

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-507420

(P2004-507420A)

(43) 公表日 平成16年3月11日(2004.3.11)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
C05F 7/00	C05F 7/00 301H	4D004
B09B 3/00	C02F 11/02	4D059
C02F 11/02	C05F 9/02 ZABH	4H061
C05F 9/02	B09B 3/00 D	
	B09B 3/00 A	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2002-505323 (P2002-505323)	(71) 出願人	390023674
(86) (22) 出願日	平成13年6月22日 (2001.6.22)		イー・アイ・デュポン・ドウ・ヌムール・
(85) 翻訳文提出日	平成14年12月6日 (2002.12.6)		アンド・カンパニー
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/020158		E. I. DU PONT DE NEMO
(87) 国際公開番号	W02002/000572		URS AND COMPANY
(87) 国際公開日	平成14年1月3日 (2002.1.3)		アメリカ合衆国、デラウェア州、ウイルミ
(31) 優先権主張番号	60/213, 960		ントン、マーケット・ストリート 100
(32) 優先日	平成12年6月23日 (2000.6.23)		7
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100060782
(31) 優先権主張番号	09/681, 889		弁理士 小田島 平吉
(32) 優先日	平成13年6月21日 (2001.6.21)	(72) 発明者	ビスビス, ベンヨウセフ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ルクセンブルク・エルー6451エヒテル
			ナハ・リュデイリス14
		Fターム(参考)	4D004 AA02 AA03 BA04 CA19 CB02
			CC02

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 堆肥化システム

(57) 【要約】

堆肥化を実施する有機物を含有する容器を含む堆肥化システムが提供される。容器は、容器に有機廃棄物を導入でき、堆肥化物を容器から取り出すことのできる進入口を有している。容器は、前記容器と対面する内部表面を有する透気性および透湿性膜を含む複合体ラミネートから構成される傾斜ルーフを有する。膜の内部表面は開放格子層に接合している。堆肥化システムは、容器内で堆肥化された有機物に新鮮な空気を導入するための手段をさらに含んでいてもよい。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

堆肥化を行う有機物を含有する容器を有し、前記容器は、前記容器に有機廃棄物を導入でき、堆肥化物を前記容器から取り出すことのできる進入口を有し、前記容器は、複合体ラミネートから構成される傾斜ルーフを有し、前記複合体ラミネートは、前記容器と対面する内部表面を有する透気性および透湿性膜を含み、前記膜の前記内部表面は開放格子層に接合していることを特徴とする堆肥化システム。

【請求項 2】

前記容器内で堆肥化された有機物に新鮮な空気を導入するための手段をさらに含む請求項 1 記載の堆肥化システム。

10

【請求項 3】

前記膜が合成ポリマー材料から本質的になる請求項 1 記載の堆肥化システム。

【請求項 4】

前記膜が繊維状不織布、耐水性多孔性フィルムおよびこれらの組み合わせの群より選択されるシート材料から本質的になる請求項 3 記載の堆肥化システム。

【請求項 5】

前記膜が繊維状不織ポリオレフィンシートである請求項 4 記載の複合体シート。

【請求項 6】

前記膜がフラッシュ - スパンボンドプレキシフィラメンタリーポリオレフィン材料の層を含む請求項 5 記載の堆肥化システム。

20

【請求項 7】

前記格子層が合成ポリマーから構成される請求項 1 記載の堆肥化システム。

【請求項 8】

前記格子層がポリオレフィンポリマーから本質的になる請求項 7 記載の堆肥化システム。

【請求項 9】

前記格子層が少なくとも 50% 開いている請求項 7 記載の堆肥化システム。

【請求項 10】

前記格子層が四辺形幾何形状の繰り返しパターンを形成し、パターンが前記繰り返し形状間の壁により画定されている請求項 1 記載の堆肥化システム。

【請求項 11】

前記繰り返しパターンの前記四辺形形状が矩形である請求項 10 記載の堆肥化システム。

30

【請求項 12】

前記格子層の前記繰り返し矩形を画定する前記壁の高さが 0.5 mm ~ 40 mm の範囲である請求項 11 記載の堆肥化システム。

【請求項 13】

前記格子層の前記繰り返し矩形を画定する前記壁の高さが 0.5 mm ~ 15 mm の範囲である請求項 12 記載の堆肥化システム。

【請求項 14】

前記容器の前記ルーフが 20 ~ 45 度の角度で傾斜している請求項 1 記載の堆肥化システム。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

発明の分野

本発明は、堆肥化システムにおける膜として複合体ラミネートを用いることに係る。特に、本発明は、耐水性、透気性および透湿性であり、堆肥堆積物への濃縮物の戻りを制御する格子層を含む膜を有する堆肥化システムに関する。

