

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4000593号
(P4000593)

(45) 発行日 平成19年10月31日(2007.10.31)

(24) 登録日 平成19年8月24日(2007.8.24)

(51) Int. Cl.	F I
CO2F 3/10 (2006.01)	CO2F 3/10 ZABZ
C12N 11/02 (2006.01)	C12N 11/02

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2002-253252 (P2002-253252)	(73) 特許権者	000005452
(22) 出願日	平成14年8月30日(2002.8.30)		株式会社日立プラントテクノロジー
(65) 公開番号	特開2004-89826 (P2004-89826A)		東京都豊島区東池袋四丁目5番2号
(43) 公開日	平成16年3月25日(2004.3.25)	(74) 代理人	100083116
審査請求日	平成16年9月10日(2004.9.10)		弁理士 松浦 憲三
		(72) 発明者	小笠原 多佳子
			東京都千代田区内神田1丁目1番14号
			日立プラント建設株式会社内
		(72) 発明者	角野 立夫
			東京都千代田区内神田1丁目1番14号
			日立プラント建設株式会社内
		審査官	柳引 明佳
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固定化微生物担体及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

微生物を包括固定又は付着固定する担体であって、該担体が、球体を所定の比率で切断して形成された形状であると共に、前記担体の平面部分に近い担体部分と曲面部分に近い担体部分において比重差が設けられていることを特徴とする固定化微生物担体。

【請求項2】

前記平面部分には単一又は複数の凹部が形成されていることを特徴とする請求項1の固定化微生物担体。

【請求項3】

微生物を包括固定又は付着固定する担体であって、該担体が、球体を所定の比率で切断して形成された第1の担体の曲面部分に、前記球体よりも小さい球体を所定の比率で切断して形成された第2の担体の平面部分を重ねた形状であると共に、前記第1の担体と第2の担体との間に比重差が設けられていることを特徴とする固定化微生物担体。

【請求項4】

微生物を包括固定又は付着固定する担体であって、該担体が、球体を所定の比率で切断して形成された第3の担体の平面部分に、円柱形状の第4の担体の一方の平面部分を重ねた形状であると共に、前記第4の担体の他方の平面部分に近い担体部分と前記第3の担体の曲面部分に近い担体部分において比重差が設けられていることを特徴とする固定化微生物担体。

【請求項5】

10

20

請求項 1～4 の何れか 1 の形状の固定化微生物担体を成形するように作られた型枠内の底部に予め比重調整剤を投入しておき、その型枠内に固定化材料を投入して重合することを特徴とする固定化微生物担体の製造方法。

【請求項 6】

前記固定化材料に微生物を混在させることを特徴とする請求項 5 の固定化微生物担体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固定化微生物担体及びその製造方法に係り、特に河川や湖沼等の水域の窒素、BOD 成分、及び藍藻類を生物学的に処理するための固定化微生物担体及びその製造方法に関する。

10

【0002】

【従来技術】

地球環境規模で水質汚濁防止策が問われている昨今、河川や湖沼等の水域の窒素、BOD 成分（有機物）、及び藍藻類（アオコ）等の浮遊性物質を処理する方法について、物理化学的処理法、生物学的処理法、物理化学的処理と生物学的処理を組み合わせた方法など様々な手法が検討されている。従来、生物学的な反応装置としては、その適用対象により固定床式と流動床式の反応装置に分かれる。例えば、被処理水処理や下水処理の場合には、曝気又は攪拌等によって固定化微生物担体を処理槽内で流動させながら被処理水と固定化微生物担体とを接触させて処理する流動床式の反応装置が主として使用される。一方、海洋、湖沼、河川等の水域を処理する場合には、固定化微生物担体を密に充填して形成した固定床と被処理水とを接触させて処理する固定床式の反応装置が主として使用される。これらの装置は、固定床内又は流動床内に被処理水を取り込んで固定化微生物担体に接触させることにより生物学的に処理し、処理水を装置外に放流するものであり、固定化微生物担体は被処理水との接触効率が大きくなるように、比表面積の大きな形状、例えば立方体、球形等の形状にするのが一般的である。

20

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の固定化微生物担体は、担体サイズが 10 mm 以下の例えば 3 mm 程度のサイズ条件で流動床式の反応装置に適用した場合には優れた性能を発揮するが、担体サイズが 10 mm を超えるサイズ条件で、しかも固定床式の反応装置に適用した場合には、固定床を形成する固定化微生物担体同士の間空隙部を保持しにくく、被処理水との接触効率が低下して処理性能の悪化を招く問題がある。

