

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2009年10月1日(01.10.2009)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2009/119120 A1

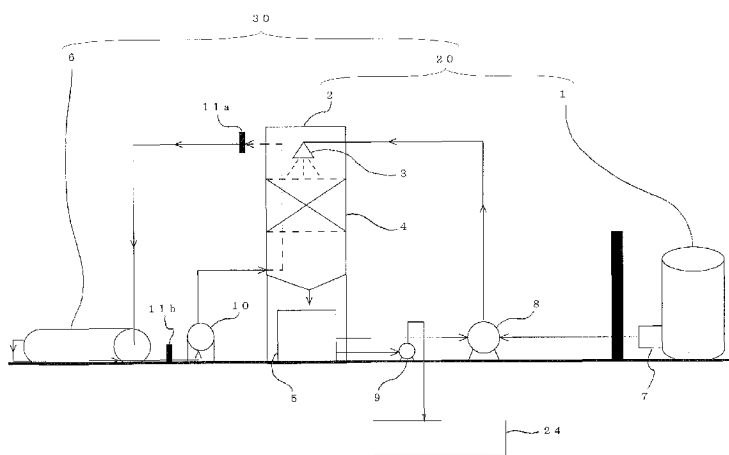
- (51) 国際特許分類:  
B09B 3/00 (2006.01) B01D 19/00 (2006.01)  
A23K 1/22 (2006.01) C02F 11/04 (2006.01)  
A23N 17/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/001461
- (22) 国際出願日: 2009年3月30日(30.03.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2008-086774 2008年3月28日(28.03.2008) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人帯広畜産大学 (Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine) [JP/JP]; 〒0808555 北海道帯広市稲田町西2線11番地 Hokkaido (JP). 三井造船株式会社 (MITSUI ENGINEERING & SHIPBUILDING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1048439 東京都中央区築地5丁目6番4号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 高橋 潤一 (TAKAHASHI, Junichi) [JP/JP]; 〒0808555 北海道帯広市稲田町西2線11番地 国立大学法人帯広畜産大学内 Hokkaido (JP). 梅津 一孝(UMEZU, Kazutaka) [JP/JP]; 〒0808555 北海道帯広市稲田町西2線11番地 国立大学法人帯広畜産大学内 Hokkaido (JP). 濱本 修 (HAMAMOTO, Osamu) [JP/JP]; 〒1048439 東京都中央区築地5丁目6番4号 三井造船株式会社内 Tokyo (JP). 宮崎 陽子(MIYAZAKI, Yoko) [JP/JP]; 〒1048439 東京都中央区築地5丁目6番4号 三井造船株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 石井 博樹(ISHII, Hiroki); 〒1040031 東京都中央区京橋2丁目5番地22号 キムラヤビル6階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,

[続葉有]

(54) Title: METHANE FERMENTATION SYSTEM, FEED PRODUCTION APPARATUS AND FEED PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: メタン発酵システム、飼料製造装置および飼料製造方法

[図1]



(57) Abstract: Disclosed are a fermentation apparatus by which ammonia formed as a by-product in fermenting an organic waste is collected in a larger amount than in the existing processes of collecting ammonia formed as a by-product in fermentation so as to ensure a sufficient amount of ammonia for producing a feed with a high added value, thereby producing a high value-added feed, and which is downsized and enables methane fermentation at 60°C or above within a shorter fermentation time (days) at a low cost; and a feed production apparatus by which a fermented feed with high qualities can be produced owing to the ammonia collected in an increased amount. Also, the amount of nitrogen contained in the fermentation liquor can be reduced. To achieve these objects, the organic waste is methane-fermented while maintaining the temperature at a high level of 60°C or above and ammonia formed as a by-product in the fermentation liquid is maintained at as a high temperature as possible and subjected to gas-liquid contact with the air circulating in an ammonia-collecting column (2). The diffused ammonia is transported by the circulating air to an ammonia-treating tank (6) wherein it is brought into contact with the starting materials of feed to give a high value-added feed.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2009/119120 A1



LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明の課題は、有機性廃棄物を発酵処理することによって副生するアンモニアを、従来の発酵処理によって副生するアンモニアより多く回収することで、付加価値の高い飼料を製造するに十分なアンモニアの量を確保し高付加価値飼料を製造するとともに、小型化され、60°C以上のメタン発酵における、より短い所要発酵日数によって低コストの発酵設備および増量した回収アンモニアによって高品質の発酵飼料を製造できる飼料製造設備を提供することである。また、発酵液中の窒素量を低減することである。そのために、有機性廃棄物を60°C以上の温度を維持してメタン発酵させ、副生した発酵液中のアンモニアをできるだけ高い温度を維持してアンモニア回収塔2内で循環空気と気液接触させる。放散したアンモニアを循環空気でアンモニア処理槽6へ移送し、アンモニア処理槽において飼料原料と接触させて高付加価値の飼料を製造する。

## 明 細 書

### メタン発酵システム、飼料製造装置および飼料製造方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、メタン発酵システム、更に有機性廃棄物を60℃以上の高温でメタン発酵した際に得られる生成物質を利用して、付加価値の高い飼料を製造する技術に関するものである。

#### 背景技術

[0002] 従来より、畜産廃棄物や生ゴミ等の有機性廃棄物の処理には、中温メタン発酵菌（至適温度37℃）や高温メタン発酵菌（至適温度55℃）による発酵処理が行われている。そして、発酵液中にはメタン発酵によって生成（副生）するアンモニア態窒素が含まれている。そこで、このアンモニアを回収し、穀物の葉茎（例えば、藁類や半乾燥牧草）等のサイレージ原料にアンモニア処理を施すことにより、飼料としての消化性、栄養価及び家畜の嗜好性を向上させて、付加価値の高い飼料を製造する技術が知られている（例えば特許文献1）。