【0002】

発明の背景

都市汚泥、家庭の有機廃棄物、農業廃棄物および炭化水素汚染物をはじめとするその他の有機廃棄物のような固体発酵性有機廃棄物の処理は、様々な堆肥化方法を用いて行われて

50

きた。例えば、廃棄物材料を窓や箱に広げると、そこで、発酵して、汚物や成長基質改善生成物を生成する。空気を存在させて発酵を行うとき（好気発酵）、酸素が消費され、発酵プロセスは二酸化炭素、水および熱を生成し、その結果、堆肥化材料の温度が増大する。従来の堆肥化においては、酸素の供給は窓を時々回転することにより補充される。この方法を用いた堆肥化サイクル時間（有機物が微生物により分解されるのにかかる時間）は、一般的に約六ヶ月以上と、比較的長い。さらに、堆肥堆積物はかなりの土地スペースを取る。

【0003】

様々な方法を用いて堆肥化プロセスは加速されてきた。例えば、堆肥窓に空気を吹き込んだり、吸い込んだりすることによる強制通気を用いて、堆肥化プロセスが加速されてきた。微生物活性は、窓の異なる点で、温度および/または酸素飽和を測定することにより監視されている。制御された通気の結果、堆肥化サイクル時間は大幅に減少するが、堆肥を通る空気のチャネリングが問題となり、その結果、窓全体が好気領域となつて、許容できない不均一な汚物または堆肥となる。さらに、強制通気プロセスからの廃棄物は、悪臭物質の他、バクテリアや微生物も運び、これらは、人間にとって潜在的に害があり、近隣社会にとって許容し難い環境公害をもたらす可能性がある。

10

【0004】

こうした問題を回避するために、強制空気システムにおいて、堆肥窓や窓をカバーするための通気性膜が導入されてきた。これらの膜によって、十分な空気や水蒸気が通り抜けることができ、微生物への酸素の供給および堆肥からの過剰の熱や水蒸気の除去を確実なものとしてしている。さらに、これらの膜は雨水は通さないため、堆肥堆積物が濡れすぎるのを防ぐ。堆肥を雨水から守ると、上述のチャネリングの問題は大きく減じ、堆肥堆積物の細孔および微細孔内の酸素物質移動が向上する。さらに、膜は悪臭分子、バクテリアおよび菌類の放出を減じるのに有用である。堆肥化システムに用いられてきた膜としては、ドイツ特許DE第4231414号（Plouquet GmbH）に記載された2つの織または不織材料間に挟まれたマイクロポラスポリウレタン、および2つの織ポリエステル材料間に挟まれた膨張多孔性ポリテトラフルオロエチレン層であるW. L. Gore and Associatesにより供給される材料が例示される。

20

【0005】

固定容器中で堆肥化プロセスを実施する固定堆肥化システムも知られている。かかるシステムは、通常、3つの側壁、構造体へ、そして構造体から、有機廃棄物を構造体に添加、または堆肥を構造体から除去するための扉と、傾斜ルーフとを備えている。ルーフは、BIODEGMA GmbH（ドイツ、シュツットガルト）により提供されるような、前端ローダーが廃棄物材料を供給、または新たな堆肥を除去できるよう開放可能であってもよい。空気は床から堆肥堆積物の底部へ供給される。上述したような膜は、固定堆肥化容器のルーフに取り付けることができる。これらのシステムにおいて、堆肥化プロセス中に生成される水蒸気の一部は、膜の内側表面で凝縮して、水滴を形成し、これは、膜表面から離れると、堆肥層の下に戻る。従来の膜を用いるときは、水滴の大部分が、容器の側壁の一つに水滴が当たるまでは、膜の表面に沿って離れることなく下方に移動する。水は側壁を流れて、堆肥堆積物の端で濃縮され、その結果、堆肥における水分の分配が不均一となつて、濡れた領域と乾燥した領域が生じる。これは上述した理由で望ましくない。

30

40

【0006】

発明の概要

本発明により、堆肥化を実施する有機物を含有する容器を含む堆肥化システムが提供される。容器は、容器に有機廃棄物を導入でき、堆肥化物を容器から取り出すことのできる進入口を有している。容器は、前記容器と対面する内部表面を有する透気性および透湿性膜を含む複合体ラミネートから構成される傾斜ルーフを有する。膜の内部表面は開放格子層に接合している。堆肥化システムは、容器内で堆肥化された有機物に新鮮な空気を導入するための手段をさらに含んでいてもよい。