30

【0004】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、担体サイズを大きくでき、しかも流動床式や固定床式の生物学的反応装置に関係なく高い処理性能を発揮することのできる固定化微生物担体及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

40

本発明の請求項 1 は前記目的を達成するために、微生物を包括固定又は付着固定する担体であって、該担体が、球体を所定の比率で切断して形成された形状であると共に、前記担体の平面部分に近い担体部分と曲面部分に近い担体部分において比重差が設けられていることを特徴とする。ここで微生物とは、分離された純粋な微生物に限らず、下水処理場の活性汚泥、湖沼、河川や海の底泥、土壌などの各種の微生物を含むものとする。

【0006】

本発明の請求項 1 によれば、固定化微生物担体が、球体を所定の比率で切断して形成された形状であるので、担体の平面部分と別の担体の曲面部分が接触した部分には、大きな空隙部が形成される。また、担体を被処理水中に複数投入したときに、全ての担体の前記平面部分が同じ方向を向くように前記担体の平面部分に近い担体部分と曲面部分に近い担

50

体部分において比重差を設けたので、固定床内の担体同士は同じ方向を向き、必ず平面と曲面とが接触するので、固定床の空隙率を一層大きくすることができる。

従って、この固定化微生物担体で固定床を構成すれば、立方体のように平面のみで形成されている従来の固定化微生物担体や球のように曲面のみで形成されている従来の固定化微生物担体に比べて固定床の空隙率を大きくできる。これにより、固定化微生物担体と被処理水との接触効率が向上するので、反応速度が速くなり生物学的な処理性能を向上できる。

【0007】

また、固定化微生物担体の外面形状を、平面部分と曲面部分とで形成して担体の平面部分と別の担体の曲面部分とを接触させることで、担体同士が密接状態で充填されにくいと共に、担体サイズが大きくなった分、担体同士の空隙部も大きくなる。これにより、担体サイズを大きくしても、担体の充填量に対する空隙部の割合が小さくなりにくいので、固定床の空隙率が低減しにくい。この結果、担体と被処理水との接触効率が低下しないので、担体サイズを大きくすることができる。

10

【0008】

ちなみに、従来の立方体や球体のように平面のみ又は曲面のみの担体で固定床を形成した場合、担体同士が密接状態で充填され、担体同士の空隙部が小さくなる。特にサイズの大きな担体ほど、担体の充填量に対する空隙部の割合が小さくなるので、固定床の空隙率が低減する。

【0010】

20

本発明の請求項2は、請求項1において、前記平面部分には単一又は複数の凹部が形成されていることを特徴とする。これにより、水面に浮遊するアオコ等の浮遊性物質を担体の凹部に沈着させることができるので、固定化微生物担体で浮遊性物質も除去できる。

【0011】

本発明の請求項5は、請求項1～4の何れか1の形状の固定化微生物担体を成形するように作られた型枠内の底部に予め比重調整剤を投入しておき、その型枠内に固定化材料を投入して重合することを特徴とする。

【0012】

本発明の請求項5によれば、請求項1～4の何れか1の形状を有し、しかも担体を被処理水中に投入したときに、担体の平面部分が同じ方向を向くように担体部分に比重差を有する付着固定型の固定化微生物担体を製造することができる。

30

【0013】

本発明の請求項6は、請求項5において、前記固定化材料に微生物を混在させることを特徴とする。これにより、請求項1～4の何れか1の形状を有し、しかも担体を被処理水中に投入したときに、担体の平面部分が同じ方向を向くように担体部分に比重差を有する包括固定型の固定化微生物担体を製造することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下添付図面に従って、本発明に係る固定化微生物担体及びその製造方法の好ましい実施の形態について詳説する。

40

【0015】

本発明の固定化微生物担体は、微生物を包括固定又は付着固定する担体であって、該担体の外面形状が平面部分と曲面部分とで形成されている。以下、本発明の固定化微生物担体を単に担体と称して説明する。

【0016】

図1は、担体10の外面形状が単一の平面部分12と単一の曲面部分14とで形成された一例で、球体を半分に切断した半球体の場合である。この場合、半球体に限定されず、球体を1/5と4/5の比率で切断した1/5球体、4/5球体でもよく、他の比率で切断して形成してもよい。図2は、担体10の外面形状が単一の平面部分12と複数の曲面部分14A、14Bとで形成された一例で、図1の半球体に小さな半球体を重ねた形状であ

