋を取り付けて、水素キャリアと混合しない状態にしても良い。乾燥剤としては、酸化カルシウム（生石灰）、塩化カルシウム、シリカゲル、モレキュラーシーブ、ポリアクリル酸、シリカアルミナゲル等が挙げられるが、乾燥に寄与するものであれば、例示した物質に限定されない。

40

【0036】

〔水を含む液体の温度〕

水を含む液体の温度については、0℃よりも高く、且つ、80℃以下の温度となることが好ましい。0℃以下であると、水を含む液体の一部が凍り、水を含む液体の成分の濃度に変化し、意図した水素の発生量を得られなく可能性がある。一方、80℃を超える温度になると、水を含む液体の蒸発が多くなるために、水を含む液体の成分の濃度に変化し、

50

意図した水素の発生量を得られなく可能性がある。

【0037】

水を含む液体の温度を管理することで、水素の発生速度を調節することができる。この際、水を含む液体の温度は、液体収容ケース21、又は、液体吐出装置22の内部又は外部に設置した、接触式、あるいは非接触式の温度計（不図示）などで測定することができる。また、水を含む液体の温度は、液体収容ケース21、又は、液体吐出装置22の内部又は外部の温度調整装置（加熱装置、冷却装置（不図示））を利用して調整することができる。また、自然放熱などによって温度を調整してもよい。

【0038】

〔水素キャリアに対する水を含む液体の量〕

本実施形態の水素発生装置1は、詳しくは後述するように、水素キャリアに対して、水を含む液体を付与する量を制御するようにしている。付与量の制御は中央制御装置（後述）にて行う。中央制御装置は、水素発生装置1が供給する燃料電池等の水素アプリケーションや、水素発生装置1の各装置から得られた信号を受信し、あらかじめ格納されたプログラムを元に付与量を制御するものである。

【0039】

例えば、水素キャリアとして、水素化ホウ素ナトリウムを用いた場合、水を含む液体と反応することで、水素を発生する。反応した水素化ホウ素ナトリウムは、メタホウ酸ナトリウムへと変化する。この反応の化学式は、上述の化学式（1）の通りである。

【0040】

化学式（1）に従い、水素化ホウ素ナトリウム1mol相当に対して、水2mol相当の水を含む液体を付与するように制御することが最も良い。エネルギー密度が最大になるためである。しかしながら、水素発生反応開始時等で、水素化ホウ素ナトリウムの反応率を上げる場合、水が多い方が反応は進むため、水2mol相当以上の水を含む液体を付与する場合がある。

【0041】

メタホウ酸ナトリウムは水和物で存在することも知られているため、水2mol相当以上の水を含む液体を付与した場合、メタホウ酸ナトリウムは水和物として反応後に残る。メタホウ酸ナトリウムは最大4水和物で存在するため、水6mol相当以下の水を含む液体を付与した場合は、メタホウ酸ナトリウム水和物が、反応後に残る。水6mol相当の水を含む液体を与えると、水が過剰になりメタホウ酸ナトリウム4水和物と水が反応後に残る。エネルギー密度の過剰な低下を避け、反応後の生成物回収量低減を考えると、水2mol相当以上、6mol相当以下の水を含む液体を付与することが好ましい。

【0042】

〔搬送ベルト〕

搬送部材としての搬送ベルト41は、無端状のベルトであり、固体の水素キャリアを搬送可能である。搬送ベルト41は、駆動ローラ42と従動ローラ43により張架されている。駆動ローラ42は固定され、従動ローラ43は不図示の付勢ばねの付勢力によって、搬送ベルトの表面側へ押し出すような力が加えられており、この力によってある一定の張力が搬送ベルト41に掛けられている。また、駆動ローラ42は、モータなどの駆動部41b（図2参照）に接続されており、駆動部41bにより駆動ローラ42が回転駆動されることで搬送ベルト41が図1の時計方向（矢印の方向）に周回移動する（即ち、回転する）。本実施形態では、搬送ベルト41を2つのローラで支持しているが、例えば、3つなどの複数のローラで支持する構成でも問題ない。

【0043】

何れにしても、搬送ベルト41は、2つのローラ（本実施形態では、駆動ローラ42及び従動ローラ43）により張架された張架面、即ち、上述の表面41aが略水平方向に配置される。また、この表面41aが上方に向く面となっており、搬送ベルト41の上方に配置された粉体塗布装置12、液体吐出装置22、水素回収装置31が表面41aと対向する。

10

20

30

40

50

【0044】

このような搬送ベルト41は、粉体塗布装置12から搬送ベルト41上に塗布された水素キャリアを、液体吐出装置22、水素回収装置31の順に、水素キャリアを回転方向の下流側へ搬送する働きをする機構を持つ。その後は、反応後の副生成物を更に下流側へ搬送し、副生成物回収装置61まで搬送する。また、搬送ベルト41の内側には、搬送ベルト41を内周面より加熱する加熱装置51を備えている。

【0045】

搬送ベルト41は、静電気を発生させない観点から、導電性が付与されていることが好ましく、金属製であっても樹脂製であっても良い。金属製であれば、アルミニウム、鉄、銅、Ni及びステンレス(SUS)などが使用可能である。また、樹脂製であれば、耐熱性の観点からガラス転移点が高い樹脂であることが好ましく、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルエーテルケトンといった高耐熱性、高耐久性を有するエンジニアリングプラスチックなどが好ましい。また、導電性を持たない樹脂の場合は、カーボンブラックなどの帯電防止剤を含有させ、導電性を付与することが好ましい。また、搬送ベルト41の厚みは、熱伝導性の観点から30 μ m以上200 μ m以下程度とすることが好ましい。本実施形態では、搬送ベルト41として、ポリイミドにカーボンを含有させることで導電性を付与した樹脂製の無端ベルトを使用している。