#### 発明の開示

##### 発明が解決しようとする課題

[0003] しかし、従来より、有機性廃棄物に対して行われている中温メタン発酵菌や高温メタン発酵菌による発酵処理では、発酵温度が低いため付加価値の高い飼料を製造するに必要なアンモニアが充分発生しないという欠点があった。また中温メタン発酵菌のように至適温度が37℃程度の低い温度による発酵では、硫化水素、硫化メチル、二硫化メチル、メチルメルカプタン等の硫化物を含む悪臭ガスが分解されず発酵槽中に存在するので、これら悪臭成分を取り除くのに脱臭設備を設ける必要があり、コスト的にもかなりの高額な設備を要するものとなっていた。

[0004] さらに、中温メタン発酵菌による発酵処理では同じ量を処理するのに、発酵日数が30日、高温メタン発酵菌による発酵処理では発酵日数が15日と

発酵日数に長時間を要するため、設備自体が大きくなってしまいうという欠点を有していた。

[0005] 本発明は上記のような事情に鑑みなされたもので、本発明の課題は、メタン発酵処理によって発酵液中に生成するアンモニアの発生量より多くすることができるメタン発酵処理システムを提供することにある。

[0006] また、有機性廃棄物を発酵処理することによって生成するアンモニアの発生量を、従来の発酵処理によって生成するアンモニアの発生量より多く発生させることで、付加価値の高い飼料を製造するのに十分なアンモニアの量を確保し、以って低コストの飼料製造装置および飼料製造方法を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するため、本発明に係る第1の態様は、有機性廃棄物を60℃以上の温度を維持してメタン発酵させる発酵槽と、前記メタン発酵後の発酵液からアンモニアを回収するアンモニア回収装置と、を備えることを特徴とするメタン発酵システムである。

[0008] 本態様によれば、所謂中温メタン発酵（約37℃）や高温メタン発酵（約55℃）に比して、60℃以上の例えば62℃、65℃、70℃、75℃、更には80℃という超高温メタン発酵を行うことにより、発酵液中の有機体窒素がアンモニア態窒素に分解する反応が進行し、発酵液中に存在するアンモニア態窒素の割合をある程度増加させることができる。但し、アンモニアのメタン発酵に対する強い阻害性のため、単に高温化によるアンモニア濃度増加方法は好ましくなく、60℃～70℃程度が好ましい。

ここで、「超高温メタン発酵菌」とは、前記高温メタン発酵菌（至適温度55℃）よりも更に高温でメタン発酵を行う菌を意味する。超高温メタン発酵菌の一例として、例えば水素資化性メタン生成菌が挙げられる。

[0009] そして、アンモニア態窒素の存在割合を増加させた状態の発酵液に対して、アンモニア回収装置によるアンモニア回収を実行するので、ここで著しく高められたアンモニア蒸気圧によって多量のアンモニアを効率的に回収する

ことができる。

同時に発酵液中のアンモニア態窒素を効果的に減少させることができ、以って発酵液中に含まれる有機体窒素およびアンモニア態窒素のトータルの量を効果的に減少させることができる。すなわち、発酵液中の窒素のトータル量を低減して窒素汚染源となる過剰窒素分を予め除去することができるので、該発酵液を肥料として土壤に還元したときに地下水の窒素汚染の問題を低減することができる。

[0010] また、メタン発酵槽の温度を前記の如く、60℃、62℃、65℃、70℃、75℃、更には80℃に高めると、前記過剰窒素の減少に加えて、発酵液自体の滅菌効果も同時に得ることができる。すなわち、バクテリアやウィルスの殺菌を同時に行うことができ、発酵液を農地還元した際にバクテリアやウィルスで土壤が汚染される問題を防止することができる。70℃以上ではブタプラボウィルスも短時間で死滅させることができる。

[0011] 本発明に係る第2の態様は、第1の態様のメタン発酵システムにおいて、前記アンモニア回収装置を出たアンモニア除去処理後の発酵液を前記発酵槽に戻すように構成されていることを特徴とする。

[0012] 上記の如く超高温メタン発酵を行うと、中温メタン発酵（約37℃）や高温メタン発酵（約55℃）に比して、メタン発酵槽内の発酵液中に多量のアンモニアが発生し、この多量に発生したアンモニアによって発酵が進みにくくなる現象、すなわちアンモニア阻害の現象が現れる。

本態様によれば、アンモニア回収装置から出た発酵液は、アンモニア回収処理を経ているので、この発酵液をメタン発酵槽に戻すことで、メタン発酵槽内の発酵液中のアンモニア濃度を薄めることができ、以ってアンモニア阻害を防止することができる。

[0013] 本発明に係る第3の態様は、有機性廃棄物を60℃以上の温度を維持してメタン発酵させるメタン発酵槽と、前記メタン発酵後の発酵液からアンモニアを回収するアンモニア回収装置と、前記アンモニア回収装置で回収されたアンモニアを、飼料原料と接触させるアンモニア処理槽と、を備えることを

特徴とする飼料製造装置である。

[0014] 本態様によれば、60℃以上という従来よりも高い温度で活性がある超高温メタン発酵菌の作用によって有機性廃棄物を発酵させるので、発酵槽で生成されるアンモニアの量を従来よりも多く生成することができる。

[0015] そして、発酵槽で多量にアンモニアが生成されるため、付加価値の高い飼料を製造するのに十分なアンモニアを供給することが可能となる。よって、発生したアンモニアを回収塔で回収し、アンモニア処理槽へ送ることによって、飼料とアンモニアを十分に接触させることができるため、高付加価値の飼料の製造が可能となる。

[0016] すなわち本態様によれば、所謂中温メタン発酵（約37℃）や高温メタン発酵（約55℃）に比して、60℃以上の例えば62℃、65℃、70℃、75℃、更には80℃という超高温メタン発酵を行うことにより、発酵液中の有機体窒素がアンモニア態窒素に分解する反応が進行し、発酵液中に存在するアンモニア態窒素の割合をある程度増加させることができる。アンモニア態窒素の割合を増加させるためには、メタン発酵槽における発酵温度を62℃、65℃、70℃、75℃、更には80℃に高めると一層効果的である。但し、アンモニアのメタン発酵に対する強い阻害性のため、単に高温化によるアンモニア濃度増加方法は好ましくなく、60℃～70℃程度が好ましい。