50

る。また、図3は図1の半球体に円柱形状の部分を重ねたものである。尚、これらは一例であり、担体10の外面形状が平面部分12と曲面部分14とで形成されている担体の全てが含まれる。曲面部分14は凹状の曲面よりも凸状の曲面であることが好ましい。

【0017】

担体10の直径Dは、1 μ mから数百mmまで幅広く作成することができ、好ましくは10mm～100mmの範囲がよい。また、担体10の担体内部には比重差が設けられ、担体10を被処理水中に複数投入したときに、全ての担体10の平面が同じ方向を向くように形成される。例えば、図1では担体10の担体厚みWのうちの平面部分12に近い担体部分（以後「軽量部分」と称す）の比重よりも、平面部分12から遠い担体部分（以後「重量部分」と称す）の比重の方が大きくなるように担体の部分において比重差が設けられている。軽量部分の比重は1.002～1.010の範囲が好ましく、重量部分の比重は1.050～1.100の範囲が好ましい。これにより、複数の担体10を被処理水中に投入したときに、全ての担体10は平面部分12が上を向くようになる。担体10が半球体の場合の担体厚みWにおける軽量部分と重量部分との好ましい比率は、軽量部分が2/3、重量部分が1/3である。これにより、担体10の被処理水中での姿勢が安定する。図2の例では、大きな半球体の部分を軽量部分とし、小さな半球体の部分を重量部分とした場合である。尚、担体10は、常に平面部分12が上を向く必要はなく、下向きでも横向きでも問題ない。要は、全ての担体10が同じ方向を向いて整列されればよい。

10

【0018】

図4及び図5は、担体10の平面部分12及び担体内部16を説明するもので、図1の縦断面図であり、担体内部16は包括固定型の担体10に関する説明である。

20

【0019】

担体10の平面部分12には、単一な凹状又は複数の凹状から成る溜部18が形成され、この溜部18に、被処理水中に浮遊する藍藻類例えばアオコ等の浮遊性物質20が捕捉される。この溜部18は包括固定型の担体10の場合、捕捉した浮遊性物質20の有機性の分解物が脱窒の際の水素供与体として利用される。即ち、包括固定型の担体10を河川や湖等の水域で使用した場合、包括固定された各種の微生物のうち、好気性細菌、例えば硝化細菌は被処理水中に溶存する酸素により好気性状態が形成され易い曲面部分14寄りに優先繁殖する。一方、嫌気性細菌、例えば脱窒細菌は好気性状態が形成されにくく、且つ前記した溜部18に捕捉されたアオコ等の分解物であるBOD成分を脱窒の際の水素供与体として利用し易い担体内部16の平面部分12寄りに優先繁殖する。これにより、担体内部16に好気性細菌棲息部22と嫌気性細菌棲息部24が形成され、担体10内で硝化・脱窒反応が行われる。

30

【0020】

次に、本発明の担体10の製造方法を説明する。

【0021】

型枠形状が、平面部分と曲面部分とで形成されるように作られた型枠内に、成形される担体10の担体重量に対して10重量%の比重調整剤を予め投入しておく。そして、固定化材料として例えばプレポリマーを15重量%及び重合促進剤を0.2重量%含有した水溶液に微生物を必要量懸濁してから、重合開始剤を0.25重量%になるように添加した混合液を調製し、この混合液を前記した型枠内に流し込んでプレポリマーを重合してゲル化する。これにより、包括固定化型の担体10が製造される。付着固定化型の担体10を製造する場合には、前記した水溶液に微生物を必要量懸濁する工程を省略すればよい。

40

【0022】

比重調整剤としては、金属粉、生分解性プラスチック類等のように、ゲル化される固定化材料との親和性高いものが良く、また担体10に固定化され易く担体10中の微生物に悪影響を及ぼさないものであれば、特に制限はない。例えば、金属ではマグネタイト、生分解性プラスチック類ではポリ乳酸系、カプロラクタム系、高級脂肪酸系のプラスチック類を好適に使用することができる。また、金属粉や生分解性プラスチック類を使用せずに、前記した担体10の軽量部分と重量部分とで固定化材料に濃度差をつける方法も可能であ

