(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4314042号
(P4314042)
(45)発行日　平成21年8月12日(2009.8.12)　(24)登録日　平成21年5月22日(2009.5.22)

(51)Int.Cl.			F I		
C12N	1/14	(2006.01)	C12N	1/14	B
A23L	1/221	(2006.01)	A23L	1/221	G
C12G	3/12	(2006.01)	C12G	3/12	
C12M	1/08	(2006.01)	C12M	1/08	

請求項の数 1　(全 25 頁)

(21)出願番号　特願2003-60417(P2003-60417)
(22)出願日　平成15年3月6日(2003.3.6)
(65)公開番号　特開2004-267065(P2004-267065A)
(43)公開日　平成16年9月30日(2004.9.30)
審査請求日　平成18年3月6日(2006.3.6)

(73)特許権者　505144588
キリン協和フーズ株式会社
東京都品川区東品川二丁目２番８号
(74)代理人　100094466
弁理士　友松　英爾
(74)代理人　100116481
弁理士　岡本　利郎
(73)特許権者　000000055
アサヒビール株式会社
東京都墨田区吾妻橋一丁目２３番１号
(74)代理人　100094466
弁理士　友松　英爾
(72)発明者　杉本　利和
千葉県柏市豊四季１４７－１８－２０５

最終頁に続く

(54)【発明の名称】麹菌の培養方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
気泡塔内にドラフトチューブを有する気泡塔型発酵装置を用いて麹菌を培養する方法において、前記ドラフトチューブが、その側壁を連続した中空パイプにより構成され、かつ中空パイプとそれに隣接する中空パイプとは密接しない状態に保たれたものであることを特徴とする麹菌を培養する方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、気泡塔内に設置されるドラフトチューブに特徴をもつ気泡塔型発酵装置を用いた麹菌の培養方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来の酒類または発酵食品、例えば日本酒、焼酎、しょうゆ、みそ、みりん等の製造では、アスペルギルス・カワチ（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ｋａｗａｃｈｉｉ）、アスペルギルス・アワモリ（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ａｗａｍｏｒｉ）、アスペルギルス・ニガー（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ｎｉｇｅｒ）、アスペルギルス・オリーゼ（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ｏｒｙｚａｅ）またはアスペルギルス・ソーヤ（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ｓｏｊａｅ）などの麹菌の胞子を、蒸煮した穀類などの固体原料へ散布し、その表面で麹菌を増殖させる固体培養法により製麹された、いわゆる固体麹が広く利用されている。

【０００３】
例えば、焼酎製造では、アスペルギルス・カワチ（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ｋａｗａｃｈｉｉ）やアスペルギルス・アワモリ（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ａｗａｍｏｒｉ）などの固体麹が用いられている。しかしながら、固体培養法は、原料や麹菌体が不均一に分散する培養系であるため、温度や水分含量、各種栄養成分といった因子を均一に保つことが困難であり、その培養制御は大変煩雑といえる。また、開放状態で製麹されることも多く、雑菌汚染といった品質管理面での注意も要する。
【０００４】
一般に、液体培養法は、固体培養法に比べ、培養制御や品質管理がはるかに容易であるが、麹菌を液体培養して得られる培養物が、実際の焼酎麹として用いられた例は少ない。なお、液体培養法で得られる培養物とは、液体培養法で得られる培養物そのもの（以下、液体麹ともいう）、培養液、菌体、それらの濃縮物またはそれらの乾燥物のことをいう。
【０００５】
液体培養法で得られる培養物が利用されない大きな理由として、非特許文献１～３に記載されているように、液体培養では麹菌のアミラーゼ、ペプチダーゼ、プロテアーゼ、セルラーゼ等の酵素の生産性が固体培養と比較して全般的に著しく低下することがあげられる。
【０００６】
このような酵素の低生産性を克服するための液体麹培養方法として、原料の一部に焙炒した穀類を用いる製造方法が特許文献１に開示されている。
【０００７】
しかしながら、これらはいずれも通気撹はん型発酵槽を用いており、（１）撹はん動力の必要性、（２）発酵槽内部および培養液循環部の構造の複雑化に伴う培養設備の高額化、（３）発酵槽内部および培養液循環部の構造の複雑化に伴う洗浄不十分による雑菌汚染の危険、（４）軸受けからの雑菌汚染の危険、（５）攪拌翼の剪断力による菌糸の損傷、などの欠点を有している。
【０００８】
上記の通気撹はん型発酵槽の欠点を回避するために、気泡塔型発酵装置を用いた培養法が知られている。気泡塔型発酵槽は、円柱形の塔とその塔内にドラフトチューブ（円筒）が設置された構造であり、塔内底部に無菌空気を供給する微細気泡発生器（スパージャー）が設置されている。また、いかなる動力駆動装置ももたず、空気を多量に含む培養液が上昇し、空気の少ない高密度の部分が下に来るような比重差による循環系が形成されることで連続培養が可能となる。しかしながら、糸状菌培養のように、好気性培養で、かつ培養液が高粘度になるような液体培養では充分な循環系が形成されないばかりか、高い酸素吸収速度を得られないため、適用するのが困難であった。
【０００９】
気泡塔型発酵装置を糸状菌の液体培養に対応可能にするために、特許文献２および３では、ドラフトチューブに回転駆動装置を連結させた培養装置を考案しているが、軸受け部分からの雑菌汚染の危険性が高いと考えられる。
【００１０】
また、特許文献４ではドラフトチューブ内に複数個のメッシュ（網）を装着するとともに、酸素富化空気を発酵装置底部のスパージャーから供給する培養方法の情報が開示されているが、菌糸がメッシュを通過する際に少なからず損傷を受けるばかりか、菌糸がペレットを形成するような培養ならびに高密度菌体培養での使用には不向きであるといえる。
【００１１】
以上のように、麹菌のような糸状菌を低コストで安定的に培養し、酒類または調味料などの発酵飲食品の製造に充分利用可能な液体麹を製造する方法については、現在まで知られていない。
【００１２】
【特許文献１】

特開２００１－３２１１５４号公報
【特許文献２】
実開平５－２９４００号公報
【特許文献３】
実開平７－２５８００号公報
【特許文献４】
特開平６－２５３８２４号公報
【００１３】
【非特許文献１】
Ｊｏｕｒｎａｌ ｏｆ Ｆｅｒｍｅｎｔａｔｉｏｎ ａｎｄ Ｂｉｏｅｎｇｉｎｅｅｒｉｎｇ ｖｏｌ．７７，Ｎｏ．５，４８３－４８９，１９９４
【非特許文献２】
Ｊｏｕｒｎａｌ ｏｆ Ｆｅｒｍｅｎｔａｔｉｏｎ ａｎｄ Ｂｉｏｅｎｇｉｎｅｅｒｉｎｇ ｖｏｌ．８８，Ｎｏ．５，４７９－４８３，１９９９
【非特許文献３】
Ｂｉｏｓｃｉ．Ｂｉｏｔｅｃｈｎｏｌ．Ｂｉｏｃｈｅｍ．６２（１０），１９３８～１９４６，１９９８
【００１４】
【発明が解決しようとする課題】
本発明の目的は、酒類または調味料などの発酵飲食品の製造に使用可能な液体麹を取得するための簡便な麹菌の培養方法を提供する点にある。
【００１５】
【課題を解決するための手段】
本発明は特殊な構造のドラフトチューブを内蔵した気泡塔型発酵装置を用いる点に特徴を有する発明である。すなわち、
本発明は、気泡塔内にドラフトチューブを有する気泡塔型発酵装置を用いて麹菌を培養する方法において、前記ドラフトチューブが、その側壁を連続した中空パイプにより構成され、かつ中空パイプとそれに隣接する中空パイプとは密接しない状態に保たれたものであることを特徴とする麹菌を培養する方法に関する。
【００１６】
本発明の重要点は、ドラフトチューブが、その側壁を連続した中空パイプにより構成され、かつ中空パイプとそれに隣接する中空パイプとは密接しない状態に保たれている点である。
【００１７】
前記連続した中空パイプを用いて、ドラフトチューブの側壁を構成するタイプとしては図１～３に示すタイプ、図５～６に示すタイプ、図７に示すタイプ、図９に示すタイプ、図１０～１２に示すタイプ、図１３～１４に示すタイプ、図１５、図１６に示すタイプ、図１７～１９に示すタイプなど、あるいはこれらを任意に組合わせたものであってもよいが、いずれにしろ、これらに限定するものではない。
【００１８】
図１～３に示すタイプは、ドラフトチューブを構成する中空パイプがコイル状に巻周りしているタイプであり、図７に示すタイプは、ドラフトチューブを構成する中空パイプがジグザグに折り曲げられているタイプである。
【００１９】
また、図５～６に示すタイプは、図１～３に示すタイプのものを適当な数のユニット毎に区分したケースのものであり、図９に示すタイプは、図７に示すタイプのものを適当な数のユニット毎に区分したケースを示すものでり、図１０～１２に示すタイプは、外側のドラフトチューブと内側のドラフトチューブを併用するケースであり、図１３～１４に示すタイプは、図１０～１２に示すタイプのものを適当な数のユニット毎に区分したケースを示すものであり、図１５に示すタイプは、図７に示すジグザグ形中空パイプで構成された

ドラフトチューブを２本同心円的に使用したケースであり、図１６に示すタイプのものは、図１５に示すタイプのものを適当な数のユニット毎に区分したケースを示すものであり、図１７～１９のものはドラフトチューブを二重にしたケースを示すものである。

【００２０】

なお、本発明の場合は、ドラフトチューブを内包した気泡塔型装置を用い、スパージャーから出る気泡がドラフトチューブ内に送られるようにして、液体培地が、ドラフトチューブ内を上昇した後、ドラフトチューブと気泡塔の間を通って降下するという撹拌流をメインとして形成させるパターンと、スパージャーからでる気泡がドラフトチューブと気泡塔の間に送られるようにして、液体培地がドラフトチューブと気泡塔の間を上昇した後、ドラフトチューブ内を降下するという撹拌流をメインとして形成させるパターンとがある。いずれにしても麹菌を含む液体培地を本発明の気泡塔型装置内を循環させる必要がある。また、このようにして得られた液体麹を用いてその後の飲食品の製造工程をすべて液相で行うことが好ましい。この場合の液相とは、ポンプ移送やパイプ移送が可能な状態であればよく、完全な液体である必要はなく、一部固形分を含む懸濁液であってもよい。