【0046】

搬送ベルト41の搬送速度(回転速度)は、使用される水素キャリアや水を含む液体の種類毎に設定された所定の速度となる。また、搬送速度は、必要な水素量によって適宜、調整可能とすることが好ましい。これにより、水素回収装置31で回収された水素量が予定量に達していない場合などは、水素回収装置31で回収された水素の流量を計測する流量センサ32(図2参照)などで計測された水素量に応じて、適宜搬送速度を調節するなどして、発生水素量を調整することができる。

【0047】

〔粉体塗布装置〕

粉体塗布装置12は、水素キャリア収容ケース11から水素キャリアの供給を受け、搬送ベルト41上に水素キャリアを塗布する装置である。搬送ベルト41上に塗布する水素キャリアの厚みとしては、50 μ m以上3mm以下程度であれば問題はないが、水を含む反応液との反応性を良くする上で、50 μ m以上500 μ m以下とすることが好ましい。

【0048】

また、水素キャリア補給容器としての水素キャリア収容ケース11は、粉体塗布装置12の収容部に補給するための水素キャリア(補給用の水素キャリア)が収容されている。この水素キャリア収容ケース11は、粉体塗布装置12に対して着脱可能となっている。即ち、水素キャリア収容ケース11は、交換可能である。

【0049】

〔液体吐出装置〕

液体吐出装置(第1の液体付与装置)22は、水を含む液体を収容する液体収容ケース21から水を含む液体の供給を受け、搬送ベルト41上の水素キャリアに水を含む液体を付与する液体付与装置である。液体吐出装置22は、水素キャリアの量に対して、水を含む液体の量を調節することが可能である。液体吐出装置22は、搬送ベルト41に対して非接触で液体を吐出するものが好ましい。

【0050】

非接触式の液体吐出装置22としては、スプレー方式、ディスペンサ方式、インクジェット方式など、後述するように、水素キャリアに対し、水を含む液体を液滴状に付与できるものであれば、特に問題はない。水素キャリアに吐出する液体を液滴状にすることで、水素キャリアと液体の接触面積が増加するため、反応速度を上げることができる。また、広い面積に水を含む液体を、非常に薄く付与することができるため、水素発生時の泡の発生を抑制することができる。

【0051】

非接触式の液体吐出装置 22 においては、水素キャリアに対して、水を含む液体の量を調節することが可能である。例えば、水を含む液体を付与する時に使用するノズルの径や数、液体へかける圧力を調節することで、付与量の調整が可能である。電気的な制御部を有する装置であれば、水を含む液体の流路を開閉することで、付与量の調整が可能である。付与量は、水素発生量に基づく情報や、外部からの入力により、制御することができる。

【0052】

非接触式の液体吐出装置と組み合わせて、接触式の液体付与装置を用いても良い。接触式の液体付与装置としては、グラビアオフセットローラ、バーコータ、ダイコータ、ブレードコータ、ナイフコータを挙げることができる。接触式の液体付与装置であれば、ローラの種類、水素キャリアを載せるベルトへの当接圧、ブレードとローラの当接圧などを調節することで、液体の付与量の調整が可能である。

【0053】

また、液体補給容器としての液体収容ケース 21 は、液体吐出装置 22 に補給するための水を含む液体が収容されている。この液体収容ケース 21 は、液体吐出装置 22 に対して着脱可能となっている。即ち、液体収容ケース 21 は、交換可能である。

【0054】

〔水素回収装置〕

水素回収装置 31 は、水素キャリアと水を含む液体との反応で生じた水素を集めるためのものである。図 1 に示すように、排気装置という所のキャノピー構造となっても良いし、水素発生装置 1 の上部外壁がスロープ状になり最も高い位置に排出口があるようなものでも良い。水素発生装置 1 内部で生じた水素が集まる構造となっていれば特に問題はない。本実施形態の水素回収装置 31 は、搬送ベルト 41 の上方に配置され、搬送ベルト 41 上で発生した水素を集める収集部 31a と、収集部 31a で集めた水素を吸引する吸引ファン 31b とを有する。吸引ファン 31b により吸引された水素は、配管 31c を通って燃料電池などの供給先に供給される。

【0055】

水素の供給先の 1 つである燃料電池においては、乾燥した水素が求められる。しかしながら、回収した気体の中には、水素だけでなく、水蒸気や反応で生じるアルカリ性物質が気化したものが混じることがある。このため、配管 31c などの水素の流路に、水の入ったフィルタやシリカゲルの入ったフィルタまたは、冷却装置を伴うスチームトラップなど気体の水素以外の物質を取り除く機構を設けることが好ましい。

【0056】

〔副生成物回収装置〕

固体生成物回収装置としての副生成物回収装置 61 は、搬送ベルト 41 上の副生成物を搬送ベルト 41 から取り除き、副生成物（固体生成物）を副生成物回収ケース 62 に送る働きをする。副生成物は、例えば、水素キャリアが水素化ホウ素ナトリウムである場合、メタホウ酸ナトリウムとなる。副生成物回収装置 61 は、搬送ベルト 41 に接触する回収ブレード 61a と、回収ブレード 61a を保持するブレード保持部材（図示省略）を備える。