50

る。即ち、軽量部分よりも重量部分の固定化材料濃度を濃くすることで担体内部 16 に比重差をつけるようにしてもよい。

【0023】

また、固定化材料としては、ポリエチレングリコール系のプレポリマとしてはモノメタクリレート類、モノアクリレート類、ジメタクリレート類、ジアクリレート類、トリメタクリレート類、トリアクリレート類、テトラアクリレート類などを使用することができる。また、ウレタンアクリレート類、エポキシアクリレート類、その他、ポリビニルアルコール、アクリルアミド、光硬化性ポリビニルアルコール、光硬化性ポリエチレングリコール、光硬化性ポリエチレングリコールポリプロピレングリコールプレポリマ等を使用することができる。

10

【0024】

次に、本発明の担体 10 を使用した流動床式、固定床式、及び充填物式の反応装置の構成例を説明する。

【0025】

図 6 は流動床式の反応装置 30 であり、原水配管 32 から被処理水が流入される反応槽 34 内に本発明の多数の担体 10 が投入され、反応槽 34 内の底部に配置された散気板 36 から反応槽 34 内にエアが散気される。散気体 36 にはブロア 38 から圧縮エアが供給される。これにより、担体 10 の微生物にエアが供給されると共に散気されるエアにより担体 10 が反応槽 34 内で流動し、被処理水と担体 10 とが接触する。従って、被処理水中の窒素、BOD 成分（有機物）等が生物学的に処理される。また、反応槽 34 内に浮遊する藍藻類（アオコ）は担体 10 の平面部分 12 に形成された溜部 18 に沈着する。反応槽 34 で処理された処理水は担体流出防止用のスクリーン 40 を通って処理水配管 42 から装置外に排出される。この流動床式の反応装置 30 において、担体 10 は、外面形状が平面部分 12 と曲面部分 14 とで形成されていると共に、担体内部 16 には比重差が設けられている。従って、散気されたエアの気泡が担体 10 の平面部分 12 に当たるか曲面部分 14 に当たるかによって担体 10 の流動の仕方が変化し、これに担体内部 16 の比重差が加わるので、担体同士が様な流動ではなく個々に複雑な流動を行う。これにより、本発明の担体 10 は、立方体又は球体のように、平面のみ又は曲面のみで形成され、担体部分に比重差のない従来の担体に比べて反応槽 34 内を複雑な動きを伴って流動する。この結果、本発明の担体を流動床式の反応装置 30 に使用すれば、担体 10 と被処理水との接触効率が促進されるので、処理性能が向上する。

20

30

【0026】

図 7 は固定床式の反応装置 50 であり、反応槽 52 内には上部スクリーン 54 と下部スクリーン 56 とが設けられ、この 2 つのスクリーン 54、56 の間に本発明の多数の担体 10 が密に充填され、固定床 55 が形成される。そして、原水配管 57 から被処理水が流入し、固定床 55 を上向流で流れて処理水配管 59 を介して装置外に排出される。この固定床式の反応装置 50 において、担体 10 は、外面形状が平面部分 12 と曲面部分 14 とで形成されていると共に、担体内部 16 には比重差が設けられている。これにより、固定床 55 の全ての担体 10 の平面部分 12 が上を向くように配列され、担体同士の平面部分 12 と曲面部分 14 とが接触する。従って、多数の担体 10 を密に充填して形成された固定床 55 の場合でも、担体同士の間に大きな空隙部 58 を形成できるので、固定床 55 の空隙率を大きくできる。

40

【0027】

図 8 は、充填物式の反応装置 60 で、河川等の比較的水深の浅い水域 61 の被処理水を処理するのに適している。充填物式の反応装置 60 は、本発明の多数の担体 10 を網状容器 62 内に密に充填して成る充填物 64 と、この充填物 64 を被処理水中に支持するスタンド 66 とで構成される。この充填物式の反応装置 60 を、河川や湖沼等の水域 61 に多数沈めることで、水域を処理して浄化する。この場合にも、本発明の担体 10 を使用することで、多数の担体 10 を密に充填した場合でも、担体同士の間に大きな空隙部 68 を形成できるので、充填物 64 の空隙率を大きくできる。

50

【0028】

【実施例】

外面形状が半球体の担体の平面部分に凹部を形成した本発明の包括固定型の担体を固定床式の反応装置に適用した場合である。

【0029】

尚、表1の本発明1（包括）は担体の部分において比重差を設けない包括固定型の担体であり、本発明1（付着）は担体の部分において比重差を設けない付着固定型の担体である。また、本発明2（包括）は担体の部分において比重差を設けた包括固定型の担体であり、本発明2（付着）は担体の部分において比重差を設けた付着固定型の担体である。