【００２１】

本発明のドラフトチューブは、側周全面に空隙を有するので、このドラフトチューブを気泡塔の塔内に取り付ければ、塔内に収容される溶液の量がどのような量であっても、ドラフトチューブの側面全面に存在する空隙を通じて、ドラフトチューブ内の溶液と、ドラフトチューブの外側に存在する溶液とを流通循環させることができる。

【００２２】

したがって、このドラフトチューブを備える気泡塔は、塔内に収容する溶液の液面レベルに関係なく、気泡塔を運転することができる。

【００２３】

また、このドラフトチューブは、中空パイプにより形成されているので、中空パイプ内に熱交換媒体を流通させることで、塔内に収容した溶液を所定の温度に効率良く制御することができる。

【００２４】

本発明のドラフトチューブの横断面形状が、円形形状、楕円形形状または多角形形状であることができるが、ドラフトチューブとして機能する形状であればいかなる形状でも用いることができる。通常気泡塔の横断面形状と同一または類似の形状たとえば同心円またはほぼ同心円状であることが好ましい。

【００２５】

ここに、本明細書で用いる用語、「気泡塔またはドラフトチューブの横断面形状」は、気泡塔またはドラフトチューブの中心軸に対し、気泡塔またはドラフトチューブをその中心軸に対して直交する方向に切断した切断面の形状を意味する。

【００２６】

また、本発明のドラフトチューブは、中空パイプをコイル状に巻周りして形成されているので、中空パイプとそれに隣接する中空パイプとの空隙を希望の幅になるように作成することも容易である。空隙の程度を示す空隙率は、下記のように定義することができる。

【数１】

空隙率（％）＝｛（前記空隙の面積）÷（中空パイプにより閉鎖されている部分の面積＋前記空隙の面積）｝×１００

【００２７】

中空パイプと中空パイプとの間の空隙間隔は特に制限されるものではないが、製造設備レベルの気泡塔では、メンテナンスを行える程度の間隔をあけておくと便利である。実験室レベルで研究用途に使用される５～１０００Ｌ容量程度のものを除き、通常は作業者の手指が入る程度の間隔、即ち２ｃｍ以上あることが好ましい。

ドラフトチューブ３の側周面の空隙率は、大きすぎると、ドラフトチューブの内外の溶液の往来の自由度は向上するが、混合性能などのドラフトチューブ３としての効果が低減したり、後に述べるように熱交換装置としても機能するドラフトチューブ３を構成する中空

パイプの表面積（伝熱面積）が低下したりする。
逆に、ドラフトチューブ３の側周面の空隙率が小さすぎる場合は、中空パイプの表面積（伝熱面積）は増加するが、溶液の往来の自由度が低下する。
このようなことを考慮すると、ドラフトチューブ３の空隙率は、ドラフトチューブの側周面に対して１％以上９９％以下の範囲にあればよく、１０％以上９０％以下が好ましく、２５％以上５０％以下であることがさらに好ましい。
【００２８】
また、本発明のドラフトチューブは、構造が簡単であることから、ドラフトチューブを作業員が入ることのできる大型の気泡塔に用いる場合には、ドラフトチューブを構成している中空パイプの全てが作業員の手の届く範囲に配置することができるので、従来の気泡塔におけるドラフトチューブよりも容易にメンテナンス作業を行うことができる。
【００２９】
ここでいうメンテナンス作業とは、中空パイプにピンホールが生じた場合のピンホールの溶接補修や、コイルを解体して、気泡塔上部に設けられているマンホールから取り出し、新しいコイルを挿入し、溶接して接続するといったコイルの更新作業をいう。メンテナンスの容易性を考慮した場合、ドラフトチューブを構成する中空パイプの隙間の間隔は、少なくとも、作業者の指手をドラフトチューブの隙間に差し入れることができる程度の間隔にすることが好ましい。
【００３０】
具体的には、作業者等（通常は、成人）の指の厚さ以上の間隔（具体的には２ｃｍ以上）、より好ましくは手の甲の厚さ以上の間隔（具体的には、４ｃｍ以上）であることが好ましい。
【００３１】
ただし、気泡塔の塔内に作業員が入り、作業を行うことが困難な大きさの気泡塔に本発明のドラフトチューブを用いる場合は、空隙の間隔はこの限りではない。
【００３２】
また、ドラフトチューブを構成する中空パイプ内に熱交換媒体を流通することで、この気泡塔を麹菌の培養操作に用いる場合にあっては、塔内に収容した培養液を微生物が活動するのに最適な温度に制御することができる。
【００３３】
本発明のドラフトチューブは、図５～６に示すように気泡塔の塔内にコイル状に巻周りして形成されている中空パイプにより形成されるドラフトチューブユニットを複数個積層することにより構成することができる。
【００３４】
このドラフトチューブでは、複数個のドラフトチューブユニットの各々に、熱交換媒体を流通して、気泡塔の塔内に収容した溶液を効率よく所望の温度に制御することができる。この場合、熱交換効率を考慮して、熱交換媒体は、複数個のドラフトチューブユニットの各々を形成する中空パイプの下端から上端に向けて流通することが好ましい。
【００３５】
このドラフトチューブでは、複数個のドラフトチューブユニット毎に熱交換媒体を流通するようにしているので、複数個のドラフトチューブユニットの各々に流通する熱交換媒体の供給条件を同じにすれば、複数個のドラフトチューブユニットの各々の熱交換効率を同じ条件とすることができる。
【００３６】
したがって、ドラフトチューブユニットを積層すれば、熱交換チューブを塔内の縦方向に一様に配置できるので、塔内の溶液に温度むらが生じにくくなる。また、複数個のドラフトチューブを用いることで、熱交換媒体の量を増やすことができるので熱交換能力を上げることができる。
【００３７】
また、本発明のドラフトチューブは、図９に示すように気泡塔の塔内にジグザグに折り曲

げられた形状の中空パイプにより形成されるドラフトチューブユニットを複数個積層することにより構成することができる。

【００３８】

このドラフトチューブでは、ジグザグに折り曲げられた形状の中空パイプにより形成されるドラフトチューブユニットを複数個積層し、複数個のドラフトチューブユニット毎に熱交換媒体を流通するようにしているので、複数個のドラフトチューブユニットの各々に流通する熱交換媒体の供給条件を同じにすれば、複数個のドラフトチューブユニットの各々の熱交換効率を同じ条件とすることができる。

【００３９】

したがって、ドラフトチューブユニットを積層すれば、熱交換チューブを塔内の縦方向に一様に配置できるので、塔内の溶液に温度むらが生じにくくなる。また、複数個のドラフトチューブを用いることで、熱交換媒体の量を増やすことができるので熱交換能力を上げることができる。

【００４０】

気泡塔の大きさとドラフトチューブの大きさは、気泡塔の横断面積に対してドラフトチューブの横断面積が１０～９０％程度を占めるようにすることが好ましい。気泡塔が内径２Ｒの円筒状であり、ドラフトチューブが外径２ｒの円筒状である場合は、

【数２】

$$（\pi r^2）／（\pi R^2）\times 100 = 10 \sim 90$$

という関係を満足するようにすることが好ましい。

【００４１】

本発明の気泡塔内には、前記ドラフトチューブよりも下方位置に、スパージャーを設ける。例えば、スパージャーをドラフトチューブの領域内に設けた場合には、ドラフトチューブの内側に存在する溶液中に、ドラフトチューブの外側と塔との間に存在する溶液中に比べ、沢山の気泡を供給できるので、ドラフトチューブの内側に存在する溶液には、塔内を下方から上方に向かう液の流れを生じさせ、ドラフトチューブの外側と塔との間に存在する溶液には、塔内を上方から下方に向かう液の流れを生じさせることができ、これにより、塔内に収容した溶液に、ドラフトチューブの側周面を利用したドラフトチューブ内外の流通循環を生じさせることができる。のみならず、ドラフトチューブの側周面に設けられている空隙を介したドラフトチューブ内外の流通循環を生じさせることができる。

【００４２】

これに対し、例えば、スパージャーを、塔内のドラフトチューブの領域外に設けた場合には、ドラフトチューブの外側と塔との間に存在する溶液中に、ドラフトチューブの領域内に存在する溶液中に比べ、沢山の気泡を供給できるので、ドラフトチューブの外側と塔との間に存在する溶液には、塔内を下方から上方に向かう液の流れを生じさせ、ドラフトチューブの内側に存在する溶液には、塔内を上方から下方に向かう液の流れを生じさせることができ、これにより、塔内に収容した溶液に、ドラフトチューブの側周面を利用したドラフトチューブ内外の流通循環を生じさせることができる。のみならず、ドラフトチューブの側周面に設けられている空隙を介したドラフトチューブ内外の流通循環を生じさせることができる。

【００４３】

この気泡塔では、塔内に収容した溶液に、２つの流通循環、即ち、上記したように、ドラフトチューブ全体を利用した流通循環と、ドラフトチューブの側周面に設けられている空隙を利用した流通循環とを生じさせることができるため、塔内に収容した溶液の液面レベルがどのように変化しても、塔内に収容した溶液を攪拌することができる。

【００４４】

また、ドラフトチューブの内側と外側に同時に気泡を供給できるようにスパージャーを配置することもできる。この場合、気泡塔内の循環流は不規則になるが、気液の接触効率を向上させることができる。

【００４５】

以下に本発明に用いる気泡塔型発酵装置について、図面を参照して説明する。

【００４６】

図１は、本発明に係る気泡塔型装置の一例を概略的に示す一部切欠き斜視図であり、また、図２は、図１に示す気泡塔型装置を概略的に示す断面図であり、また、図３は、図１に示す気泡塔型装置を、図１中、III－III線にしたがって切断し、その上方から下方に見た場合を概略的に示す横断面図である。