そして、アンモニア態窒素の存在割合を増加させた状態の発酵液に対して、アンモニア回収装置によるアンモニア回収を実行するので、ここで著しく高められたアンモニア蒸気圧によってアンモニアを従来よりも多量に回収することができる。そして、この回収したアンモニアをアンモニア処理槽内でサイレージ原料に吸着させることで粗蛋白質量の多い高付加価値の飼料の製造が可能となる。

[0017] 本発明に係る第4の態様は、有機性廃棄物を60℃以上の温度を維持してメタン発酵させる発酵槽による発酵工程と、前記メタン発酵後の発酵液からアンモニアをアンモニア回収装置で回収するアンモニア回収工程と、前記ア

ンモニア回収工程で回収されたアンモニアを、アンモニア処理槽において飼料原料と接触させるアンモニア処理工程を含むことを特徴とする飼料製造方法である。

- [0018] 本態様によれば、第3の態様と同様の効果を得ることができる。さらに、60℃以上（例えば60℃、62℃、65℃、70℃等）という従来よりも高い温度で活性がある超高温メタン発酵菌の作用によって有機性廃棄物を発酵させる工程を含んでいるので、発酵槽中に存在している硫化水素、硫化メチル、二硫化メチル、メチルメルカプタン等の硫化物を含む悪臭ガス等が高温のため分解され、後工程においてこれらを除くための脱臭塔設備が不要となり、設備自体のコストを大幅に下げることができ、更に設備のコンパクト化を図ることができる。
- [0019] 本発明に係る第5の態様は、第4の態様の飼料製造方法において、前記アンモニア回収工程では、アンモニアを含有する発酵液を前記アンモニア回収装置内で気液接触させて、前記発酵液からアンモニアを回収することを特徴とする。
- [0020] 本態様によれば、第4の態様の飼料製造方法において、アンモニア回収工程で発酵液を気体と接触させることで、発酵液中に溶けているアンモニアが放散し易くなり、効率よくアンモニアを回収することができる。
- [0021] 本発明に係る第6の態様は、第5の態様の飼料製造方法において、前記アンモニア回収工程で回収されたアンモニアを、前記アンモニア回収装置と前記アンモニア処理槽との間を循環している前記気液接触させた気体が、前記アンモニア回収装置から前記アンモニア処理槽へ移送し、前記アンモニア処理槽において飼料原料と接触させることを特徴とする。
- [0022] 本態様によれば、第5の態様の飼料製造方法において、アンモニア回収装置とアンモニア処理槽内との間を循環している気体が、アンモニア回収工程で回収されたアンモニアをアンモニア回収装置からアンモニア処理槽へ移送する。従って、他の装置を増設して回収されたアンモニアをアンモニア処理槽へ移送する必要がなく、効率よく回収されたアンモニアをアンモニア処理

槽へ移送することができ、そして、飼料とアンモニアを十分に接触させることができる。

[0023] 本発明に係る第7の態様は、第4の態様から第6の態様のいずれか1つの態様の飼料製造方法において、前記アンモニア回収工程の温度が前記発酵工程の温度以上であることを特徴とする。

[0024] 第7の態様によれば、第4の態様から第6の態様のいずれか1つの態様の飼料製造方法において、アンモニア回収工程の温度が発酵工程の温度以上であるので、アンモニア回収工程内で更にアンモニアの発生を促進し、より多くのアンモニアを発生させることができる。

[0025] 本発明に係る第8の態様は、第4の態様から第6の態様のいずれか1つの態様の飼料製造方法において、前記アンモニア回収工程においてアンモニアを回収した後の発酵液を前記発酵槽に戻すことを特徴とする。

[0026] 発酵槽内で有機性廃棄物に含まれている有機態窒素が分解されてアンモニア態窒素となり、一定以上のアンモニアが生成すると発酵液中のアンモニア濃度が高くなり、発酵槽内のメタン発酵菌の活性を下げることになる（アンモニア阻害）。しかし、第8の態様によれば、第4の態様から第6の態様のいずれか1つの態様において、アンモニア回収工程においてアンモニアを回収した後の発酵液を発酵槽に戻すことで、発酵槽内の発酵液中のアンモニアの濃度を薄めることができ、メタン発酵菌の活性を維持することが可能となる。

### 発明の効果

[0027] 本発明によれば、有機性廃棄物を発酵処理することによって生成するアンモニアの発生量を、従来の発酵処理によって生成するアンモニアの発生量より多く発生させることができる。これにより、付加価値の高い飼料を製造するに十分なアンモニアの量を確保し、高付加価値飼料を製造するとともに、小型化された低コストの発酵設備および飼料製造設備を稼働させることができる。

また、該発酵液を肥料として土壤に還元したときに発酵液中の窒素量が減



少しているので、地下水の窒素汚染の問題を低減することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0028] [図1]本発明の第1の実施例における概略図。  
[図2]本発明の第2の実施例における概略図。  
[図3]アンモニア回収装置におけるアンモニア濃度の温度依存性を説明する図。

### 発明を実施するための形態

- [0029] 本発明に係るメタン発酵システム、飼料製造装置及び製造方法の概要について以下説明する。

- [0030] [有機性廃棄物]

本発明において有機性廃棄物とは、例えば、畜産廃棄物や緑農廃棄物、排水処理汚泥などが挙げられる。ここで畜産廃棄物としては、家畜の糞尿や、屠体および／またはその加工品が挙げられ、より具体的には牛、羊、山羊、ニワトリ等の家畜の屠体、そこから分離された骨、肉、脂肪、内蔵、血液、脳、眼球、皮、蹄、角などのほか、例えば肉骨粉、肉粉、骨粉、血粉などに代表される、家畜屠体の骨、肉等を破碎した破碎物や、血液などを乾燥した乾燥物も含まれる。また緑農廃棄物には、家庭の生ごみのほか、産業廃棄物生ごみとして、農水産業廃棄物、食品加工廃棄物等が含まれる。

- [0031] [発酵槽および発酵工程]

超高温メタン発酵（60℃以上で行うメタン発酵）

超高温メタン発酵に先立ち、原料となる有機性廃棄物の状態により、必要に応じて前処理として破碎・分別工程、夾雑物除去を実施することができる。破碎・分別工程は、例えば、以下に示すような分別破碎、あるいは全量破碎により行うことができる。