【0057】

回収ブレード 61a は、搬送ベルト 41 を張架するローラ、本実施形態では駆動ローラ 42 により張架された搬送ベルト 41 の外周面に当接することが好ましい。また、回収ブレード 61a は、搬送ベルト 41 の鉛直方向下面や水平方向の側面など、表面 41a を除く面に当接させることが好ましい。また、副生成物回収ケース 62 は、回収ブレード 61a よりも鉛直方向下方に配置することが好ましい。これにより、回収ブレード 61a により回収した副生成物を重力により落下させ、副生成物回収ケース 62 により回収することができる。

【0058】

回収ブレード 61a としては、特に材質などに制限はないが、複写機などの中間転写ペ

10

20

30

40

50

ルトクリーニングで使用するゴム製のゴムブレードが挙げられる。これは、シリコンゴム、ウレタンゴムなどのゴム製で角部を有する板状に成型されたもので、搬送ベルト41の移動方向に対し、逆方向に角部が接触するように取り付けすることで、搬送ベルト41上の副生成物を取り除く。また、回収ブレード61aは、いわゆるスクレーパと呼ばれるヘラ状の形態をしている金属製もしくは、ガラス製のものをを用いても問題ない。

【0059】

ブレード保持部材は、回収ブレード61aを支え、かつ、ブレード保持部材の撓みを利用し、回収ブレード61aに一定の圧力を掛ける働きをしているものである。材質に特に制限はないが、圧力を掛けるので金属製であることが望ましい。

【0060】

また、回収容器としての副生成物回収ケース62は、回収ブレード61aにより搬送ベルト41から回収された副生成物を回収するためのケースである。この副生成物回収ケース62は、副生成物回収装置61に対して着脱可能となっている。即ち、副生成物回収ケース62は、交換可能である。

【0061】

〔加熱装置〕

加熱装置51は、搬送ベルト41を内周面側から加熱することで、水素キャリアと水を含む液体との反応を促進させ、かつ安定して水素を発生させる働きを持つ。これにより、水素キャリアの加水分解反応の際に、触媒などの反応促進剤を用いることなく、安定して水素を取り出すことが可能となる。

【0062】

また、加熱装置51により搬送ベルト41を加熱する方式は、水素キャリアを加熱する、水を含む液体を加熱するといった方式に比べ、加熱する範囲と加熱するタイミングが水素キャリアと水を含む液体との反応時に限って行うことが可能なため、加熱に伴うエネルギー効率が高い方式である。

【0063】

加熱装置51は、フィルムやベルトを介して、搬送ベルト41を加熱するものでも、ヒータの熱を直接、搬送ベルト41に伝えるものでも、搬送ベルト41が金属製であれば、誘導加熱方式のヒータを用いたものでもよい。あくまで搬送ベルト41に対し、素早く熱を伝え、搬送ベルト41を加熱できるものであれば特に制限はない。また、搬送ベルト41の外周面側にヒータを備え、直接、水素キャリアと水を含む液体に対し、加熱する構成でも問題ない。但し、外周面側から加熱する構成の場合は、水素がヒータに接触することは、安全性の観点からさけるべきなので、加熱用フィルム等を介して、加熱する構成が好ましい。

【0064】

〔中央制御装置〕

図2は、本実施形態の水素発生装置1のシステムを示すブロック図である。中央制御装置101は、制御部112、RAM(Random Access Memory)111、プログラムを格納するストレージ113、通信インターフェース、信号送信部114、信号受信部115からなる。制御部112は、CPU(Central Processing Unit)若しくはCPUに加えてROM(Read Only Memory)からなり、ストレージ113に保持されたプログラムを実行することで水素発生装置1全体に制御命令を発信する。

【0065】

RAM111は、制御部112の作業用メインメモリである。ストレージ113は、制御プログラムなどを保存する記憶領域であり、制御部112は制御プログラムや一時保存された時系列データ、ログ情報などをRAM111およびストレージ113から読み出すことで処理を行う。

【0066】

制御部112は、水素発生装置1が供給する燃料電池などの水素アプリケーション、若

10

20

30

40

50

しくは燃料電池を利用するFCV（Fuel Cell Vehicle）などの燃料電池アプリケーションなどの外部アプリケーション102からの情報が入力される。また、制御部112は、水素発生装置1のエンジン部103の情報を、信号受信部115を介して受信する。エンジン部103の情報としては、水素回収装置31設けられた流量センサ32により検知された水素量、水素キャリア収容ケース11、粉体塗布装置12及び液体吐出装置22に備えられた残量検知センサ11a、12a、22aの情報などが挙げられる。

【0067】

残量検知センサ11aは、水素キャリア収容ケース11に設けられ、水素キャリア収容ケース11内の水素キャリアの残量を検知するセンサである。残量検知センサ12aは、粉体塗布装置12に設けられ、粉体塗布装置12内の水素キャリアの残量を検知するセンサである。残量検知センサ22aは、液体吐出装置22に設けられ、液体吐出装置22内の水を含む液体の残量を検知するセンサである。

10

【0068】

更に制御部112は、水素キャリア収容ケース11への補給信号、粉体塗布装置12や液体吐出装置22の駆動信号、搬送ベルト41への駆動信号などを、あらかじめプログラムされた制御情報によって生成された信号として信号送信部114を介して送信する。

【0069】

水素キャリア収容ケース11は、粉体塗布装置12に水素キャリアを補給するための駆動部11bを有する。粉体塗布装置12は、搬送ベルト41上に水素キャリアを塗布するための駆動部12bを有する。液体吐出装置22は、搬送ベルト41上の水素キャリアに液体を吐出するための駆動部22bを有する。また、搬送ベルト41は、上述したように駆動部41bにより駆動される。制御部112は、これら駆動部11b、12b、22b、41bの駆動を制御する。