【００４７】

この気泡塔型装置１は、図１に示すように、培養液を収容する気泡塔２と、気泡塔２内に設けられたドラフトチューブ３と、スパージャー４とを備える。スパージャー４は、気泡塔（缶体）２内のドラフトチューブ３の下方に設置される。

【００４８】

尚、図１中、２ａは、塔（缶体）２の蓋体を示しており、２ｈは、蓋体２に必要により設けられるガス抜き孔を示している。また、６で示す部材は、排水管を示している。また、５で示す部材は、ドラフトチューブ３を気泡塔２内に取り付けるための支柱を示している。

【００４９】

この気泡塔型装置１では、ドラフトチューブ３として、図２に示すように中空パイプにより形成されかつ側周面全面に空隙Ｓ３を有するドラフトチューブを用いている。

【００５０】

より特定的に説明すると、ドラフトチューブ３として、図１や図２に示すように中空パイプを、中空パイプ同士が密接しないようにしてコイル状に巻周りして形成したものを用いている。

【００５１】

ドラフトチューブ３を構成する中空パイプの材質は、通常の気泡塔に取り付けられているドラフトチューブに使用されている材質であれば、特に限定されることはなく、例えば、金属、樹脂等をあげることができる。

【００５２】

この気泡塔型装置１は、培養操作を行う前に気泡塔２内を殺菌するために、気泡塔２内を蒸煮する。したがって、蒸煮することを考慮した場合には、ドラフトチューブ３を構成する中空パイプの材質は、蒸煮に耐えうる材質であることが好ましく、このようなことを考慮した場合は、特に金属が好ましい。金属としては、ステンレス、銅、アルミニウム、チタン等、通常用いられる金属であればいずれのものでもよいが、ステンレスが好ましく用いられる。

【００５３】

ドラフトチューブ３を形成している中空パイプの直径は、気泡塔型装置１の使用目的、気泡塔型装置１の大きさ等により自由に選択することができるが、通常、５ｍｍ以上２００ｍｍ以下であり、５０ｍｍ以上１００ｍｍ以下であることが好ましい。

【００５４】

ドラフトチューブ３は、中空パイプと中空パイプとの間に空隙を有するように形成されている。この中空パイプと中空パイプとの間の空隙の間隔は、ドラフトチューブとして使用した際に、ドラフトチューブの内側と外側の溶液が互いに往来できれば、ドラフトチューブ全体で一定である必要はない。

【００５５】

ドラフトチューブ３を構成するコイル状に巻周りしている中空パイプ内には、熱交換媒体を流通させることができるので、ドラフトチューブ３は、熱交換装置としても機能するようになっている。

図１～２の例では、ドラフトチューブ３の一端３ａから他端３ｂ方向へ、熱交換媒体を流通させるようにしている例を示しているが、熱交換媒体は、他端３ｂから一端３ａ方向へ流通させてもよい。

【００５６】

気泡塔型装置１内に収容した溶液が、気泡塔型装置１を使用した際に発熱するような場合には、ドラフトチューブ３内に冷媒体を通じ、気泡塔２内に収容した溶液が、気泡塔型装置１を使用した際に、吸熱する場合には、熱媒体を通じればよい。熱交換媒体は水が好ましいが、熱交換媒体として通常使用されるものであれば水以外のものであってもよい。

【００５７】

次に、この気泡塔型装置１で用いているドラフトチューブ３の構造を更に詳しく説明する。図４は、この気泡塔型装置１で用いているドラフトチューブ３の一部を拡大して模式的に示す図であり、図４（ａ）は、ドラフトチューブ３を組み立てる工程において、ドラフトチューブ３を構成する、ある中空パイプを他のある中空パイプに接続する前の状態を模式的に示す斜視図であり、また、図４（ｂ）は、ドラフトチューブ３を組み立てる工程において、ドラフトチューブ３を構成する、ある中空パイプを他のある中空パイプに接続した後の状態を模式的に示す斜視図である。

【００５８】

この気泡塔型装置１で用いる、ドラフトチューブ３を構成する中空パイプは、一体成形品であってもよいが、ドラフトチューブ３の大きさが、大きい場合には、一体成形品としてのドラフトチューブ３の作製は、困難なものとなる。この気泡塔型装置１では、図４に示すように、ドラフトチューブ３を構成する中空パイプ同士を互いに溶接により接続している。

【００５９】

更に、この気泡塔型装置１の、ドラフトチューブ３を構成する中空パイプの隙間を、少なくとも指手が差し入れられるような隙間〔より特定的に説明すると、作業者等（通常は、成人）の手指の厚さ程度の間隔（より具体的には、２ｃｍ以上の間隔）さらに好ましくは手の甲の厚さ程度の間隔（より具体的には、４ｃｍ以上の間隔）〕に設定すれば、ドラフトチューブ３を構成する複数の中空パイプのいずれかにピンホールが発生した場合、ピンホール部分の修復を容易に行うことができる。

【００６０】

図に示す気泡塔型装置１では、スパージャー４として、図３に示すように、幹管４ａと幹管４ａから枝分かれするように設けられた複数の枝管４ｂ…とを備えるものを用いている。尚、図１中、４ｃは、ガス供給口を示している。幹管４ａ及び複数の枝管４ｂ…の各々の上面には、複数の貫通孔４ｈ…が形成されている。

図１～２の気泡塔型装置１では、溶液を収容する気泡塔２を平面視した場合、スパージャー４を構成する幹管４ａ及び複数の枝管４ｂ…を、ドラフトチューブ３の領域内に設けている。

【００６１】

次に、この気泡塔型装置１の使用方法及び動作について説明する。図１～２に示す気泡塔型装置装置１を用いて、麹菌の培養を行う際には、気泡塔２内に、培養する麹菌と培養液とを収容し、スパージャー４から空気等のガスを気泡塔２内に送り込む。気泡塔２内において、麹菌を培養している際に、醗酵熱により、気泡塔２内に収容した溶液が培養される麹菌に適した温度以上に過度に加熱されるような場合にあっては、ドラフトチューブ３を構成するコイル状に巻周りした中空パイプ内に、冷却水等の冷媒体を流通し、気泡塔２内に収容されている溶液の温度を、溶液中で培養される麹菌にとって適した温度に調整する。また、気泡塔２内において、麹菌を培養する際に、気泡塔２内に収容した溶液の温度が、溶液中で培養される麹菌にとって低すぎるような場合には、ドラフトチューブ３を構成するコイル状に巻周りした中空パイプ内に、温水等の熱媒体を流通し、気泡塔２内に収容した溶液の温度を気泡塔２内に収容する麹菌の醗酵に適した温度に調整する。

【００６２】

図１～３のケースでは、スパージャー４の噴出ノズルをドラフトチューブ３を平面視した場合に、ドラフトチューブ３の領域内に配設するようにしているので（図３を参照）、スパージャー４から空気等のガスを気泡塔２内に送り込むと、ドラフトチューブ３の内側に存在する溶液に対し、ドラフトチューブ３を平面視した場合に、ドラフトチューブ３の外

側と気泡塔２との間に存在する溶液に比べ、沢山の気泡が一様に供給される。これにより、ドラフトチューブ３の内側に存在する溶液の見かけの比重が、ドラフトチューブ３の外側と気泡塔２との間に存在する溶液の見かけの比重に比べて小さくなり、ドラフトチューブ３の内側に存在する溶液には、気泡塔２内を下方から上方に向かう液の流れが形成され、ドラフトチューブ３の外側と気泡塔２との間に存在する溶液については、気泡塔２内を上方から下方に向かう液の流れが形成される。

【００６３】

また、この気泡塔型装置１では、上述した塔に対して垂直方向の流れの他に、ドラフトチューブ３を構成する中空パイプの隙間を通じて、気泡を含んだ溶液が、ドラフトチューブ３の内側からドラフトチューブ３の外側へ移動するという水平方向の溶液の流れが発生する。この垂直方向の流れと水平方向の流れが渾然一体となった溶液の流れが発生するため、例えば、特許文献１～３に示すような円筒形状のドラフトチューブを気泡塔内に設けた従来の気泡塔に比べ、収容した溶液を十分に混合することができる。

【００６４】

この結果、この気泡塔型装置１を用いれば、従来の円筒形状のドラフトチューブを塔内に設けた気泡塔型装置を用いた場合に比べ、麹菌の培養作業を効率良く行うことができ、また、気泡塔２内に収容した溶液への酸素等の供給能力も向上する。

このように、この気泡塔型装置１は、構造が簡単であること、熱交換装置としてドラフトチューブの伝熱面積を大きくとることができるので、特に、その規模がスケールアップされた大型の、即ち、高さのある気泡塔型装置として好適に用いることができる。

【００６５】

つぎに、ドラフトチューブの構成を図１～２のタイプのものを複数のユニットとして構成したタイプのものに相当する図５～６のタイプについて説明する。

【００６６】

図５は、本発明に係る気泡塔型装置の他の一例を概略的に示す一部切欠き斜視図であり、図６は、図５に示す気泡塔型装置を概略的に示す断面図である。この気泡塔型装置２１は、以下の構成を除けば、図１に示した気泡塔型装置１と同様であるので、気泡塔型装置２１中、気泡塔型装置１を構成する部材装置と同一部材装置については、図１に示した気泡塔型装置１の部材装置と同一の参照符号を付して、その説明を省略する。この気泡塔型装置２１は、気泡塔型装置１とは、ドラフトチューブの構成が異なる以外は、気泡塔型装置１と同様の構成を備えているので、以下の説明は、この気泡塔型装置２１で採用しているドラフトチューブの構成を中心に説明する。