- [0032] 分別破碎の場合は、破碎分別機を用い、有機性廃棄物の中で容易に破碎可能な部位を液と共にスラリーとして回収する。一方、破碎しにくい部位は塊状物として別途収集する。スラリーの含水率は、70～90重量%、塊状物の含水率は40～60重量%程度である。破碎分別機は、有機性の固形物を

せん断力、引っ張り力によって破碎するもので、カッター一部分は2軸式または3軸式のものが利用できる。牛などの動物屠体を原料とする場合は、3軸式で破碎処理する方が破碎の細かさや均一性の観点から好ましい。

[0033] 選別除去すべき混入プラスチック類、シート類などは、メッシュによる選別、風選（風力による選別）などで除去することができる。

[0034] また、全量粉碎の場合は、例えばディスポージャー等の破碎機を使用して全対象物を破碎する。含水率は、一例として60～70重量%であるが、加工品の場合は広い範囲をとる。

[0035] 超高温メタン発酵は、超高温型、またスラリー（湿式）型、ドライ（乾式）型のいずれのタイプでも適用可能である。

[0036] 夾雑物除去の場合は、例えば、牛舎からの糞尿を処理する場合には飼料の稲わらや麦稈が夾雑物として含まれるのでスクリーンやフィルターによって除去しておくといよい。

[0037] 発酵槽は、超高温メタン発酵菌による活動を維持するために、発酵槽内の温度を60℃以上に維持し空気を完全に遮断したタンクにより構成される。発酵槽は固形物濃度（通常3～40重量%の範囲）等によって、形状や運転条件が異なってくる。例えば、洗浄廃水が混合したりして高含水率になった原料（固形物濃度10重量%まで）の場合は湿式型の完全混合方式の発酵槽、低含水率の原料（固形物濃度30～40重量%）の場合は、いわゆる乾式型のプラグフロー式（押し出し式）の発酵槽を用いることが好ましい。

[0038] 発酵槽内の温度は、所謂中温メタン発酵（約37℃）や高温メタン発酵（約55℃）に比して、60℃以上の例えば62℃、65℃、70℃、75℃、更には80℃という超高温メタン発酵を行える温度に設定される。これにより、発酵液中の有機体窒素がアンモニア態窒素に分解する反応が進行し、発酵液中に存在するアンモニア態窒素の割合を増加させることができる。

[0039] 同じ量の有機性廃棄物を処理するのに、中温メタン発酵菌による発酵処理では発酵日数が30日、高温メタン発酵菌による発酵処理では発酵日数が15日と発酵日数に長時間を要するのに対し、超高温メタン発酵菌（60℃以

上)では、発酵日数を10日間程度とすることが可能である。

[0040] 従って、滞留時間 (Retention Time) が15日間程度の高温メタン発酵菌 (至適温度55℃) や滞留時間が30日間程度の中温メタン発酵菌 (至適温度37℃) よりも、小さな発酵槽で発酵工程を行うことが可能となり、設備もコンパクト化でき設備にかかるコストも抑えることが可能となる。

[0041] [アンモニア回収装置およびアンモニア回収工程]

発酵槽から抽出ポンプによって抽出された発酵液は、液中に含まれているアンモニアを回収するために、アンモニア回収装置へ送られる。

[0042] アンモニア回収装置は、例えばアンモニア回収塔 (アンモニア放散塔) である場合は、発酵液を噴霧するシャワー、発酵液とアンモニア回収塔内を流れる気体とを気液接触させる充填層およびアンモニア回収後の液体を貯留しておく循環タンクから構成される。

[0043] 上記アンモニア回収塔で発酵液中のアンモニアが放散するので、そのアンモニアを回収し、次工程のアンモニア処理槽へ移送する前までが本工程である。

[0044] アンモニア回収塔内の温度は発酵槽内の温度と同程度かそれ以上に維持しておくことが好ましい。発酵液中のアンモニアを大量に放散させ、回収するためである。具体的には、55~75℃である。

充填層については、発酵液とアンモニア回収塔内を流れる気体とが接触できるものであれば既知の構造をすべて採用することができる。例えば多孔質マット等を使用できる。気液接触を充分行わせようとするれば、多孔質マット等を棚段的に設けるのが好ましい。

[0045] なお、循環タンクに蓄えられたアンモニア回収後の発酵液は、一度目で回収しきれなかったアンモニアを回収するために、再度循環ポンプによってアンモニア回収塔に送られる。また、循環タンクに蓄えられたアンモニア回収後の液体は所定量になった場合には図示しないスラリータンクへ送られるか或は発酵槽へ戻される。

[0046] 発酵槽へアンモニア回収後の発酵液を戻すと以下のような効果がある。

発酵槽内で有機性廃棄物に含まれている有機態窒素が分解されてアンモニア態窒素となり、発酵液中のアンモニア態窒素の量が一定以上になると、発酵槽内のメタン発酵菌の活性を下げることになる（アンモニア阻害）。そこで、アンモニアを回収した後の発酵液を発酵槽に戻すことで、発酵槽内の発酵液中のアンモニアの濃度を薄めることができ、メタン発酵菌の活性を維持することが可能となる。メタン発酵菌がアンモニア阻害を起こす発酵液中のアンモニア濃度は、2000mg/L以上であると言われている。

[0047] アンモニア回収後の発酵液は、スラリータンクに送られて貯留され、肥料として適宜土壌に還元される。このアンモニア回収後の発酵液中に含まれる有機体窒素およびアンモニア態窒素のトータルの量は上記の如く効果的に減少している。すなわち、超高温メタン発酵（60℃以上の温度でメタン発酵）を行うことによって、発酵液中におけるアンモニア態窒素の存在割合をある程度増加させた状態にし、この状態の発酵液に対してアンモニア回収装置によるアンモニア回収を実行するので、多量のアンモニアが回収除去される。これにより、発酵液中の窒素のトータル量を低減して窒素汚染源となる過剰窒素分を予め除去することができるので、該発酵液を肥料として土壌に還元したときに地下水の窒素汚染の問題を低減することができる。これが当該メタン発酵システムによって得られる効果である。