【0007】

50

以下の図面を参照して、本発明の好ましい実施形態の詳細な説明により、本発明をさらに詳しく説明する。

【0008】

試験方法

本明細書およびこれに限定されない以下の実施例において、以下の試験方法を用いて、様々な記録された特徴および特性を求めた。ASTMとはアメリカ試験材料学会、およびISOとは国際標準化機構のことである。

【0009】

引張り強さは、ASTM D - 4595 - 86に従って測定された。ここではN / 5 cmの単位で記録されている。

10

【0010】

水分透過性は、ASTM E 398 - 83に従って23で測定された。g / m² 日の単位で記録されている。

【0011】

透気性は、ISO 9237 - 1995に従って10ミリバールで測定された。リットル / m² 秒の単位で記録されている。

【0012】

静水頭は、ISO 811に従って測定され、H₂Oのセンチメートルの単位で記録されている。静水頭は格子層附着前の膜で測定される。静水頭は、外部環境に晒される膜の側である、格子層を付ける側とは逆の膜の側に水圧をかけた円形膜試料で測定される。片側または両側が平滑でない膜（織布帛のような）の場合には、静水頭測定中に機器の円形ゴムガスケットと接触する膜試料の非平滑側の部分にシール材を適用する。これは、ゴムガスケットと接触する試料の部分の円形片試料上のエラストマーグルーのラインを平らにし、膜表面の3次元フィーチャーを充填し、ゴムガスケットで密な漏れないシールを形成することにより成される。

20

【0013】

定義

本明細書において用いる「ポリマー」という用語には、ホモポリマー、コポリマー（例えば、ブロック、グラフト、ランダムおよび交互のコポリマー）、ターポリマーおよびこれらのブレンドおよび変性体が含まれる。さらに、特に断りのない限り、「ポリマー」という用語には、材料の可能な全ての幾何学立体配置が含まれる。この立体配置にはイソタクチック、シンジオタクチックおよびランダム対称がある。

30

【0014】

本明細書で用いる「ポリオレフィン」という用語は、炭素と水素原子のみで構成された一連の飽和が大の開環ポリマー炭化水素のことを意味する。代表的なポリオレフィンとしては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルペンテン、およびエチレン、プロピレンならびにメチルペンテンモノマーの様々な組み合わせが挙げられる。

【0015】

本明細書において用いる「ポリエチレン」という用語には、エチレンのホモポリマーばかりでなく、少なくとも85%の反復単位がエチレン単位であるコポリマーも含まれるものとする。

40

【0016】

本明細書において用いる「ポリプロピレン」という用語には、プロピレンのホモポリマーばかりでなく、少なくとも85%の反復単位がプロピレン単位であるコポリマーも含まれるものとする。

【0017】

「プレキシフィラメンタリー」という用語は、不規則な長さの薄いリボン状の多数のフィルム - フィブリルエレメントの3次元集積網のことであり、平均フィルム厚さは約4ミクロン未満、中間フィブリル幅は約25ミクロン未満である。プレキシフィラメンタリー構造において、フィルム - フィブリルエレメントは、一般に、構造の縦軸に沿って共伸張さ

50

れており、間欠的に統合され、構造の長さ、幅および厚さにわたって様々な場所で不規則な間隔をあけて分離されており、連続3次元網を形成している。

【0018】

本明細書で用いる「溶融ブローンファイバー」という用語は、溶融熱可塑性ポリマーを、複数の微細な、通常は円状の毛管から、溶融スレッドまたはフィラメントとして高速ガス（例えば、空気）流に押出すことにより形成されるファイバーを意味する。高速ガス流は、溶融熱可塑性ポリマー材料のフィラメントを減衰させて、その直径を約0.5～10ミクロンに減じる。溶融ブローンファイバーは通常不連続ファイバーである。高速ガス流により運ばれた溶融ブローンファイバーは、通常、収集表面に堆積して、不規則に分散したファイバーのウェブを形成する。

10

【0019】

本明細書で用いる「スパンボンド」という用語は、溶融熱可塑性ポリマー材料を、紡績口金の複数の、通常は円状の微細毛管から、フィラメントとして押出されることにより形成される溶融スパンファイバーのボンドシートを意味する。溶融スパンファイバーは、一般に、連続していて、平均直径が約5ミクロンを超える。

【0020】

本明細書で用いる「不織布、シートまたはウェブ」という用語は、不規則に配置されて、編布のような識別可能なパターンなしで平面材料を形成する個々のファイバーまたはスレッドの構造のことを意味する。