20

【0070】

具体的には、水素キャリア収容ケース11の駆動部11bは、例えば、水素キャリア収容ケース11と粉体塗布装置12との接続部に設けられたシャッタを駆動するモータやソレノイドである。制御部112は、例えば、駆動部11bを駆動してシャッタを開閉することで、水素キャリア収容ケース11から粉体塗布装置12への水素キャリアの補給動作及び停止を行う。

30

【0071】

粉体塗布装置12の駆動部12bは、例えば、水素キャリアを搬送ベルト41上に塗布するためのローラを駆動するモータである。制御部112は、駆動部12bを駆動してローラの駆動を制御することで、粉体塗布装置12から搬送ベルト41の表面41aへの水素キャリアの塗布動作及び停止を行う。

【0072】

液体吐出装置22の駆動部22bは、例えば、液体を搬送ベルト41上に吐出するためのもので、その方式により駆動構成は異なる。制御部112は、駆動部22bの駆動を制御することで、液体吐出装置22から搬送ベルト41の表面41aへの液体の吐出動作及び停止を行う。また、制御部112は、液体吐出装置22が水素キャリアに対して付与する液体の量を制御する。

40

【0073】

搬送ベルト41の駆動部41bは、上述したように、例えばモータである。制御部112は、駆動部41bの駆動を制御することで、搬送ベルト41の駆動及び停止、更には、駆動速度の制御を行う。

【0074】

〔液体吐出装置の詳細構成〕

次に、液体吐出装置22の詳細構成について、図3（a）ないし図5を用いて説明する。ここで、水素の製造方法として、水素化ホウ素ナトリウムを水に溶解して使用する場合がある。しかしながら、この方法の場合、理論上反応式が示す水の量より多量の水が必要

50

になるため、実質の体積エネルギー密度が低下してしまう問題がある。また、水溶液として保存している間に少量ずつ水素が発生することは避けられず、ここでもまた、体積エネルギー密度が低下してしまう。このため、体積エネルギー密度の低下を抑制しつつ水素を発生させることが可能な水素発生装置が望まれている。

【0075】

このために本実施形態では、固体の水素キャリアを用い、上述したように、液体吐出装置22は、水を含む液体を液滴状に吐出するようにしている。具体的には、液体吐出装置22として、インクジェットプリンタなどに用いられるインクジェット方式を用いている。なお、以下では、液体吐出装置22としてインクジェットヘッドを用いた場合について説明するが、これはインクジェットヘッドに実際に用いられるものでなくても、同様の構成を有するものを含むこととする。即ち、必ずしもインクジェットプリンタのために製造されたものでなくても、同様の構成を有するものも、以下で説明するインクジェットヘッドに含むものとする。

10

【0076】

液体吐出装置22としてインクジェットヘッドを用いることにより、水素キャリアに対して水を含む液体を、微小な液滴で付与することができる。その結果、同量の液体を付与する場合、他の方式と比較し、水素キャリアと水を含む液体の接触面積が増加するため、反応速度を上げることができ、体積エネルギー密度の低下を抑制しつつ水素を発生させることが可能となる。また、水を含む液体を液滴状に吐出することで、水を含む液体の量を非常に正確に制御できるため、水素を必要な時に必要な量だけ発生させることができる。

20

【0077】

更に、水を含む液体を液滴状に吐出することで、広い面積に水を含む液体を、非常に薄く付与することができるため、水素発生時の泡の発生を抑制することができる。泡が発生すると、水素を回収する経路などに泡が到達して、コンタミネーション、即ち、回収した水素に不純物が混入する可能性がある。また、泡により水素の出口が塞がれる可能性がある。更に、装置内が泡で満たされると、泡が装置に付着してしまう。泡が装置に付着すると、例えば、次に水素を発生させる工程で、泡が水素キャリアの塗布や水を含む液体の吐出を阻害する可能性がある。

【0078】

水を含む液体は、インクジェットヘッドに2種類以上搭載することもできる。尚、水を含む液体を、水素発生装置1に設けた液体貯留部（不図示）からチューブ等を介してインクジェットヘッドに供給する構成であってもよい。インクジェット方式を用いることにより、2種類以上の液体の付与の比率や量を正確に制御できる。それにより、水素キャリアに与える水を含む液体の、総和としての組成を変化させることができるため、水素の発生を促進することも抑制することもできる。

30

【0079】

インクジェットヘッドは、サーマル方式のヘッド、ピエゾ方式のヘッドのどちらを選ぶこともできる。サーマル方式のヘッド220は、図3(a)に示すように、水を含む液体が充填された流路221にヒータ222を配置し、ヒータ222の加熱により気泡223を発生させることで液体224を吐出する。即ち、サーマル方式のヘッド220は、液体を吐出する吐出素子としてヒータ（伝熱変換素子）222を記録素子基板に搭載している。そして、ヒータ222の発熱により気泡223を発生させて、ノズル225から液体224を吐出する。

40

【0080】

ピエゾ方式のヘッド220Aは、図3(b)に示すように、水を含む液体が充填された流路221Aにピエゾ素子222Aを配置し、ピエゾ素子222Aに電圧を加えることで液体224を吐出する。即ち、ピエゾ方式のヘッド220Aは、液体を吐出する吐出素子としてピエゾ素子（圧電素子）222Aを記録素子基板に搭載し、図3(b)の実線と破線で誇張して示すように、ピエゾ素子222Aの振動により圧力を発生させて、ノズル225Aから液体224を吐出する。