[0048] [アンモニア処理槽およびアンモニア処理工程（飼料の製造）]

アンモニア回収工程で回収したアンモニアを、アンモニア回収塔とアンモニア処理槽との間を循環している気液接触させた気体（以下「循環空気」という）が、アンモニア回収塔からアンモニア処理槽へ移送し、アンモニア処理槽において飼料原料と接触させる（アンモニア処理）工程である。

[0049] 循環空気はアンモニア回収塔で回収したアンモニアを、アンモニア処理槽へ移送する。

そして、移送されたアンモニアの殆どはアンモニア処理槽内で飼料と接触し反応してしまう。よって、循環空気がアンモニア処理槽を出てからアンモニア回収塔へ流入する際には、循環空気にはアンモニアは殆ど含まれていな

い。

[0050] アンモニア処理槽内におけるアンモニア処理（アンモニアの長時間曝気）は、常温から加温条件において、飼料原料の乾物重量あたり、例えば1～3重量%程度のアンモニアを添加することにより行われる。

添加するアンモニアの使用量は本発明で発生するアンモニアで十分にまかなうことができる。

[0051] アンモニア処理は、密閉した室内などで行うことができる。アンモニア処理の期間は、概ね20～30日間程度とすることが好ましい。

[0052] 穀物の葉茎（例えば、藁類や半乾燥牧草など）をアンモニア処理することによって、飼料としての消化性、栄養価及び家畜の嗜好性が向上するとともに、保存時の品質も維持される。藁類の主成分であるセルロース、ヘミセルロース及びリグニンなどは、互いに複雑に絡み合い、硬い組織を作って、微生物や酸素では分解されにくい組織を形成している。これにアンモニアを作用させると、加安分解（架橋結合の開裂などの分解反応と窒素が添加される反応）などが起って、そのままでは家畜が消化吸収することが困難な穀物の葉茎などが、消化吸収されやすくなり、粗蛋白価が高く、付加価値の高い飼料になる。

[0053] すなわち、アンモニア処理によって、穀物葉茎などの飼料原料では、セルロースやヘミセルロースにアンモニアが作用して加安分解が起こり、さらにアミノ化された分解物からアミノ酸重合体が形成される結果、消化吸収性の向上と粗蛋白価の増加が起こる。

[0054] アンモニア処理の効果を数値的に示す方法としては、例えば、（1）高消化性繊維の低消化性繊維に対する割合の増加、（2）全溶解性窒素量の増加など、を測定する方法がある。良好なアンモニア処理を行えば、上記（1）、（2）の数値を未処理品の2倍以上にすることも可能である。

[0055] 本発明の飼料製造方法では、高付加価値を持つ飼料を作る際のアンモニアとして、有機性廃棄物を超高温メタン発酵した発酵液中に存在するアンモニアを回収し、使用する。このように、有機性廃棄物からアンモニアを回収す

ることによって、工業薬品のアンモニアを使用する場合に比べて、アンモニア処理のコストを格段に低減することが可能となる。

[0056] アンモニア処理においては、回収アンモニアの濃度が10重量%程度である場合、穀物葉茎類に対する効果を十分に得るためには、常温（外気温）よりは、例えば40℃程度の加熱条件で処理することが好ましい。加熱によって反応速度が上がり、十分にアンモニア処理の効果を得ることができる。アンモニア処理時の加熱温度範囲は、好ましくは20℃から60℃程度である。

[0057] 以上、各工程及び各工程における装置について説明したが、一連の工程における各装置内の温度は、メタン発酵槽の温度付近あるいはそれ以上に保たれていることが熱収支上好ましい。

## 実施例

[0058] 本発明の実施例について図1を参考にしながら説明する。

図1には本発明に係るメタン発酵システム及び該メタン発酵システムを構成要素に含む飼料製造装置の概略図が示されている。当該メタン発酵システム20は、メタン発酵が行われる発酵槽1と、発酵液中からアンモニアの回収が行われるアンモニア回収塔2とを主構成要素としている。当該飼料製造装置30は、前記メタン発酵システム20と、飼料を作るためのアンモニア処理槽6とを主構成要素として構成されている。

[0059] 最初に、前記超高温メタン発酵が行われる発酵槽1から抽出される発酵液の流れについて説明する。

発酵槽1からスネークポンプ7によって抽出された発酵液（必要に応じてろ過等を行う）は、循環ポンプ8を経てアンモニア回収塔2の上部に設けられたシャワー3から、充填層4に向けて散布される。一方、アンモニア回収塔2の充填層4の下部からは、アンモニア回収塔2とアンモニア処理槽6とを循環している循環空気が上昇してきて充填層4で発酵液と気液接触する。

[0060] そして、アンモニア回収塔2で発酵液から放散（回収）したアンモニアを、循環空気がアンモニア処理槽6へ移送して、アンモニア処理槽6内部でア

ンモニアと飼料が接触し反応する。

[0061] アンモニア回収塔 2 でアンモニアを回収した後の発酵液は、循環タンク 5 に蓄えられ、再度循環ポンプ 8 によってアンモニア回収塔 2 に送られる。循環ポンプ 8 内の発酵液が所定量になったら、抽出しポンプ 9 によって、発酵液はスラリータンク 2 4 へ送られる。スラリータンク 2 4 内に送られたアンモニア回収処理が行われた発酵液は土壤に還元されて肥料として利用される。アンモニア回収後の当該発酵液中の窒素のトータル量は低減され、窒素汚染源となる過剰窒素分が予め低減除去されているので、該発酵液を肥料として土壤に還元したときに地下水の窒素汚染の問題を低減することができる。

[0062] [実施例 1]

麦稈片が混入する搾乳牛糞尿を発酵槽 1 に投入し、発酵槽 1 内の温度を 65°C に維持して 10 日間メタン発酵（超高温メタン発酵）を行った。なお、超高温メタン発酵菌は、水素資化性メタン生成菌である。

尚、発酵槽 1 内の温度を、70°C、75°C、更には 80°C 温度に設定することで、発酵液中の有機体窒素がアンモニア態窒素に分解する反応が一層進行し、発酵液中に存在するアンモニア態窒素の割合を増加させることができることを確認している。