【００６７】

図５～６の気泡塔型装置２１では、ドラフトチューブ２３として、コイル状に巻周りした、複数個のドラフトチューブユニット２３Ｕ１、２３Ｕ２、２３Ｕ３を、気泡塔２内に、縦方向に積層したものを用いている。コイル状に巻周りしたドラフトチューブユニット２３Ｕ１、２３Ｕ２、２３Ｕ３の各々の構成は、図１に示す気泡塔型装置１で用いているドラフトチューブ３と同様の構成を備える。この気泡塔型装置２１では、コイル状に巻周りしたドラフトチューブユニット２３Ｕ１、２３Ｕ２、２３Ｕ３の各々には各々毎に、熱交換媒体を流通するようにしている。即ち、ドラフトチューブユニット２３Ｕ１、２３Ｕ２、２３Ｕ３は、熱交換媒体が、ドラフトチューブユニット２３Ｕ１、２３Ｕ２、２３Ｕ３の下方の熱交換媒体供給口３ａから供給され、ドラフトチューブユニット２３Ｕ１、２３Ｕ２、２３Ｕ３の上方の熱交換媒体排出口３ｂから排出されるようになっている。

【００６８】

このように、この気泡塔型装置２１では、コイル状に巻周りしたドラフトチューブユニット２３Ｕ１、２３Ｕ２、２３Ｕ３を、気泡塔２内に、縦方向に積層し、ドラフトチューブユニット２３Ｕ１、２３Ｕ２、２３Ｕ３の各々には各々毎に、熱交換媒体を流通するようにしているので、気泡塔２内に１台のドラフトチューブ３のみを設け、熱交換媒体を、ドラフトチューブ３の下方の熱交換媒体供給口３ａから供給し、ドラフトチューブ３の上方の熱交換媒体排出口３ｂから排出されるようにしている気泡塔型装置１に比べて、塔内の

溶液に温度ムラが生じにくいメリットがある。

【００６９】

なお、この気泡塔型装置２１は、上述したように、ドラフトチューブ２３の構成が、気泡塔型装置１で用いているドラフトチューブ３の構成と異なっている以外は、同様であり、上記以外は、気泡塔型装置１と同様の作用効果を有している。この気泡塔型装置２１は、特にその規模がスケールアップされた大型の、即ち、高さのある気泡塔型装置として好適に用いることができる。

【００７０】

図７に示すタイプのものは、ドラフトチューブを形成する中空パイプをジグザグに屈折させて構成したタイプのものである。ずなわち、図７の気泡塔型装置４１では、ドラフトチューブ４３として、気泡塔２に対して、上下に交互にジグザグに折れ曲がる形状の中空パイプを用いており、必要に応じて熱交換媒体を通じることができる。この気泡塔型装置４１では、気泡塔２内に設けるドラフトチューブ４３として、中空パイプを上下に交互にジグザグに折れ曲がる形状にしたものを用いているので、気泡塔２内に溶液を収容した場合、上下に交互にジグザグに折れ曲がる形状にされた中空パイプの隙間を介して、気泡塔２内に収容した溶液が、ドラフトチューブ４３の内外で流通循環できる。これにより、この気泡塔型装置４１を用いれば、気泡塔２内に収容する溶液の液面レベルがどのような状態であっても、気泡塔型装置４１を用いて、麹菌の培養を行うことができる。

【００７１】

なお、上記気泡塔型装置１および２１と同様に、中空パイプを上下に交互にジグザグに折れ曲がる形状にしたドラフトチューブ４３の空隙率は、図１～図６のものと同様、ドラフトチューブ３の側周面の全面に対して、１％以上９９％であることが好ましく、１０％以上９０％以下であることがさらに好ましく、２０％以上５０％以下であることがとくに好ましい。

【００７２】

図８は、図７の気泡塔型装置４１で用いているドラフトチューブ４３の一部を拡大して模式的に示す図であり、図８（ａ）は、ドラフトチューブ４３を組み立てる工程において、ドラフトチューブ４３を構成する、ある中空パイプを他のある中空パイプに接続する前の状態を模式的に示す斜視図であり、また、図８（ｂ）は、ドラフトチューブ４３を組み立てる工程において、ドラフトチューブ４３を構成する、ある中空パイプを他のある中空パイプに接続した後の状態を模式的に示す斜視図である。この気泡塔型装置４１で用いる、ドラフトチューブ４３を構成する中空パイプは、一体成形品であってもよいが、ドラフトチューブ４３の大きさが、大きい場合には、一体成形品としてのドラフトチューブ４３の作製は、困難なものとなる。このような場合には、複数の中空パイプを溶接により接続するのが好ましい。更に、中空パイプの各々が、複数のいずれかの支柱５に、少なくとも、一箇所において、溶接等の手段により固定されるようにすれば、ドラフトチューブ４３を構成する中空パイプのいずれかを交換する際に、ドラフトチューブ４３を構成する中空パイプの中から、交換する必要がある中空パイプを取り出しても、ドラフトチューブ４３の残りの部分が支柱５にしっかりと固定されているために、ドラフトチューブ４３の残りの部分が崩れることがない。これにより、交換作業が必要な中空パイプのみを簡単にドラフトチューブ４３から取り出して、新たな中空パイプをその部分に容易に取り付けることができるので、この気泡塔型装置４１には、メンテナンスを極めて簡単な作業で完了することができる、という長所がある。

【００７３】

図９に示すタイプのものは、図７のジグザグタイプのものを複数のユニットとして構成したタイプのものに相当する。図９の気泡塔型装置６１では、気泡塔型装置２１で用いているドラフトチューブ２３の代わりに、図７に示した気泡塔型装置４１で用いているドラフトチューブ４３を、複数個のユニット６３Ｕ１、６３Ｕ２、６３Ｕ３として、塔に対して縦方向に積層したドラフトチューブ６３を用いている。各ドラフトチューブユニットには、必要に応じて、熱交換媒体を通じることができる。この気泡塔型装置６１も気泡塔型装

置１や気泡塔型装置４１と同様の効果を奏するが、この気泡塔型装置６１では、複数個のユニット６３Ｕ１、６３Ｕ２、６３Ｕ３を気泡塔２内に、縦方向に積層し、ドラフトチューブユニット６３Ｕ１、６３Ｕ２、６３Ｕ３の各々には各々毎に、熱交換媒体を流通するようにしているので、気泡塔２内に１台のドラフトチューブ３または４３のみを設け、熱交換媒体を、ドラフトチューブ３または４３の下方の熱交換媒体供給口３ａから供給し、ドラフトチューブ３の上方の熱交換媒体排出口３ｂから排出されるようにしている気泡塔型装置１または気泡塔型装置４１に比べて、気泡塔２内の溶液に温度ムラが生じにくいというメリットがある。この気泡塔型装置６１は、特に、図７のタイプのものがスケールアップされた大型の、即ち、高さのある気泡塔として好適に用いることができる。

【００７４】

図１０～図１２のものは、図１～３のものと類似のタイプであるが、この場合、２本の中空パイプを同心円的に並べてコイル状に巻周りして、図１２で明らかなとおり、ドラフトチューブ３Ａと３Ｂを形成されており、ドラフトチューブが３Ａと３Ｂで二重になっている点で、図１～３のものと異なっている。

【００７５】

２本のドラフトチューブ３Ａ、３Ｂは、同心円又は概ね同心円状に配置されており、ドラフトチューブ３Ａ、３Ｂの各々には必要に応じて冷媒体や熱媒体等の熱交換媒体を通じることができるようになっている。スパージャー４は、図では２本のドラフトチューブ３Ａ、３Ｂの中、内側のドラフトチューブ３Ｂの内側に、気泡を供給するようになっているが、これに限るものではない。

【００７６】

なお、ドラフトチューブ３Ａ、３Ｂの巻き線方向は、ドラフトチューブ３Ａ、３Ｂの各々を、上方から下方に見た場合、双方が同一方向に巻かれていても、一方が他方と逆の方向に巻かれていてもいずれでもよい。

【００７７】

図１３～１４に示す装置は、ドラフトチューブが２３Ａと２３Ｂの２本が設けられている点は、図１０～１２のタイプのものと同様であるが、それぞれのドラフトチューブが各ユニット毎に構成されている点で図１０～１２のものと異なっている。

【００７８】

図１３～１４の気泡塔型装置８１は、６本の、中空パイプをコイル状に巻周りして形成したドラフトチューブユニット２３ＡＵ１、２３ＡＵ２、２３ＡＵ３、２３ＢＵ１、２３ＢＵ２、２３ＢＵ３を備える点で、図５の気泡塔型装置２１と異なっている。６本のドラフトチューブユニット２３ＡＵ１、２３ＡＵ２、２３ＡＵ３、２３ＢＵ１、２３ＢＵ２、２３ＢＵ３中、ドラフトチューブユニット２３ＡＵ１、２３ＡＵ２、２３ＡＵ３は、縦方向に積層されて、ドラフトチューブ２３Ａを形成しており、ドラフトチューブユニット２３ＢＵ１、２３ＢＵ２、２３ＢＵ３は、ドラフトチューブ２３Ａの内側で、縦方向に積層されてドラフトチューブ２３Ｂを形成している。ドラフトチューブ２３Ａ、２３Ｂは、同心円又は概ね同心円状に配置されている。

【００７９】

また、スパージャー４は、２本のドラフトチューブ２３Ａ、２３Ｂの中、内側のドラフトチューブ２３Ｂの内側に、気泡を供給することができる。なお、ドラフトチューブ３Ａ、３Ｂの巻き線方向は、ドラフトチューブ３Ａ、３Ｂの各々を、上方から下方に見た場合、双方が同一方向に巻かれていても、一方が他方と逆の方向に巻かれていてもいずれでもよい。

【００８０】

図１５に示す装置は、ドラフトチューブが４３Ａと４３Ｂで示す２本で形成されている点に特色があり、個々のドラフトチューブは基本的には図７に示すドラフトチューブと同様である。図１５に示す気泡塔型装置９１は、２本の、上下に交互にジグザグに折れ曲がる形状の中空パイプにより形成されたドラフトチューブ４３Ａ、４３Ｂを備える。これら２本のドラフトチューブ４３Ａ、４３Ｂは、同心円又は概ね同心円状に配置されている。各