50

【0081】

何れの方式のヘッドについても、液体を液滴状に吐出するノズル225、225Aを有する。このため、上述のように、水素キャリアと水を含む液体の接触面積を増加させて反応速度を上げることができ、体積エネルギー密度の低下を抑制しつつ水素を発生させることが可能となる。また、サーマル方式のヘッドは、アクチュエータ部分が小さいため、装置の小型化が可能である。ピエゾ方式のヘッドは、アクチュエータ部分の変位量制御により、水を含む液体の液滴の大きさ制御が可能であるため、水素の発生速度を変化させることが可能である。

【0082】

また、インクジェットヘッドは、図4に示すライン型インクジェットヘッド23、図5に示すシリアル型インクジェットヘッド24のどちらを選ぶこともできる。ライン型インクジェットヘッド23は、液体を吐出する記録素子基板が筐体ユニット23aに複数搭載され、移動を伴わず対象物の幅方向全域に液体を吐出する。シリアル型インクジェットヘッド24は、液体を吐出する記録素子基板を備えた筐体ユニット24aが、キャリッジ（不図示）に搭載され、対象物に対して幅方向に走査しながら液体を吐出する。本実施形態の場合、「幅方向」は、搬送ベルト41の回転方向に交差する（本実施形態では直交する）搬送ベルト41の幅方向である。ライン型インクジェットヘッド23を用いることにより、キャリッジ機構が不要になるため高速での水素発生が可能である。シリアル型インクジェットヘッド24を用いることにより、装置の小型化が可能である。

【0083】

ライン型インクジェットヘッド23は、水を含む液体をライン型インクジェットヘッド23に供給する供給路が、図1における液体収容ケース21と接続される。ライン型インクジェットヘッド23は、水を含む液体を1種類だけ付与することも可能である。また、複数種の水を含む液体を付与する場合は、液体収容ケース21に複数種の水を含む液体が混合しないよう隔壁を設け、ライン型インクジェットヘッド23への液体供給路も水を含む液体が混合しないよう複数用意すればよい。そして、ライン型インクジェットヘッド23中のノズルでも混合しないような流路を設けておけば、複数種の水を含む液体を任意の付与量で、付与することも可能である。また、複数種の水を含む液体を付与する場合は、液体収容ケース21を複数個設け、ライン型インクジェットヘッド23を複数個設けて、複数種の水を含む液体を任意の付与量で、付与することも可能である。

【0084】

また、ライン型インクジェットヘッド23は、電力及び吐出制御信号を伝送する電気制御部が電氣的に接続される。ライン型インクジェットヘッド23への電気信号経路については、図2に示す液体吐出装置22への電気信号経路と同様である。

【0085】

シリアル型インクジェットヘッド24は、水を含む液体をシリアル型インクジェットヘッド24に供給する供給路が、図1における液体収容ケース21に接続される。シリアル型インクジェットヘッド24は、水を含む液体を1種類だけ付与することも可能である。また、複数種の水を含む液体を付与する場合は、液体収容ケース21に複数種の水を含む液体が混合しないよう隔壁を設け、シリアル型インクジェットヘッド24への液体供給路も水を含む液体が混合しないよう複数用意すればよい。そして、シリアル型インクジェットヘッド24中のノズルでも混合しないような流路を設けておけば、複数種の水を含む液体を任意の付与量で、付与することも可能である。

【0086】

シリアル型インクジェットヘッド24は、インクジェットプリンタで使用される所謂インクタンクを液体収容ケース21として用い、複数のインクタンクへ複数種の水を含む液体を入れて使用し、付与することも可能である。

【0087】

また、シリアル型インクジェットヘッド24は、電力及び吐出制御信号を伝送する電気制御部が電氣的に接続される。シリアル型インクジェットヘッド24への電気信号経路に

ついては、図 2 に示す液体吐出装置への電気信号経路と同様である。

【0088】

本実施形態では、液体吐出装置 22 は、100 p l（ピコリットル）以下の体積で、水を含む液体を液滴状に水素キャリアに吐出することが好ましい。また、液体吐出装置 22 が吐出する液体は、20 p l 以下とすることが好ましい。吐出液体を 100 p l 以下とすることで、水素キャリアと水を含む液体の接触面積が増加するため、反応速度を上げることができる。また、広い面積に水を含む液体を、非常に薄く付与することができるため、水素発生時の泡の発生を抑制することができる。

【0089】

本実施形態では、上述の液体吐出装置 22 により水素化ホウ素ナトリウム 1 m o l 相当に対して、水 2 m o l 相当を付与することにより、水素化ホウ素ナトリウムが過不足なく反応し、最も効率よく水素を回収することが可能である。したがって、水素化ホウ素ナトリウムに対して、液体吐出装置 22 により付与する水の量のモル比が 1 : 2 程度となることが望ましい。

【0090】

水素化ホウ素ナトリウムの量は、粉体塗布装置 12 からの供給量と、搬送ベルト 41 の搬送スピードによって変化させることができる。供給量と搬送スピードから、液体吐出装置 22 部分に到達した水素化ホウ素ナトリウム量を算出して、水を含む液体の量を制御した。なお、ディスペンサから水素化ホウ素ナトリウムに対して付与する液体は水（純水）に限られず、水溶性の酸性物質や水溶性の塩基性物質を溶解した水溶液であってもよく、また、水溶性の有機溶剤を溶解した水溶液、また p H を一定の値付近に安定させる緩衝溶液であってもよい。

【0091】

このような本実施形態の場合、液体吐出装置 22 により水を含む液体を水素キャリアに対して液滴状に吐出するため、水素キャリアと水を含む液体の接触面積が増加するため、反応速度を上げることができ、搬送ベルト 41 上で水素キャリアと水を含む液体の反応を促進させ易い。