[0063] その後、65°C の発酵液を抽出し量 5 L / 分で発酵槽 1 から発酵液をスネークポンプ 7 によって抽出し、自動スクリーン処理（ろ過）を行った後、循環ポンプ 8 にてアンモニア回収塔 2 へ送りシャワー 3 から充填層 4 に向けて発酵液を散布し、充填層 4 にて循環空気と気液接触させた。充填層 4 は多孔質マットを棚段的に設けて構成した。

[0064] アンモニア回収塔内の温度は 60°C、充填層の温度は 58°C、アンモニア回収塔 2 とアンモニア処理槽 6 を循環している循環空気の流量を 3 m<sup>3</sup> / 分とした。

[0065] 発酵液の pH は 8.0、有機態窒素の濃度は 600 mg / L、アンモニア態窒素の濃度は 3900 mg / L であった。

[0066] 以上の状態で、アンモニア回収塔 2 の出口に設けたアンモニアガス検知管

11aで、循環空気内に含まれるアンモニアの濃度を測定した。

[0067] さらに、アンモニア回収塔2内の温度のみを70℃、50℃、40℃、30℃と変化させて同様に循環空気内に含まれるアンモニアの濃度を測定した。尚、アンモニア回収塔2にはヒーター等の公知の加熱装置が設けられ、該加熱装置を調整することで、アンモニア回収塔2内の温度を変化させることができるようになっている。

[0068] 結果を図3に示す。この結果から発酵液のpHが高く、アンモニア回収塔2の温度が高い程、アンモニアがよく回収されていることがわかり、本発明の効果が証明されている。この回収したアンモニアをアンモニア処理槽6に送ってサイレージ原料に吸着させることで祖蛋白量の多い高付加価値の飼料の製造が可能となる。

[0069] 特に、アンモニア回収塔内の温度が60℃、70℃のものは、アンモニアの回収量が飼料製造のための実用的なレベルを満たす十分な量である。更にアンモニア回収塔内の温度が70℃のものは、発酵工程の温度（65℃）以上であるので、アンモニア回収工程内で更にアンモニアの発生を促進し、より多くのアンモニアを発生させることができることが確認された。

[0070] [実施例2]

図2には、本発明の第2の実施例が示されている。循環タンク5から抽出しポンプ9によって、抽出しライン22を通過して抽出されたアンモニア回収後の発酵液の一部を、循環ライン21を通して発酵槽1に戻す態様である。図2において、符号23は流路切り換えバルブである。

[0071] 発酵槽1内で有機性廃棄物に含まれている有機態窒素が分解されてアンモニア態窒素となり、発酵液中のアンモニア態窒素の量が一定以上になると、発酵槽1内のメタン発酵菌の活性を下げることになるが（アンモニア阻害）、本実施例の様にアンモニア回収工程においてアンモニアを回収した後の発酵液の一部を発酵槽1に戻すことで、発酵槽1内の発酵液中のアンモニアの濃度を薄めることができ、メタン発酵菌の活性を維持することが可能となる。



## [0072] [他の態様]

他の態様としては、アンモニア処理槽6内において、飼料と発酵液より回収されたアンモニアを接触させる他に、アンモニア自体を凝縮してアンモニア水として回収したり、硫酸と反応させて硫酸アンモニウムを回収したりすることも可能である。