ドラフトチューブには各々、必要に応じて熱交換媒体を通じることができる。

【００８１】

また、スパージャー４は、２本のドラフトチューブ４３Ａ、４３Ｂの中、内側のドラフトチューブ４３Ｂの内側に、気泡を供給するタイプのものとした。

【００８２】

図１６に示す装置は、図１５と同様のタイプであるが、２本のドラフトチューブ６３Ａと６３Ｂをそれぞれ複数のユニットよりなる集合体として構成している点で異なっている。外側のドラフトチューブ６３Ａは、ドラフトチューブユニット６３ＡＵ１、６３ＡＵ２、６３ＡＵ３の３つのユニットから構成されており、内側のドラフトチューブ６３Ｂはドラフトチューブユニット６３ＢＵ１、６３ＢＵ２、６３ＢＵ３の３つのユニットから構成されている。

【００８３】

スパージャーは、図３や図１２に示されているようなタイプのほか、図１７や１８に符号２４ａや２４ｂで示すノズルタイプのものでもよい。

【００８４】

本発明に用いる麹菌には、格別の制限はない。しかし、目的生成物が何かによって、使用する麹菌の種類はおおむね定まってくるのが一般的である。目的生成物とそれに用いる麹菌の関係例は下記表のようなものを挙げることができる。

【表１】

目的生成物		麹　菌
酒類	清酒	*Aspergillus oryzae*
	焼酎 甲類	*Aspergillus usamii*
	焼酎 乙類	*Aspergillus awamori, Aspergillus kawachii*
	味りん	*Aspergillus oryzae*
調味料	味噌	*Aspergillus oryzae*
	醤油	*Aspergillus sojae, Aspergillus oryzae*
	鰹節	*Aspergillus glaucus*

【００８５】

本発明を利用して焼酎を製造する場合も、通常焼酎製造に用いられる麹菌であればいかなるものでもよく、例えば前記したようなアスペルギルス・カワチ（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ｋａｗａｃｈｉｉ）等に代表される白麹菌、アスペルギルス・アワモリ（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ａｗａｍｏｒｉ）、アスペルギルス・ニガー（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ｎｉｇｅｒ）等で代表される黒麹菌などをあげることができる。より具体的には、アスペルギルス・カワチ（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ｋａｗａｃｈｉｉ）ＩＦＯ４３０８、アスペルギルス・アワモリ（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ａｗａｍｏｒｉ）ＩＦＯ４０３３、ＩＦＯ４３８８、ＩＦＯ１９５５、ＩＦＯ８８７５、ＩＦＯ８８７６、ＩＦＯ８８７７、アスペルギルス・ニガー（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ｎｉｇｅｒ）ＩＦＯ４４１４、ＩＦＯ４４１５、ＩＦＯ４４１６、ＩＦＯ４４１７などをあげることができる。また調味料を製造する場合も、通常、みりん、醤油、味噌、鰹節、料理酒などの調味料製造に用いられる麹菌であればいかなるものでも良く、例えば前記したようなアスペルギルス・オリゼ（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ｏｒｙｚａｅ）、アスペルギルス・ソイヤ（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ｓｏｊａｅ）、アスペルギルス・カワチ（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ｋａｗａｃｈｉｉ）、アスペルギルス・グラウカス（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ｇｌａｕｃｕｓ）などをあげることができる。

より具体的にはアスペルギルス・オリゼ（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ｏｒｙｚａｅ）ＡＴＣＣ１４８９５、ＡＴＣＣ７６６６５、アスペルギルス・ソイヤ（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ｓｏｊａｅ）ＡＴＣＣ１１９０６、ＡＴＣＣ２００４４０、ＡＴＣＣ２０１９３８、

アスペルギルス・カワチ（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓｋａｗａｃｈｉｉ）ＩＦＯ４３０８、アスペルギルス・グラウカス（Ａｓｐｅｒｇｉｌｌｕｓ　ｇｌａｕｃｕｓ）ＡＴＣＣ１４５６７などをあげることができる。

【００８６】

本発明において、培地に接種する麹菌の形態は任意であり、胞子または菌糸を用いることができる。

【００８７】

本発明に使用する培地は、液体培地であればとくに制限はなく、好ましい培地は目的生成物の種類や麹菌の種類によっていろいろ変化するが、上記麹菌が生育する液体培地であればいずれでもよく、例えば糸状菌の培養に一般的に用いられる窒素源、無機塩類等を含む液体培地をあげることができる。また、上記麹菌が生育する液体培地であれば、天然培地または合成培地のいずれも本発明に用いることができる。

【００８８】

目的生成物が焼酎の場合には、前述の天然培地としては、焼酎蒸留粕をあげることができる。ここでいう焼酎蒸留粕とは、本格焼酎を製造する際の蒸留残さのことであり、芋焼酎、米焼酎、麦焼酎、そば焼酎など種々の焼酎蒸留粕をあげることができる。また目的生成物が調味料の場合には、前述の天然倍地としては、小麦フスマ、大麦フスマ、米糠、大豆粕、みりん粕などをあげることができる。

【００８９】

上記窒素源としては、アンモニア、塩化アンモニウム、硫酸アンモニウム、酢酸アンモニウム、リン酸アンモニウム等の無機塩もしくは有機酸のアンモニウム塩、その他の含窒素化合物、ならびにペプトン、肉エキス、酵母エキス、コーンスティープリカー、カゼイン加水分解物、大豆粕および大豆粕加水分解物、脱脂大豆、分離大豆蛋白質、グルテン、ゼラチン、コラーゲン、カゼイン等を用いることができる。

また炭素源としてはグルコース、マルトース、フラクトース、シュクロース、乳糖、デンプン、可溶性デンプン等を用いることができる。

【００９０】

無機塩としては、リン酸第一カリウム、リン酸第二カリウム、リン酸マグネシウム、硫酸マグネシウム、塩化ナトリウム、硫酸第一鉄、硫酸マンガン、硫酸銅、炭酸カルシウム等を用いることができる。

【００９１】

培養は、好気的条件下で行い、培養温度は１５～４５℃、好ましくは３０～４０℃が適当である。通気量については、培養環境を好気的に保つことができ、培養液の充分な循環系が形成される条件であれば、いかなる条件でもよく、０．５～５．０ｖｖｍが好ましく、２．５～３．５ｖｖｍであることがさらに好ましい。また、培養時間は通常１～７日間程度である。

【００９２】

上記の培養法で得られる培養物としては、該培養物そのもの、該培養物を遠心分離等することにより得られる培養液、麹菌体、それらの濃縮物またはそれらの乾燥物等をあげることができる。

【００９３】

また上記した培養物を用いて酒類または調味料などの発酵飲食品の製造に用いる場合には、全工程を液相で行うことができる。

【００９４】

全工程を液相で行う焼酎の製造方法としては、とうもろこし、麦、米、いも、さとうきび、黒糖などを原料に用い、該原料を約８０℃の高温で耐熱性酵素剤を使って溶かした後、これに上記した培養物から得られる培養液またはそれらの濃縮物、および酵母を添加することでアルコール発酵させた発酵液を、常圧蒸留法または減圧蒸留法などにより蒸留して製造する方法をあげることができる。また本発明の調味料の製造方法としては、上記した培養液または濃縮物を用いる以外は通常の調味料の製造方法を用いることができる。即ち

、脱脂大豆、分離大豆蛋白質、小麦グルテン、コーングルテン、酵母菌体、ゼラチン、カゼインなどを原料に用い、該原料を加熱殺菌後、これに上記した培養物から得られる培養液またはそれらの濃縮物を添加混合し、常法に従い調味料を製造する。得られた調味料には必要に応じてさらに酵母エキス、アミノ酸、核酸、酸味料、甘味料などを添加してこれを調味料として用いてもよい。本発明の調味料の製造法により得られる調味料としては、麹菌を用いて製造される調味料であれば特に限定されないが、例えば、発酵調味料、しょうゆ、みそ等をあげることができる。

【００９５】

【実施例】

以下に実施例を示して本発明を説明するが、本発明はこれにより何ら限定されるものではない。なお、以下の実施例はすべて図１の装置を使用した。また、以下の（１）～（３）は各実施例に使用した菌の入手手段およびデータをとるための手段を説明するものである。

（１）以下の実施例で用いているアスペルギルス・カワチ（ＩＦＯ４３０８）は、財団法人発酵研究所発行のカタログに記載されており、請求により独立行政法人製品評価技術基盤機構生物遺伝資源センターより分譲を受けることができる。

（２）グルコアミラーゼ活性は、第四回改訂国税庁所定分析法［注解編集委員会編、日本醸造協会（１９９３）］に従って測定した。すなわち、デンプン溶液１ｍＬにＭ／５酢酸緩衝液（１０ｍｍｏｌ／Ｌ酢酸：１０ｍｍｏｌ／Ｌ酢酸ナトリウム＝３．２：６．８の割合で混合し調製したもの、ｐＨ５．０）０．２ｍＬを加え、４０℃で５分間予熱した。これに酵素液（麹菌培養物から遠心分離により菌体を除いた培養上清）０．１ｍＬを加え、４０℃で２０分間反応させ、１ｍｏｌ／Ｌ　塩酸溶液を０．１ｍＬ加えて中和した。別の対照として、デンプン溶液１ｍＬにＭ／５酢酸緩衝液（組成は前記のものと同様）０．２ｍＬを加え、４０℃で５分間予熱し、１ｍｏｌ／Ｌ水酸化ナトリウム溶液を０．１ｍＬ加えた後に酵素液を０．１ｍＬ添加し、以下上記と同様に操作した。続いて、反応溶液中に生成したグルコース含量（ｍｇ）を和光純薬工業（株）製のグルコースＢ－テストワコーキットを用い、添付の説明書に従って測定した。具体的には酵素反応終了後の反応液０．０２ｍＬにキットに同梱の発色試薬３．０ｍＬをよく混合した後、３７℃で２０分間加温し、分光光度計を用いて５０５ｎｍの吸光度を測定した。別の対照として発色試薬のみ３．０ｍＬを３７℃、２０分間加温したものについても上記と同様の操作で吸光度を測定した。グルコース濃度を算定する検量線は、キット同梱のグルコース標準液を蒸留水で希釈し、これを試料として用い、上記と同様の操作で吸光度を測定することで作成した。このようにしてあらかじめ作成した検量線から酵素反応溶液の吸光度に相当するグルコース濃度を求めた。グルコアミラーゼ活性は、可溶性デンプンから４０℃で６０分間に１ｍｇのグルコースを生成する活性を１単位とした。