【0092】

液体吐出装置 22 としてインクジェットのヘッドを用いることで、数 p l の小さな液滴を水素キャリアに付与することができるため、水素キャリアと水を含む液体との接触面積が増え反応を素早く起こすことができる。また、搬送ベルト 41 上の水素キャリアが存在する場所のみに、水を含む液体を付与することができるため、無駄な水が必要なく、エネルギー密度の低下を抑制できる。さらに、オン・オフ制御が容易なため、水素が必要な時のみ水を付与し、水素を素早く得ることができる。

【0093】

なお、液体吐出装置 22 から水素化ホウ素ナトリウムに対して付与する液体は水（純水）に限られず、水溶性の酸性物質や水溶性の塩基性物質を溶解した水溶液であってもよく、また、水溶性の有機溶剤を溶解した水溶液であってもよい。また p H を一定の値付近に安定させる緩衝溶液であってもよい。

【0094】

また、上述の説明では、液体吐出装置 22 としてインクジェットヘッドを用いた場合について説明したが、ディスペンサなど他の構成であっても良い。

【0095】

＜第 2 の実施形態＞

第 2 の実施形態について、図 6 を用いて説明する。本実施形態の水素発生装置 1 A は、液体吐出装置（第 1 の液体付与装置）22 に加えて、水を含む液体を搬送ベルト 41 に供給可能な液体付与装置（第 2 の液体付与装置）26 を、搬送ベルト 41 の回転方向に関して粉体塗布装置 12 の上流側に設置している点が第 1 の実施形態と異なる。その他の構成及び作用は、上述の第 1 の実施形態と同様であるため、同様の構成には同一の符号を付して説明及び図示を省略又は簡略にし、以下、第 1 の実施形態と異なる点を中心に説明する

。

【0096】

液体付与装置26は、グラビアオフセットローラを用いた。グラビアオフセットローラは、ゴムローラであり、オフセット印刷や、グラビア印刷で使用するものである。液体付与装置26は、上述のように、搬送ベルト41の回転方向に関して粉体塗布装置12の上流側に設置されている。特に、液体付与装置26は、搬送ベルト41の外周面のうち従動ローラ43に張架された部分に水を含む液体を供給するように配置されている。制御部112は、液体付与装置26が水素キャリアに対して付与する液体の量を制御する。

【0097】

これにより、粉体が塗布される前に水を含む液体を搬送ベルト41へ塗布することができる。粉体塗布装置12の前に、液体付与装置26を設けることで、搬送ベルト41の帯電を防止することができる。その結果、装置内への水素キャリア粉体の飛散防止や、水素回収装置31への水素キャリア粉体の混入を防止することができる。なお、グラビアオフセットローラによりあらかじめ付与する水の量は少ないほど望ましい。

10

【0098】

水を含む液体の量は、液体付与装置26で付与した量と、液体吐出装置22で付与した量を合算する。第1実施形態と同様の反応を実施するため、水素化ホウ素ナトリウム1mol相当に対して、水を含む液体2mol相当を付与することにより、水素化ホウ素ナトリウムが過不足なく反応し、最も効率よく水素を回収することが可能である。したがって、水素化ホウ素ナトリウムに対して付与する水の量のモル比が1：2程度となることが望ましい。なお、液体吐出装置22及び液体付与装置26から水素化ホウ素ナトリウムに対して付与する液体は水（純水）に限られず、水溶性の酸性物質や水溶性の塩基性物質を溶解した水溶液であってもよく、また、水溶性の有機溶剤を溶解した水溶液であってもよい。またpHを一定の値付近に安定させる緩衝溶液であってもよい。

20

【0099】

<第3の実施形態>

第3の実施形態について、図7を用いて説明する。本実施形態の水素発生装置1Bは、液体吐出装置22に温度調整装置25を設けている点が第1の実施形態と異なる。その他の構成及び作用は、上述の第1の実施形態と同様であるため、同様の構成には同一の符号を付して説明及び図示を省略又は簡略にし、以下、第1の実施形態と異なる点を中心に説明する。

30

【0100】

本実施形態では、液体吐出装置22の外部に温度調整装置25を設置した。温度調整装置25は、セラミックヒータとしている。また、温度調整装置25の内部には、温度計を設けている。制御部112（図2参照）は、温度計の検知信号に基づいて温度調整装置25を制御して、液体吐出装置22の内部の液体の温度を所定の温度範囲に調整している。所定の温度範囲は、0℃よりも高く、且つ、80℃以下の範囲である。

【0101】

なお、温度調整装置25は、ヒータとクーラを組み合わせたものでも良く、これらをPID制御することで液体吐出装置22の内部の液体の温度を所定の温度範囲に調節しても良い。また、温度調整装置25は、液体吐出装置22の内部に設置しても良い。更には、温度調整装置25を液体収容ケース21の内部または外部に設置しても良い。更に、温度調整のための温度計は、液体吐出装置22の内部又は外部に設置しても良い。

40

【0102】

本実施形態では、液体吐出装置22の内部の液体を温度調整装置25により所定の温度範囲に調整するため、加熱した水を含む液体を水素キャリアに付与することが可能となる。このため、水素キャリアと水を含む液体との反応速度を上げ、水素発生を素早く起こすことができる。このため、水素が必要な時に、水素を素早く得ることができる。また、水素化ホウ素ナトリウムと水との反応は発熱反応であるため、水素発生をすると、水素発生装置1における搬送ベルト41は加熱される。この際、水を含む液体の温度を制御するこ