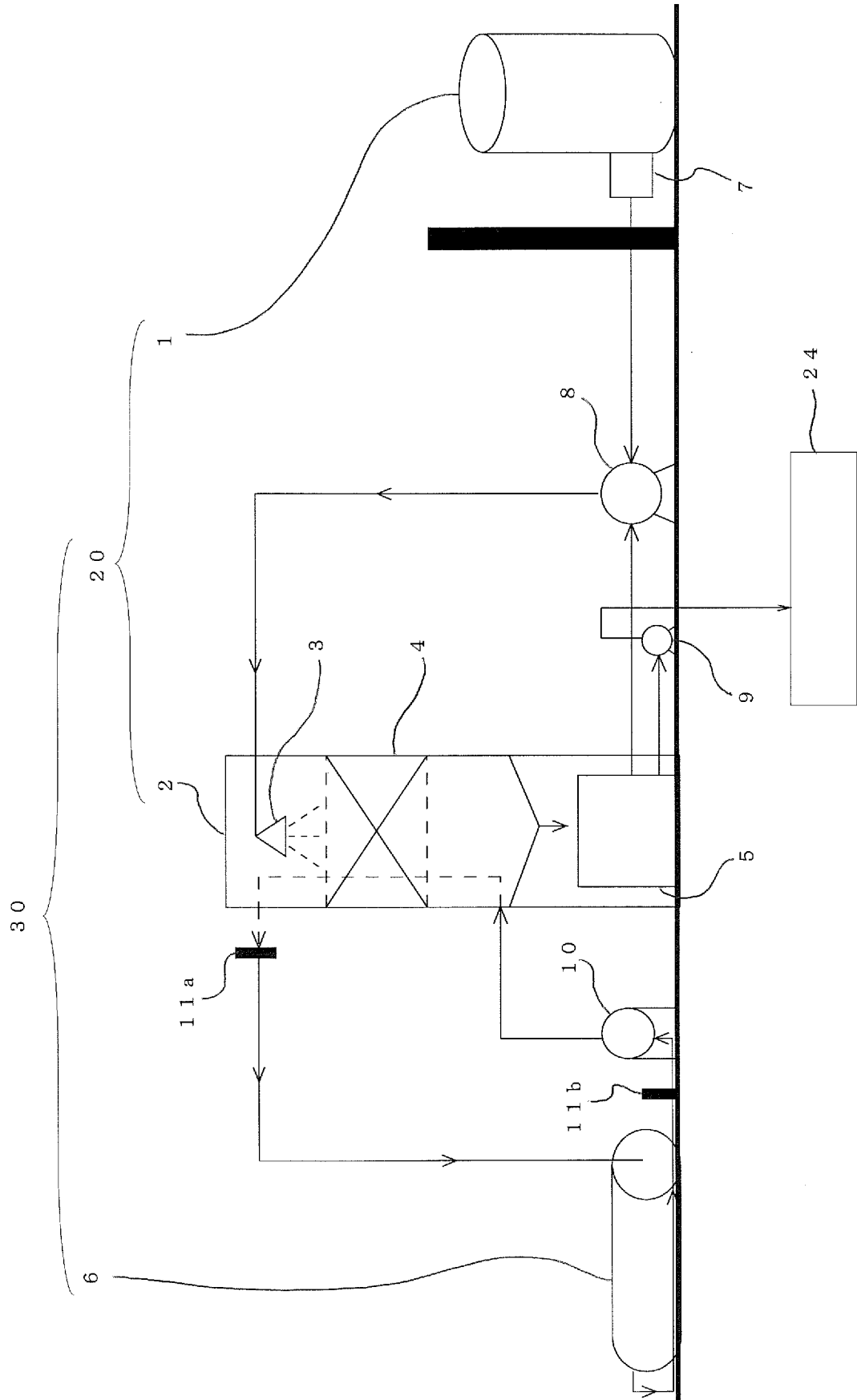
[0073] 特許文献1：特開2005-13909

## 請求の範囲

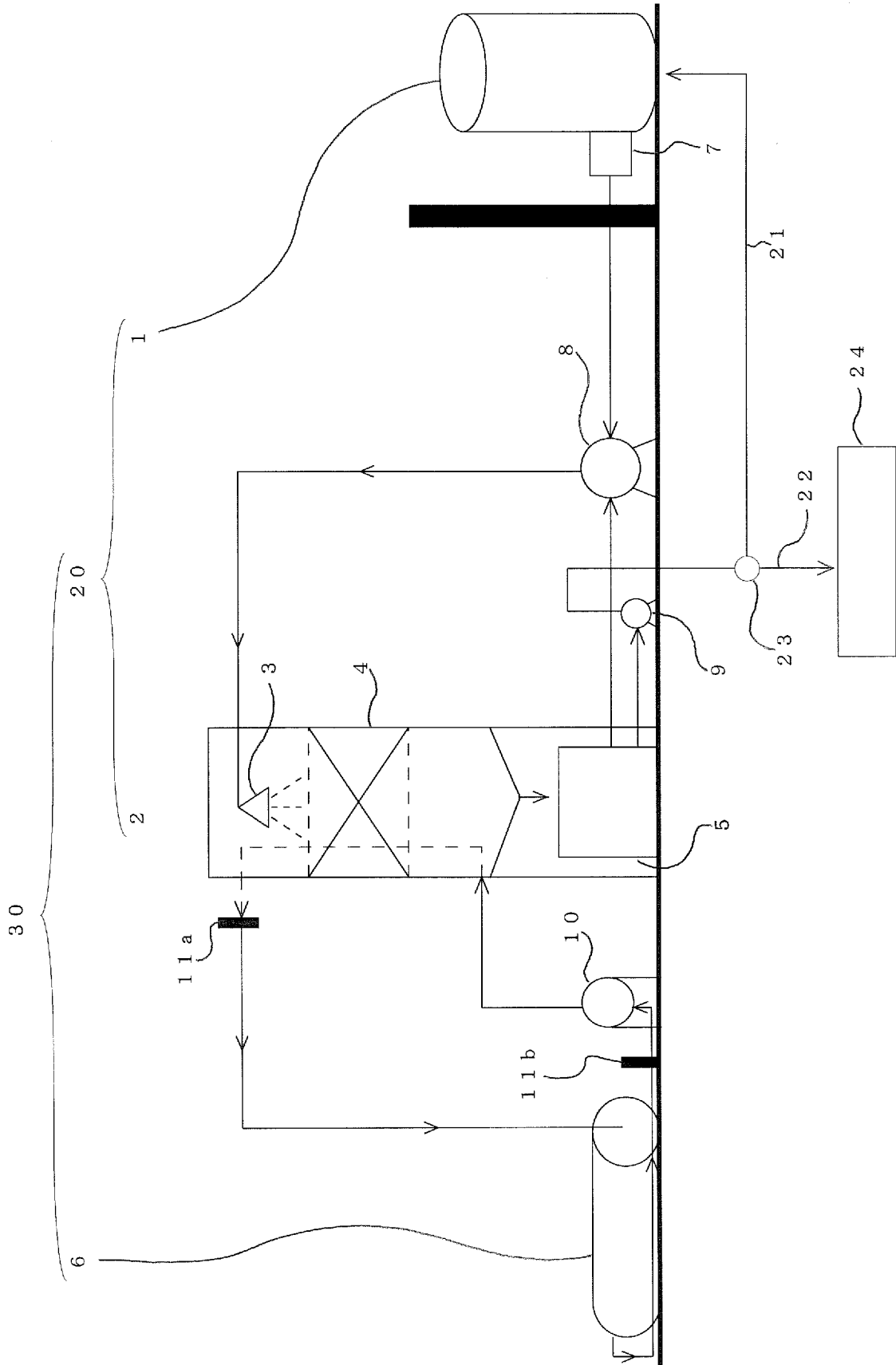
- [1] 有機性廃棄物を60℃以上の温度を維持してメタン発酵させる発酵槽と、前記メタン発酵後の発酵液からアンモニアを回収するアンモニア回収装置と、を備えることを特徴とするメタン発酵システム。
- [2] 請求項1に記載のメタン発酵システムにおいて、前記アンモニア回収装置を出たアンモニア回収処理後の発酵液を前記発酵槽に戻すように構成されていることを特徴とするメタン発酵システム。
- [3] 有機性廃棄物を60℃以上の温度を維持してメタン発酵させる発酵槽と、前記メタン発酵後の発酵液からアンモニアを回収するアンモニア回収装置と、  
前記アンモニア回収装置で回収されたアンモニアを、飼料原料と接触させるアンモニア処理槽と、を備えることを特徴とする飼料製造装置。
- [4] 有機性廃棄物を60℃以上の温度を維持してメタン発酵させる発酵槽による発酵工程と、  
前記メタン発酵後の発酵液からアンモニアをアンモニア回収装置で回収するアンモニア回収工程と、  
前記アンモニア回収工程で回収されたアンモニアを、アンモニア処理槽において飼料原料と接触させるアンモニア処理工程を含むことを特徴とする飼料の製造方法。
- [5] 請求項4に記載の飼料の製造方法において、前記アンモニア回収工程では、アンモニアを含有する発酵液を前記アンモニア回収装置内で気液接触させて、前記発酵液からアンモニアを回収することを特徴とする飼料の製造方法。
- [6] 請求項5に記載の飼料の製造方法において、前記アンモニア回収工程で回収されたアンモニアを、前記アンモニア回収装置と前記アンモニア処理槽との間を循環している前記気液接触させた気体が、前記アンモニア回収装置から前記アンモニア処理槽へ移送し、前記アンモニア処理槽において飼料原料と接触させることを特徴とする飼料の製造方法。