（３）培養液粘度測定には、Ｂ型粘度計（東京計器製、型式ＢＢＬ）を用いた。具体的には、培養液１５０ｍＬを２００ｍＬビーカーにとり、ウォーターバスにて２５℃に保ちながら、測定を行った。測定条件は、Ｎｏ．２ローターを用い、６０ｒｐｍで１分間回転させた後、その時の指示値を読み取った。５回の繰り返し測定を行い、その平均値を測定値とした。

なお、以下の実施例における％はすべて重量％である。

【００９６】

実施例１〔気泡塔型発酵装置を用いた焼酎用白麹菌培養物の製造〕

大麦を粉砕した原料を２％（Ｗ／Ｖ）の配合量で水に分散させた大麦液体培地１４０Ｌを容量２１５Ｌの図１に記載の気泡塔型発酵装置に入れ、加圧滅菌後、アスペルギルス・カワチ　ＩＦＯ４３０８の胞子懸濁液を1×10^{6}胞子数／ｍＬになるように接種した。その後、温度３０℃、通気量３．１ｖｖｍにて６０時間培養を行った。培養中経時的にサンプリングを行い、培養物のグルコアミラーゼ活性を測定した。

培養試験の結果、図２０に示すように培養６０時間目のグルコアミラーゼ活性は液体麹として使用可能な１００Ｕ／ｍＬをクリアーし、良好な結果となった。

また、図２１に示すように、菌体増殖にともない培養液粘度が徐々に上昇し、培養４８時間目には約１７０ｃｐに達したが、培養液の対流性や混合性が著しく損なわれることはなく、培養は順調に進行した。

【００９７】

実施例２〔気泡塔型発酵装置を用いた焼酎用黒麹菌培養物の製造〕

大麦を粉砕した原料を２％（Ｗ／Ｖ）の配合量で水に分散させた大麦液体培地１４０Ｌを容量２１５Ｌの図１に記載の気泡塔型発酵装置に入れ、蒸気滅菌後、アスペルギルス・アワモリＩＦＯ４３８８の胞子懸濁液を1×10^{6}胞子数／ｍＬになるように接種した。その後、温度３０℃、通気量３．１ｖｖｍにて６０時間培養を行った。培養中経時的にサンプリングを行い、培養物のグルコアミラーゼ活性ならびに粘度を測定した。

その結果、図２２に示すように培養６０時間のグルコアミラーゼ活性は液体麹としての使用可能な１００Ｕ／ｍＬをクリアーし、良好な結果となった。また、図２３に示すように培養２４時間目以降に培養液の粘性が徐々に上昇した。最終的な培養液粘度は前述した図２０の白麹菌の場合より２倍強まで上がったものの、培養液の対流が著しく損なわれることはなく、順調に培養可能であった。

【００９８】

実施例３〔気泡塔型発酵装置による焼酎用白麹菌培養物を用いた全工程が液相となる焼酎の製造〕

実施例１において調製した培養物を用い、全工程が液相による焼酎製造を行った。すなわち、表２に示した仕込配合にて、総麦１ｋｇの仕込を行い、発酵温度を２５℃に保ち、一次仕込５日間、二次仕込１４日間の二段仕込を行った。

【表２】

本発明(液体麹仕込)における仕込配合

原料	一次	二次	計
大麦液体麹(mL)	300	—	300
液化大麦　大麦(g)	200	800	1000
汲水(mL)	300	1200	1500

一次仕込ならびに二次仕込で用いる麦原料は液化処理したものを用いた。大麦の液化処理は、以下の方法で行った。すなわち、内容量５Ｌの撹拌機、ジャケット付き反応缶に水１．５Ｌを入れ、５０℃に保温しながら、原料精白大麦（精麦度８０％）１．０ｋｇを投入し、リクイファーゼＬ４５（阪急バイオインダストリー製の耐熱性酵素、α－アミラーゼ）１ｇとオリエンターゼ１０ＮＬ（阪急バイオインダストリー製、中性プロテアーゼ）０．５ｇとを添加し、撹拌しながら６０分間反応させ、ついで３時間で直線的に９０℃まで昇温させた。２０分後、冷却を開始し、４５℃まで冷却した時点で、セルロシンＡＬ（阪急バイオインダストリー製、ヘミセルラーゼ剤）１．０ｇを添加し、引き続き冷却し、２５℃になった時点で液化処理を終了した。引き続き、該液化処理液を容量比１：４に分割し、おのおの一次仕込、二次仕込に使用した。

【００９９】

比較例１

対照仕込として表３に示すような固体麹と液化処理しない粒原料を用いた仕込を実施した。

【表３】

対照仕込(固体麹仕込)における仕込配合

原料	一次	二次	計
大麦麹(g)	300	—	300
大麦(g)	—	700	700
汲水(mL)	460	1340	1800

【０１００】
図２４に実施例３と比較例１の発酵経過を示した。図２４から明らかなように、実施例３の液体麹を用いた仕込みの場合と比較例１の固体麹を使用した対照仕込みと比較して、液体麹を用いた仕込みにおいても、従来の固体麹を用いた仕込みとほぼ同様の発酵経過を示した。また、両者を減圧蒸留後、アルコール度数２５％に和水したものをパネラー１０名による採点法（５点評価法、１：良、５：悪）により官能評価を行い、その平均点を表４に示した。
【表４】

焼酎仕込試験の官能評価

	評点
対照仕込	3.0
本発明による仕込	3.0

その結果、酒質の差異もほとんど認められず、本液体麹を用いて十分に焼酎製造が可能であることが確認できた。
【０１０１】
実施例４〔気泡塔型発酵槽を用いた発酵調味料用麹菌培養物の製造〕
小麦フスマ１％、リン酸２水素カリウム０．１％、塩化カリウム０．０５％、硫酸マグネシウム７水和物０．０５％、硫酸鉄７水和物０．０１％を含有する培地１４０Ｌを容量２１５Ｌの図１に記載の気泡塔型発酵槽に入れ、アスペルギルス・オリーゼ（市販醤油用麹菌マイルドＳ樋口松之助商会製）の胞子懸濁液を１×10^6胞子数／ｍＬになるように接種した。その後、温度３０℃、通気量３．１ｖｖｍにて６０時間培養を行い、培養物のプロテアーゼ活性を測定した。
プロテアーゼ活性は、乳製カゼインを基質とするアンソン・萩原らの変法〔Ｈａｇｉｗａｒａ．Ｂ．ｅｔａｌ．、Ｊ．Ｂｉｏｃｈｅｍ．４５．１６５（１９５８）〕に従って測定した。
培養試験の結果、培養６０時間目のプロテアーゼ活性は液体麹として使用可能な１００Ｕ／ｍＬをクリアーし、良好な結果となった。
また培養液粘度で対流性や混合性が損なわれることはなく、培養は順調に進行した。
【０１０２】
実施例５〔気泡塔型発酵槽による調味料用麹菌培養物を用いた全工程が液相となる発酵調味料の製造〕
実施例４において調製した培養物を用い、全工程が液相による調味料製造を行った。すなわち、１５％大豆蛋白質分散液１．０Ｌを加圧殺菌処理し、１．０Ｌの麹菌培養物と混合し、７日間、２５℃に保った。得られた混合物をろ過し、上清を得た。得られた上清は醤油香がなく良好なうま味を持っていた。このことから、本液体麹を用いて調味料製造が可能であることが確認できた。
以上の結果から、本発明によれば、気泡塔型発酵装置を用いた液体培養によって焼酎製造、調味料製造に必要な酵素活性の高い麹菌培養物を、簡便な液体培養法にて安定的に製造することができることが確認できた。また、固体培養に比べて極めて厳密な製麹管理を容易に行うことができる液体培養によって、品質の高い麹の安定的な製造が可能になった。また、麹の液体化により、もろみの流動化による発酵管理の簡易化だけでなく、麹製造プ

ロセス、ひいては焼酎製造プロセス、調味料製造プロセスの省力化、効率化も可能となった。

【０１０３】

【発明の効果】

本発明によれば、気泡塔型発酵装置を用いた液体培養によって、焼酎製造や調味料製造を行うのに充分な酵素活性を有する麹菌培養物を提供することができる。気泡塔型発酵装置を用いた液体培養は固体培養に比べ厳密な培養コントロールが可能なので安価に品質が安定した麹を製造することができる。液体培養によって得られる培養物そのものは、液体麹として利用することができ、固体麹を使用する従来の焼酎製造とは異なり、全工程を液相のままで行うことが可能なので、本発明により従来に比べ効率的かつ安定的な焼酎製造システムを提供することができる。また、従来の液体培養では対応が困難であった高粘度液体であっても何の支障もなく円滑な培養を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に係る装置の一例を概略的に示す一部切欠き斜視図である。

【図２】図１に示す装置を概略的に示す断面図である。

【図３】図１に示す装置を図１中III－III線にしたがって、切断し、その上方から下方にみた場合を概略的に示す横断面図である。

【図４】図１に示す装置を用いているドラフトチューブの一部を拡大して模式的に示す図であり、図４（ａ）は、ドラフトチューブを組み立てる工程において、ドラフトチューブ３を構成する、ある中空パイプを他のある中空パイプに接続する前の状態を模式的に示す斜視図であり、また、図４（ｂ）は、ドラフトチューブを組み立てる工程において、ドラフトチューブを構成する、ある中空パイプを他にある中空パイプに接続した後の状態を模式的に示す斜視図である。