【0030】

本発明1（包括）の担体は、直径Dが40mmの半球状の型枠に、ポリエチレングリコール系樹脂（ポリエチレングリコールジアクリレート等の混合プレポリマ）15重量%及びN,N,N',N'-テトラメチルエチレンジアミン（重合促進剤）0.2重量%を含む水溶液を調製し、この水溶液に窒素処理能力やBOD処理能力を有する菌体を必要量懸濁し、これに過硫酸カリウム（重合開始剤）を0.25重量%になるように添加した混合液を作り、この混合液を前記した型枠に流し込んで重合してゲル化した。本発明1（付着）の担体は、菌体を懸濁しなかった以外は本発明1（包括）と同様に製造した。

【0031】

また、本発明2（包括）の担体は、直径Dが40mmの半球状の型枠に、予め担体重量に対して10重量%のマグネタイト（比重調整剤）を投入しておき、その型枠に本発明1（包括）で説明した混合液を流し込んで重合してゲル化した。本発明2（付着）の担体は、菌体を懸濁しなかった以外は本発明2（包括）と同様に製造した。

【0032】

一方、従来法の担体は、担体外形が一辺40mmの立方体又は直径が40mmの球型である点、及び溜部がない点以外は、本発明1（包括）と同様に製造した。

【0033】

このように製造した本発明1（包括）、本発明1（付着）、本発明2（包括）、本発明2（付着）、及び従来法（包括）の6種類の担体をそれぞれの固定床式反応装置に1m³（かさ体積）になるように充填してそれぞれ固定床を形成した。これらの6台の固定床式の反応装置を某所の湖（容積3000m³）の湖面に浮かべ、装置下部から導入した湖水を固定床で処理した後た装置上部から装置外に放流した。そして、5台の固定床式の反応装置について、導入水及び放流水を採取して全窒素除去率、BOD除去率及びアオコの細胞数の変化を調べた。

【0034】

結果を表1に示す。

【0035】

【表1】

10

20

30

	担体の形状	担体のサイズ	T-N 除去率	BOD 除去率	アオコ細胞数cell/mL
被処理水	—	—	1mg/L以上	3mg/L以上	10 ⁴ 以上
本発明1(包括)	半球型	直径40mm	70%	80%	10 ³ 以下
本発明1(付着)	半球型	直径40mm	50%	70%	10 ³ 以下
本発明2(包括)	半球型	直径40mm	90%	90%	10 ³ 以下
本発明2(付着)	半球型	直径40mm	70%	80%	10 ³ 以下
従来法(包括)	立方体	一辺40mm	30%	40%	10 ³ 以下
従来法(包括)	球型	直径40mm	40%	50%	10 ³ 以下

10

【0036】

表1に示すように、従来法では、固定床内の担体が相互に密接した状態で充填され担体同士の空隙部が小さいために、担体と被処理水との接触効率が低くなる。この結果、T-N（総窒素）除去率は30%～40%と悪かった。また、固定床の空隙率が小さいために固定床内で汚泥閉塞を生じ易く、運転不良が頻発した。この為、固定床の清掃を頻繁に行う必要があり安定した運転ができなかった。

20

【0037】

これに対し、本発明1(包括)では、担体の外面形状が半球であるため、従来法よりも固定床内での空隙率を大きくでき、被処理水との接触効率が高いので、T-N（総窒素）除去率は70%と良好であった。また、固定床における汚泥の閉塞も認められず、安定した連続運転を行うことができた。更に、担体内部に比重差を設けた本発明2(包括)では、T-N除去率は90%と極めて良好な結果を得ることができた。この理由は、担体内部に比重差を設けることで固定床内の担体は全て平面が上を向いた状態で配列されるので、担体の平面部分と他の担体の曲面部分とが必ず接触するようになり、固定床の空隙率を一層高くできるためである。

30

【0038】

また、本発明1(包括)及び本発明2(包括)共に固定化微生物担体の平面に形成した溜部には、アオコ等の浮遊性物質が沈着し捕捉でき、この分解物が脱窒の水素供与体として消費されたので、水域のアオコ処理とBOD処理にも効果があった。具体的には、従来法でのBOD除去率が40%であったのに対し本発明1(包括)でのBOD除去率が80%であり、本発明2(包括)でのBOD除去率が90%であった。アオコ処理についてみると、従来法では、処理前のアオコ細胞数10⁴以上を1オーダー低減できたが、本発明1(包括)及び本発明2(包括)では3オーダーまで低減できた。