50

とで、所望の水素発生速度を得ることができる。

【0103】

＜第4の実施形態＞

第4の実施形態について、図1及び図5を参照して説明する。本実施形態の場合、液体吐出装置22は、pHが異なる2種類以上の水を含む液体を吐出可能としている。その他の構成及び作用は、上述の第1の実施形態と同様であるため、同様の構成には同一の符号を付して説明及び図示を省略又は簡略にし、以下、第1の実施形態と異なる点を中心に説明する。

【0104】

上述の第1～第3の実施形態では、主として、水素キャリアに付与する液体の付与量により反応を制御していた。これに対し本実施形態では、付与する液体のpHを変化させることで所望の反応速度での水素獲得を可能としている。このために本実施形態では、液体吐出装置22として、図5で説明したシリアル型インクジェットヘッド24を使用することが好ましい。液体収容ケース21へは、2種の水を含む液体が混合しないよう隔壁を設け、第1の実施形態で用いた水と、クエン酸30%水溶液を液体収容ケース21へ混合しないように入れる。

【0105】

また、液体収容ケース21からシリアル型インクジェットヘッド24への液体供給路も2本用意し、シリアル型インクジェットヘッド24中のノズルでも混合しないような流路を設ける。これにより、2種の液体を任意の付与量で付与することを可能にしている。

【0106】

クエン酸水溶液のみを水素キャリアに付与することで、水素キャリアとの反応速度を上げることができるため、水素発生を素早く起こすことができる。また、水素が発生し始めた後、水を含む液体とクエン酸水溶液の付与の割合を制御することで、所望の水素発生速度を得ることができる。水とクエン酸水溶液の2種の液体を任意に付与する制御は、水のみを付与、水とクエン酸水溶液を付与、クエン酸水溶液のみを付与の何れかである。

【0107】

また、上記の構成に追加し、水酸化ナトリウム5%水溶液を更に用意し、付与可能としても良い。水酸化ナトリウム水溶液のみを水素キャリアに付与することで、水素キャリアとの反応速度を下げるため、水素発生速度を遅くする、あるいは止めることができる。これにより、所望の水素発生速度を得ることができる。水、クエン酸水溶液、水酸化ナトリウム水溶液の3種の液体を任意に付与する制御は、水のみを付与、水とクエン酸水溶液を付与、クエン酸水溶液のみを付与、水＋水酸化ナトリウム水溶液を付与、水酸化ナトリウム水溶液のみを付与の何れかである。

【0108】

更に、上記の構成において、水の代わりに、pH=6.5の100mMリン酸緩衝液を用いることもできる。水の場合では、二酸化炭素濃度など外部環境により水のpH変化が生じる場合があるが、緩衝液を用い、pHを安定させることで、所望の水素発生速度を得ることができる。

【符号の説明】

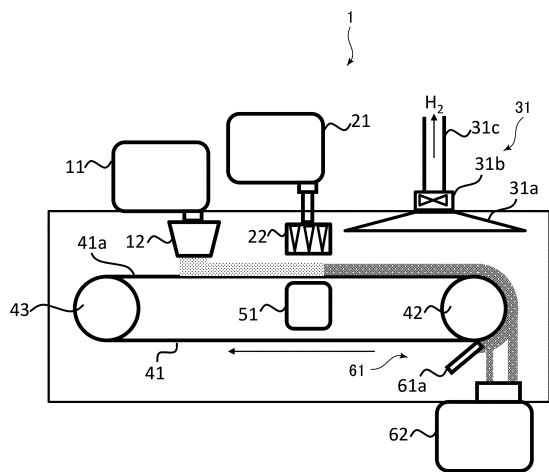
【0109】

- 1、1A、1B・・・水素発生装置
- 12・・・粉体塗布装置（塗布装置）
- 22・・・液体吐出装置（第1の液体付与装置）
- 23・・・ライン型インクジェットヘッド
- 24・・・シリアル型インクジェットヘッド
- 25・・・温度調整装置
- 26・・・液体付与装置（第2の液体付与装置）
- 31・・・水素回収装置
- 41・・・搬送ベルト（搬送部材）

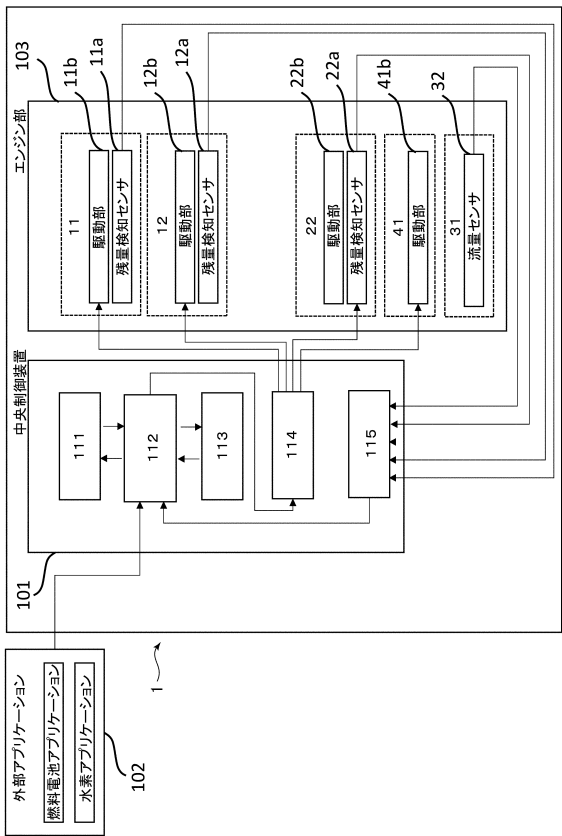
- 4 1 a . . . 表面
- 6 1 . . . 副生成物回収装置（固体生成物回収装置）
- 1 1 2 . . . 制御部
- 2 2 0、2 2 0 A . . . ヘッド
- 2 2 1 . . . 流路
- 2 2 2 . . . ヒータ
- 2 2 2 A . . . ピエゾ素子
- 2 2 3 . . . 気泡
- 2 2 4 . . . 液体
- 2 2 5、2 2 5 A . . . ノズル