【図５】本発明に係る装置の他の一例を概略的に示す一部切欠き斜視図である。

【図６】図５に示す装置を概略的に示す断面図である。

【図７】本発明に係る装置の他の一例を概略的に示す一部切欠き斜視図である。

【図８】図７に示す装置で用いているドラフトチューブの一部を拡大して模式的に示す図であり、図８（ａ）は、ドラフトチューブを組み立てる工程において、ドラフトチューブを構成する、ある中空パイプを他のある中空パイプに接続する前の状態を模式的に示す斜視図であり、また図８（ｂ）は、ドラフトチューブを組み立てる工程において、ドラフトチューブを構成する、ある中空パイプを他のある中空パイプに接続した後の状態を模式的に示す斜視図である。

【図９】本発明に係る装置の他の一例を概略的に示す一部切欠き斜視図である。

【図１０】本発明に係る装置の他の一例を概略的に示す一部切欠き斜視図である。

【図１１】図１０に示す装置を概略的に示す断面図である。

【図１２】図１０に示す装置を、図１０中、XVII－XVII線に従って切断し、その上方から下方に見た場合を概略的に示す横断面図である。

【図１３】本発明に係る装置の他の一例を概略的に示す一部切欠き斜視図である。

【図１４】図１３に示す装置を概略的に示す断面図である。

【図１５】本発明に係る装置の他の一例を概略的に示す一部切欠き斜視図である。

【図１６】本発明に係る装置の他の一例を概略的に示す一部切欠き斜視図である。

【図１７】本発明に係る装置の他の一例を概略的に示す一部切欠き斜視図である。

【図１８】図１７に示す装置を概略的に示す断面図である。

【図１９】図１７に示す装置を図１８中XX－XX線に従って切断し、その上方から下方に見た場合を概略的に示す横断面図である。

【図２０】実施例１における培養時間とグルコアミラーゼ活性との関係を示すグラフである。

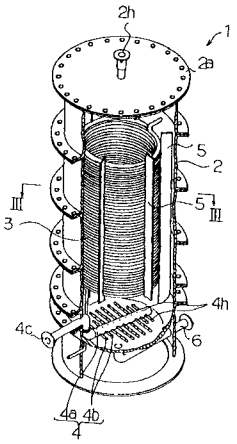
【図２１】実施例１における培養時間と培養液粘度の関係を示すグラフである。

【図２２】実施例２における培養時間とグルコアミラーゼ活性との関係を示すグラフである。

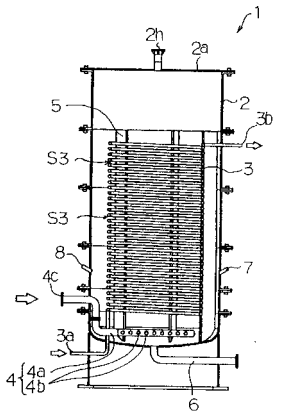
【図２３】実施例２における培養時間と培養液粘度との関係を示すグラフである。
【図２４】実施例３（実施例１で得られた液体麹を用いた）の発酵による場合と比較例１（固体麹を用いた）の発酵による場合の、発酵期間とアルコール度数の関係を示すグラフである。
【符号の説明】
１　気泡塔型発酵装置
２　（気泡）塔（缶体）
２ａ　塔（缶体）２の蓋体
２ｈ　蓋体２ａに設けたガス抜き孔
３　ドラフトチューブ
３ａ　ドラフトチューブの一端
３ｂ　ドラフトチューブの他端
３Ａ　ドラフトチューブ
３Ｂ　ドラフトチューブ
４　スパージャー
４ａ　スパージャーの幹管
４ｂ　スパージャーの枝管
４ｃ　ガス供給口
４ｈ　貫通孔
５　支柱
６　排水管
６ｃ　排水口
７　各種計測機器素子（例えばｐＨ電極や溶存酸素電極、温度計など）の挿入口
８　各種計測機器素子（例えばｐＨ電極や溶存酸素電極、温度計など）の挿入口
２１　気泡塔型発酵装置
２３　ドラフトチューブ
２３Ａ　ドラフトチューブ
２３Ｂ　ドラフトチューブ
２３Ｕ１　ドラフトチューブユニット
２３Ｕ２　ドラフトチューブユニット
２３Ｕ３　ドラフトチューブユニット
２３ＡＵ１　ドラフトチューブユニット
２３ＡＵ２　ドラフトチューブユニット
２３ＡＵ３　ドラフトチューブユニット
２３ＢＵ１　ドラフトチューブユニット
２３ＢＵ２　ドラフトチューブユニット
２３ＢＵ３　ドラフトチューブユニット
２４　スパージャー
２４ａ　ノズルタイプスパージャー
２４ｂ　ノズルタイプスパージャー
４１　気泡塔型発酵装置
４３　ドラフトチューブ
４３Ａ　ドラフトチューブ
４３Ｂ　ドラフトチューブ
６１　気泡塔型発酵装置
６３　ドラフトチューブ
６３Ａ　ドラフトチューブ
６３Ｂ　ドラフトチューブ
６３Ｕ１　ドラフトチューブユニット
６３Ｕ２　ドラフトチューブユニット

６３Ｕ３　ドラフトチューブユニット
６３ＡＵ１　ドラフトチューブユニット
６３ＡＵ２　ドラフトチューブユニット
６３ＡＵ３　ドラフトチューブユニット
６３ＢＵ１　ドラフトチューブユニット
６３ＢＵ２　ドラフトチューブユニット
６３ＢＵ３　ドラフトチューブユニット
７１　気泡塔型発酵装置
８１　気泡塔型発酵装置
９１　気泡塔型発酵装置
１０１　気泡塔型発酵装置
１１１　気泡塔型発酵装置
Ｓ３　空隙

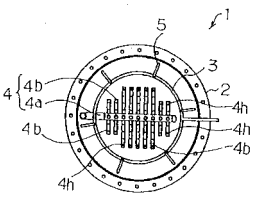
【図１】



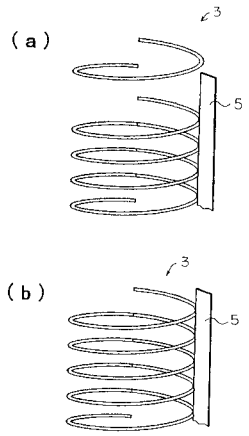
【図２】



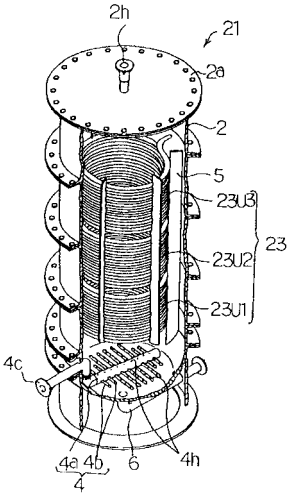
【図３】



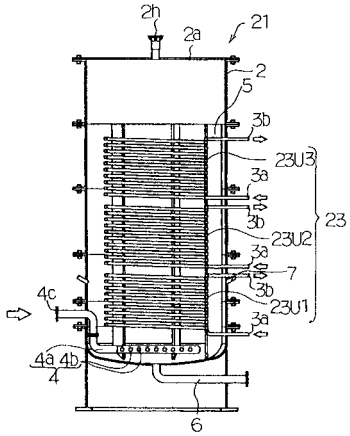
【図４】


(a)
3
5
(b)
3
5

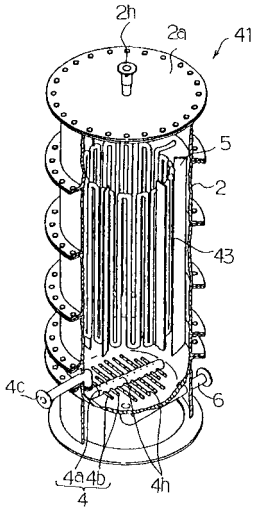
【図５】


2h
21
2a
2
5
23U3
23U2
23U1
23
4c
4a
4b
4
6
4h

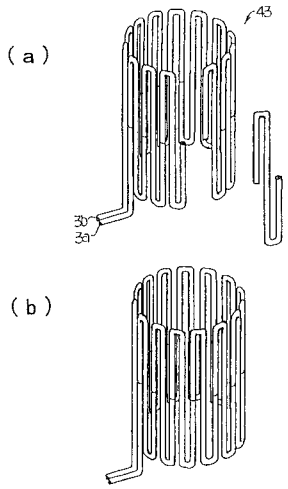
【図６】


2h
2a
21
2
5
3b
23U3
3a
3b
23U2
3a
7
3b
23U1
3a
23
4c
4a
4b
4
6

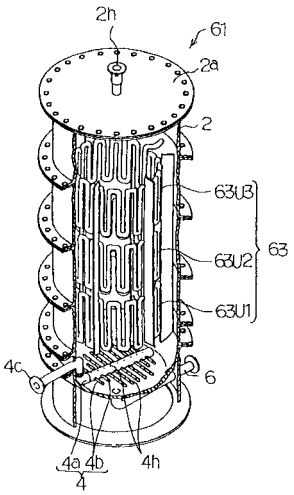
【図７】


2h
2a
41
5
2
43
4c
6
4a
4b
4
4h

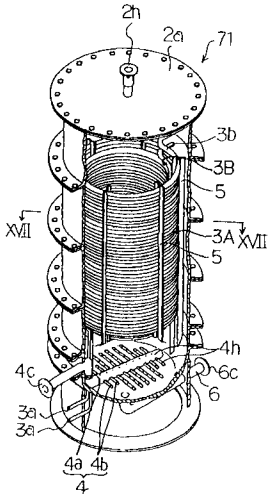
【図８】


(a)
43
3b
3a
(b)