【0039】

また、本発明1(付着)及び本発明2(付着)の付着固定型の担体の場合には、本発明1(包括)及び本発明2(包括)の包括固定型の担体に比べて、T-N除去率、BOD除去率、アオコ細胞数ともに多少劣るものの、従来法に比べると良い結果となった。

40

【0040】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、担体サイズを大きくでき、しかも流動床式や固定床式の生物学的反応装置に関係なく高い処理性能を発揮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の固定化微生物担体の外観図

【図2】本発明の固定化微生物担体の別の外観図

50

【図 3】 本発明の固定化微生物担体の更に別の外観図

【図 4】 本発明の固定化微生物担体の平面部分と担体内部を説明する図 1 の縦断面図

【図 5】 本発明の固定化微生物担体の別の平面部分と担体内部を説明する図 1 の縦断面図

【図 6】 本発明の固定化微生物担体を流動床式の反応装置に適用した概念図

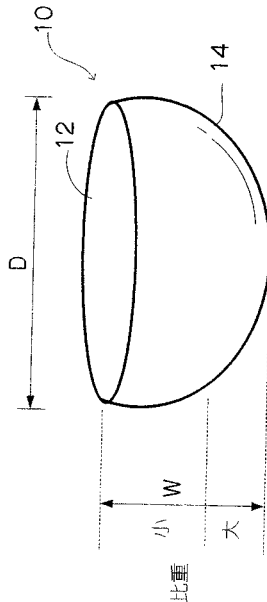
【図 7】 本発明の固定化微生物担体を固定床式の反応装置に適用した概念図

【図 8】 本発明の固定化微生物担体を充填物式の反応装置に適用した概念図

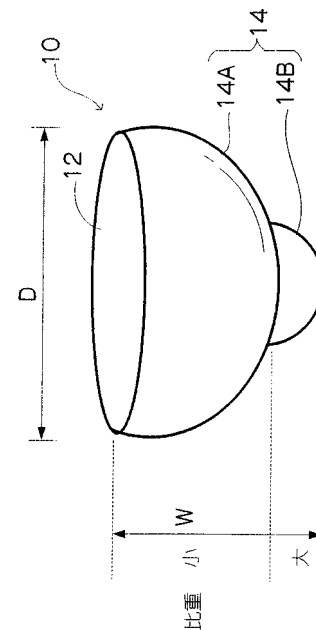
【符号の説明】

10…本発明の担体、12…担体の平面部分、14…担体の曲面部分、16…担体内部、
18…溜部、20…浮遊性物質、22…好気性細菌棲息部、24…嫌気性細菌棲息部、3
0…流動床式の反応装置、32…原水配管、34…反応槽、36…散気板、38…ブロー 10
、40…スクリーン、42…処理水配管、50…固定床式の反応装置、52…反応槽、5
4…上部スクリーン、55…固定床、56…下部スクリーン、57…原水配管、58…空
隙部、60…充填物式の反応装置、61…水域、62…網状容器、64…充填物、66…
スタンド、68…空隙部