- [7] 請求項 4 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の飼料の製造方法において、前記アンモニア回収工程の温度が前記発酵工程の温度以上であることを特徴とする飼料の製造方法。
- [8] 請求項 4 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の飼料の製造方法において、前記アンモニア回収工程においてアンモニアを回収した後の発酵液を前記発酵槽に戻すことを特徴とする飼料製造方法。

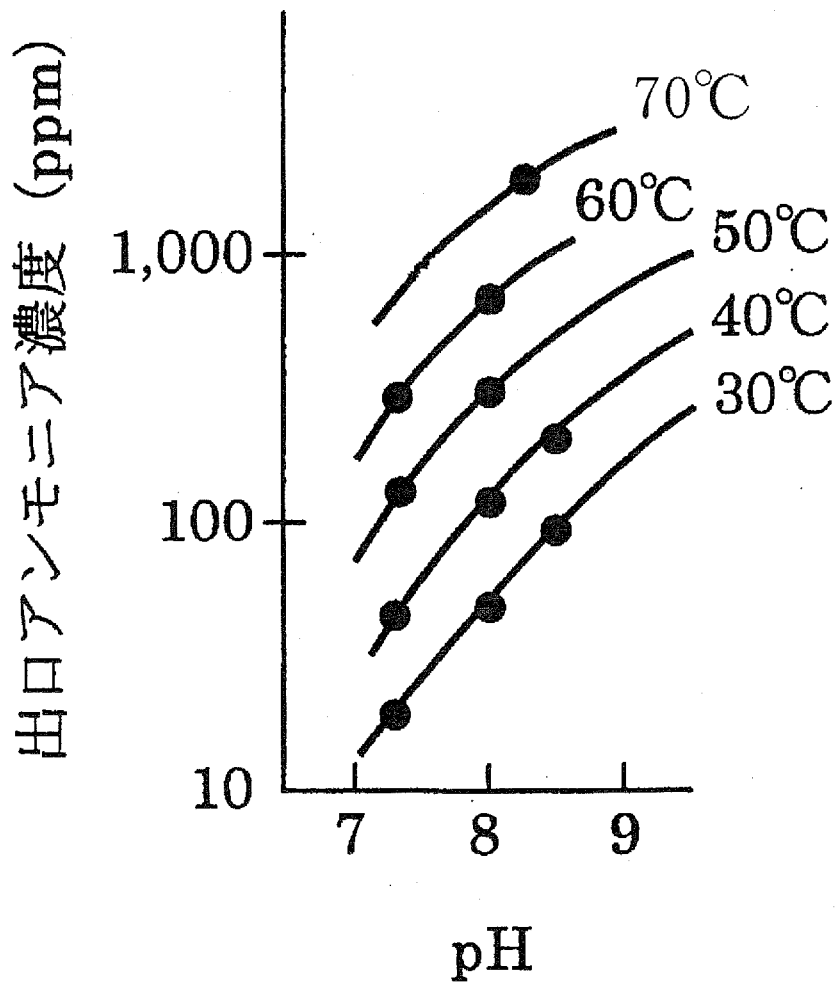
[図1]



[図2]



[図3]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2009/001461

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*B09B3/00(2006.01) i, A23K1/22(2006.01) i, A23N17/00(2006.01) i, B01D19/00(2006.01) i, C02F11/04(2006.01) i*

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
*B09B1/00-5/00, A23K1/22, A23N17/00, B01D19/00, C02F11/00-11/20*

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2009</i>
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2009</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2009</i>

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-275855 A (Kabushiki Kaisha Kyodo Shoji), 25 October, 2007 (25.10.07), Claim 1 (Family: none)	1-8
Y	JP 2005-238151 A (JFE Engineering Corp.), 08 September, 2005 (08.09.05), Par. Nos. [0024], [0025]; Fig. 1 (Family: none)	1, 2, 8
Y	JP 2008-12422 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 24 January, 2008 (24.01.08), Par. Nos. [0015] to [0045]; Fig. 1 (Family: none)	3-7

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 27 April, 2009 (27.04.09)	Date of mailing of the international search report 19 May, 2009 (19.05.09)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2009/001461

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-13909 A (Jun'ichi TAKAHASHI), 20 January, 2005 (20.01.05), Par. Nos. [0064] to [0070]; Fig. 1 (Family: none)	1-8



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B09B3/00(2006.01)i, A23K1/22(2006.01)i, A23N17/00(2006.01)i, B01D19/00(2006.01)i, C02F11/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B09B1/00-5/00, A23K1/22, A23N17/00, B01D19/00, C02F11/00-11/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2007-275855 A (株式会社協同商事) 2007. 10. 25, 請求項 1 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2005-238151 A (JFE エンジニアリング株式会社) 2005. 09. 08, 【0024】, 【0025】, 第 1 図 (ファミリーなし)	1, 2, 8

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日  
27. 04. 2009

国際調査報告の発送日  
19. 05. 2009

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)	4 Q	3 3 2 3
北村 龍平		
電話番号 03-3581-1101 内線 3468		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-12422 A (三井造船株式会社) 2008.01.24, 【0015】 - 【0045】、第1図 (ファミリーなし)	3-7
A	JP 2005-13909 A (高橋 潤一) 2005.01.20, 【0064】 - 【0070】、第1図 (ファミリーなし)	1-8