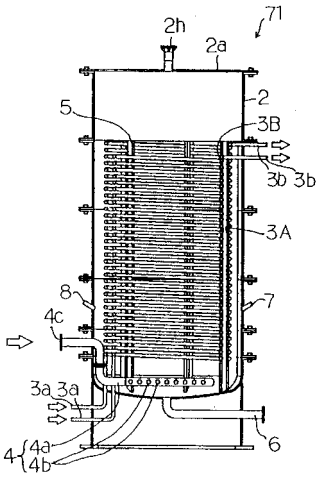
【図９】


2h
61
2a
2
63U3
63U2
63
63U1
4c
6
4a 4b
4
4h

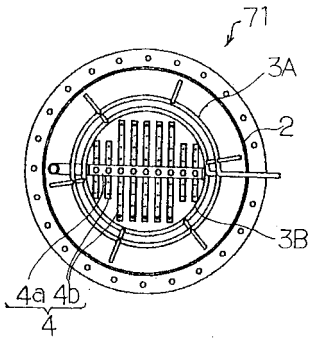
【図１０】


2h
2a
71
3b
3B
5
XVII
3A
XVII
5
4h
4c
6c
6
3a
3a
4a 4b
4

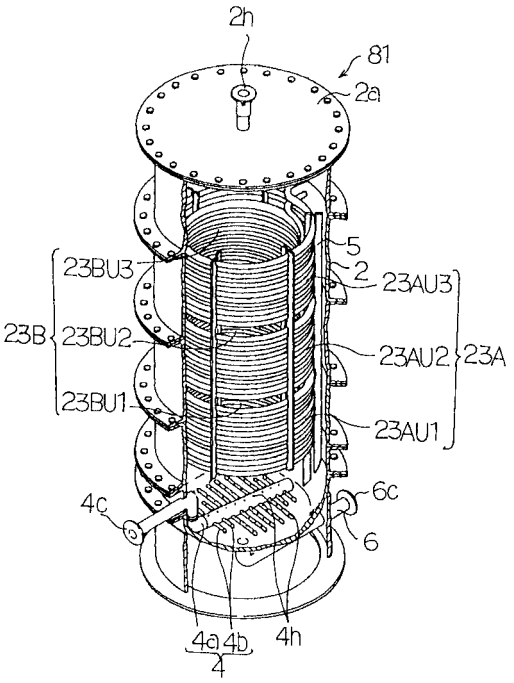
【図１１】


2h
2a
71
2
5
3B
3b 3b
3A
8
7
4c
3a 3a
6
4
4a
4b

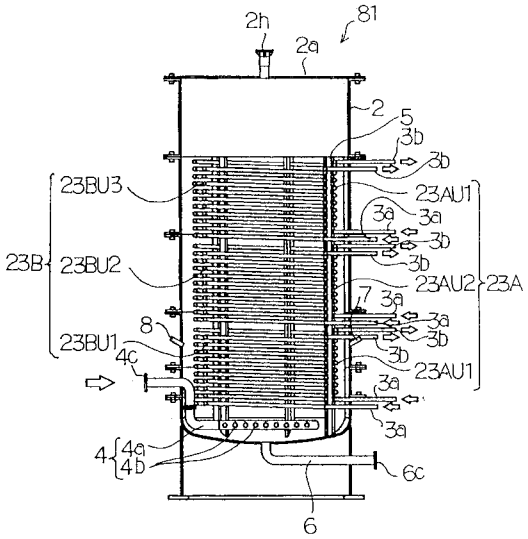
【図１２】



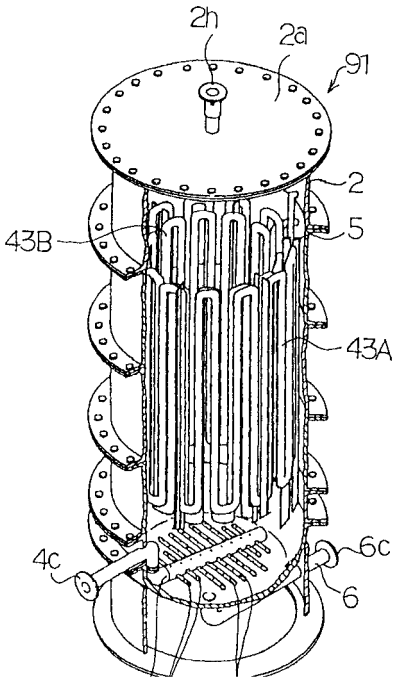
【図１３】



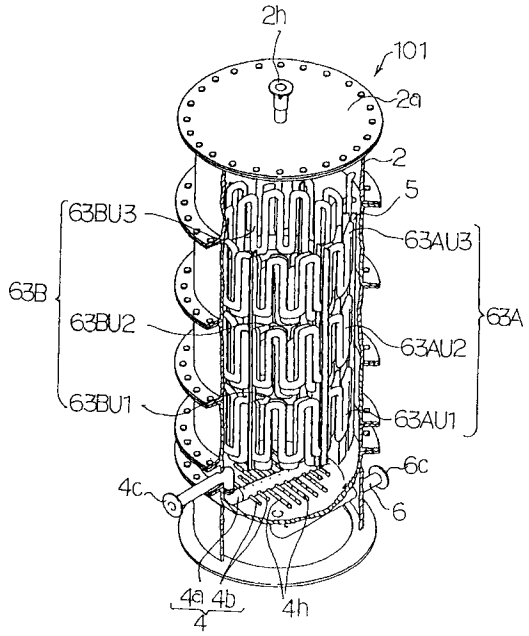
【図１４】



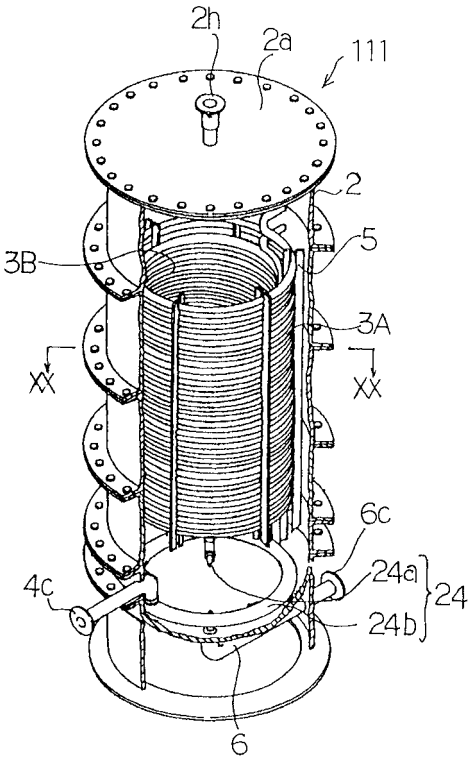
【図１５】



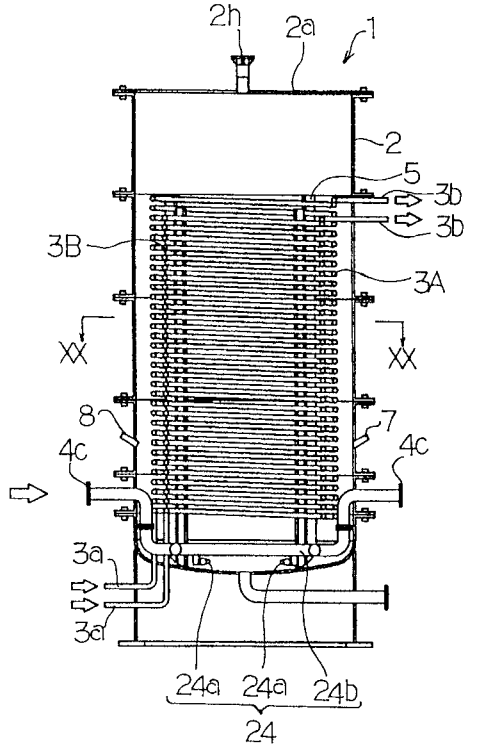
【図１６】



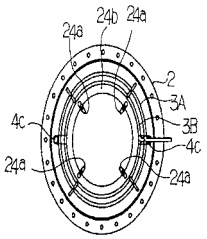
【図１７】



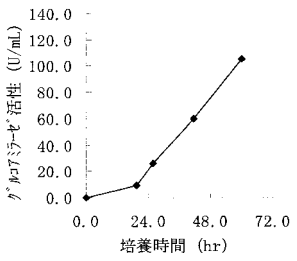
【図１８】



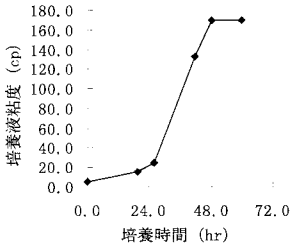
【図１９】



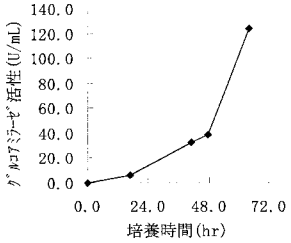
【図２０】



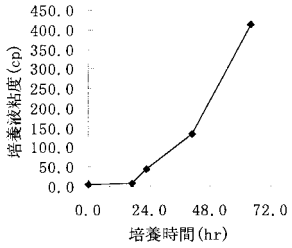
【図２１】



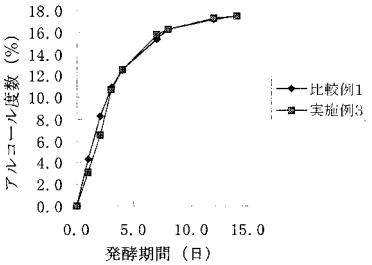
【図２２】



【図２３】



【図２４】



フロントページの続き

(72)発明者　長谷川　裕寿
茨城県守谷市松前台３－２０－２－Ａ２０１
(72)発明者　徳永　税
茨城県稲敷郡阿見町阿見４０４１　協和醗酵工業株式会社　食品酒類開発研究所内
(72)発明者　斎藤　知明
茨城県稲敷郡阿見町阿見４０４１　協和醗酵工業株式会社　食品酒類開発研究所内

審査官　中村　正展

(56)参考文献　特開２００３－０４７４５５（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－３２１１５４（ＪＰ，Ａ）
特公昭３７－００３５４０（ＪＰ，Ｂ１）
特開平１１－２２５７４６（ＪＰ，Ａ）
特開昭４９－１３２２８４（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１５３１４４（ＪＰ，Ａ）
国際公開第０３／０２３３０６（WO，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
C12N　1/00- 1/38
A23L　1/221
C12G　3/00- 3/12
C12M　1/00- 1/08
JSTPlus(JDreamII)