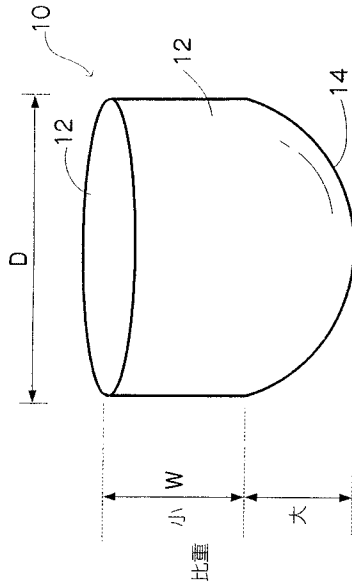
【図 1】



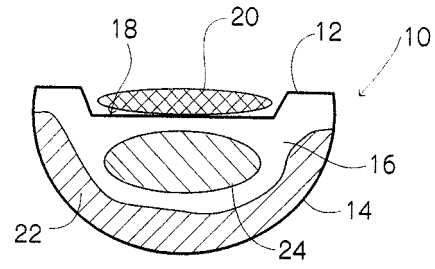
【図 2】



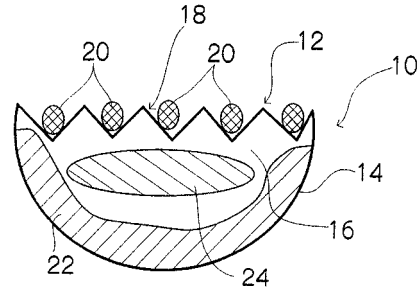
【図 3】



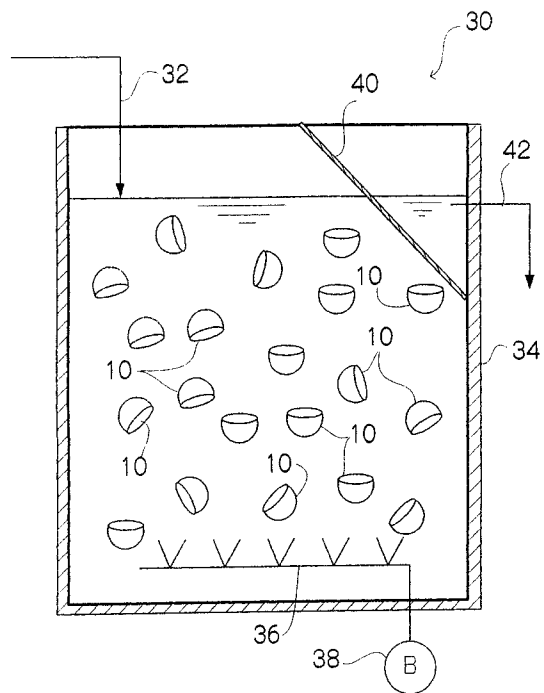
【図 4】



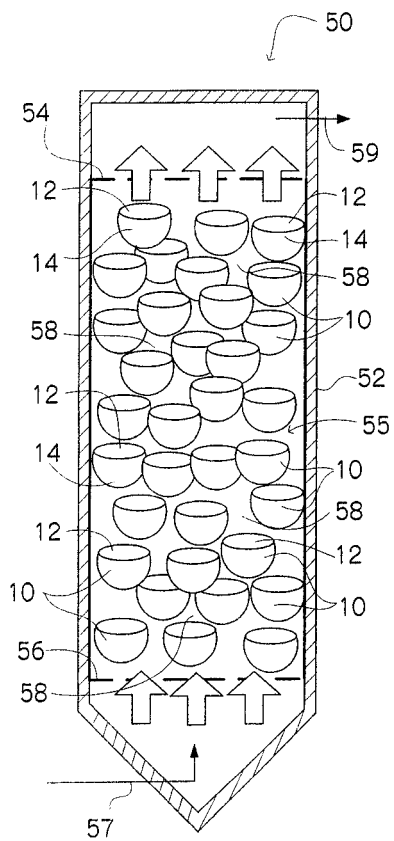
【図 5】



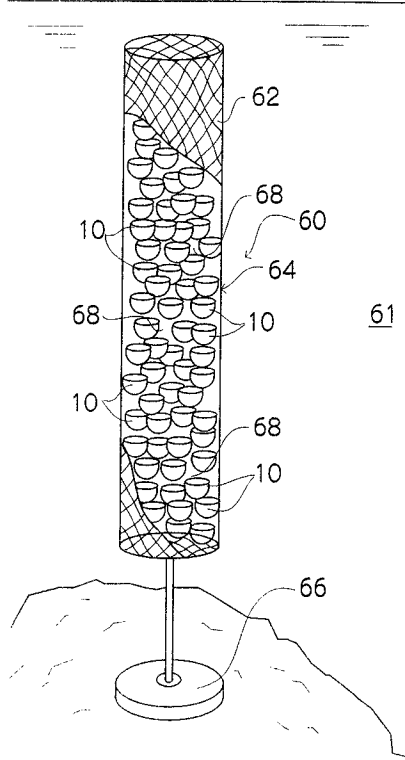
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-089574 (JP, A)
特開2003-024061 (JP, A)
特開平03-262598 (JP, A)
特開2001-104976 (JP, A)
特開昭63-214394 (JP, A)
特開平06-226282 (JP, A)
特開平09-275981 (JP, A)
特開2001-292765 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C02F 3/02-3/34

C12N 11/02