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

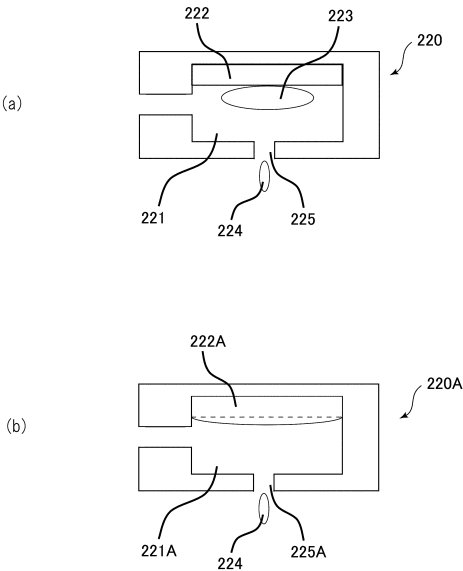
20

30

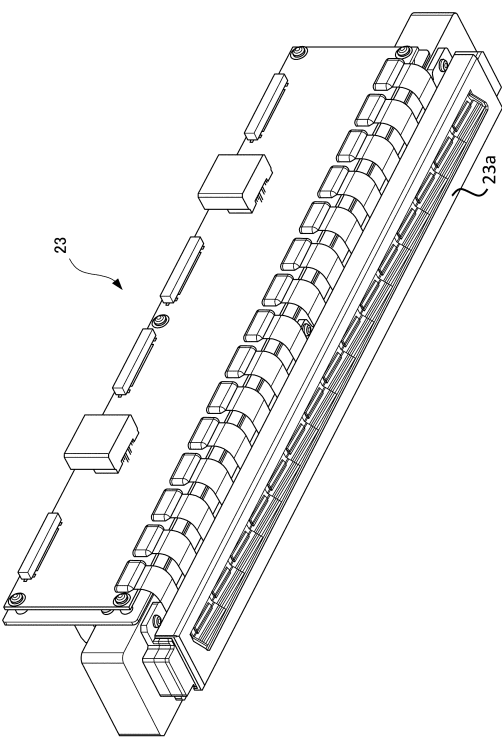
40

50

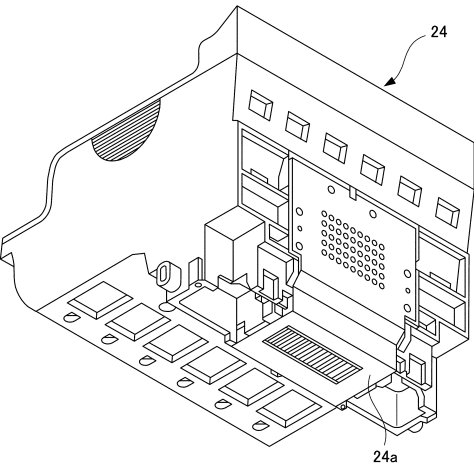
【図 3】



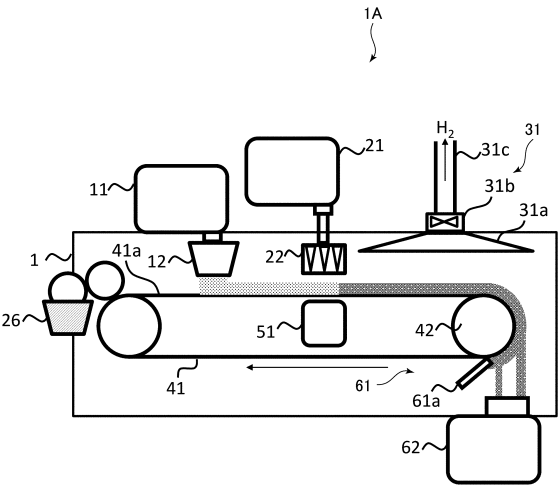
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

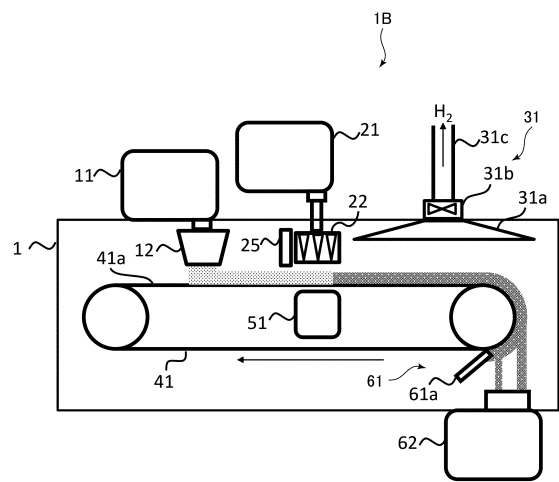
20

30

40

50

【図 7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(72)発明者 津田 俊介
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(72)発明者 宇都宮 健二
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
Fターム(参考) 5H127 AB04 BA02 BA16 DC83 DC84 EE12