【0021】

詳細な説明

本発明の現在好ましい実施形態について詳細を述べ、その実施例を以下に挙げる。本発明の好ましい実施形態において有用な複合体ラミネートの一部を図1および2に示す。複合体ラミネート12は膜14と格子層16とを備えている。膜14は、空気や水蒸気は通すが、水は実質的に通さないシート材料でできている。格子層16は、膜14にボンド可能な軽量のテクスチャード材料から構成されている。格子層16の大部分は、複合体ラミネート12の空気および水蒸気の透過を減じないように開いている。

20

【0022】

本発明によれば、この複合体ラミネートは堆肥化システムの一部である。本発明の好ましい実施形態によれば、複合体ラミネート12は、図3にその一つを示すように、固定堆肥化容器10のルーフに組み込まれている。図示した堆肥化容器は、2つの側壁21、後壁20および傾斜ルーフ22を含む。容器はまた、有機廃棄物を構造体に添加、または堆肥を構造体から除去するための扉（図示せず）を後壁の逆に有している。堆肥化堆積物23は、堆肥化容器の床の大部分を覆っている。空気は、通常、構造体の床から堆肥堆積物の底部へ供給される。

30

【0023】

複合体ラミネート12は、業界に知られた方法を用いて堆肥化容器10の傾斜ルーフを形成する。例えば、容器が大きいときは、複合体ラミネートは支持枠を覆うように取り付けられる。小さい容器では、複合体ラミネートは僅かしかかない支持体から自由に吊り下がる。複合体ラミネート12は、容器の内側に向いている（すなわち、堆肥堆積物23に向いている）格子層16により取り付けられる。かかるシステムにおいて、堆肥化容器のルーフは、通常、水平に対して約20～45度、好ましくは約20～40度の角度の向きである。

40

【0024】

堆肥化プロセス中、堆肥化容器内側の温度は、通常、外部環境の温度より高く、堆肥化プロセスにより生成される水蒸気の一部が、複合体ラミネート12の内側表面（すなわち、容器の内側に向いている表面）で凝縮する（露点交差）。膜の表面で水が凝縮するにつれて、複合体ラミネート12の下部表面に付く水滴が形成される。水滴は膜の内部表面に沿って、側壁21の一つを下方へ移動する。図5を参照すると、水滴25が膜表面に沿って移動するにつれ、最終的には格子層16の水平格子エレメント24と接触し、これによっ

50

て、水滴は膜表面から離れて、下の堆肥堆積物 2 3 の表面に落ちる。水滴は比較的均一に堆肥堆積物 2 3 表面へ、水平格子エレメント 2 4 間の距離により決まる間隔で、容器のルーフの傾斜の角度で落ちる。格子層は、このように、凝縮物を堆肥堆積物により均一に再分配することによって、堆肥化材料への凝縮物の戻りを管理する。これに対し、従来の膜を用いると、堆肥堆積物の側に戻った水が濃縮される。これは、堆肥中に湿潤したゾーンと乾燥ゾーンができるのを排除し、より品質の良い堆肥の形成につながる。

【0025】

本発明の堆肥化システムの複合体ラミネートの膜は、単一層または 2 層以上の層を含む多層材料を含んでいてよい。本発明によれば、膜は、堆肥容器に雨水が入るのを防ぎ、同時に、空気および水蒸気を通るようにさせる。複合体ラミネートが、容器に雨水を浸透させる場合には、堆肥堆積物は濡れすぎて、堆肥堆積物中での十分な酸素分配を達成し得ない。一方、堆肥堆積物中の有機廃棄物を分解する微生物が有効に機能するには、比較的湿った環境が必要である。複合体ラミネートの水蒸気透過性が高すぎると、堆肥堆積物は乾き、その結果、効率のよい堆肥化に望ましくない環境となる。

10

【0026】

本発明の好ましい実施形態によれば、膜 1 4 は、静水頭として表される、ISO 811 に従って測定したときに約 50 cm 以上、より好ましくは 1 メートルを越える水バリアレベルを示すのが好ましい。静水頭は、上述した通り、格子層が付けられる側とは逆の膜の側で測定される。複合体ラミネートの ASTM E 398 - 83 に従って 2 3 で測定された水蒸気透過性は好ましくは約 1000 ~ 3000 g / m² 日、より好ましくは約 1200 ~ 3000 g / m² 日、最も好ましくは 1200 ~ 1700 g / m² 日である。複合体ラミネートの透気性は、例えば、空気が床から堆肥堆積物の基部へ供給される強制空気システムにおけるように、堆肥化容器に導入された空気を除去できるよう十分なものでなければならない。複合体ラミネートの透気性は、10 ミリバールの圧力差で、ISO 9237 - 1995 に従って測定したときに、好ましくは、少なくとも 10 リットル / m² 秒、より好ましくは少なくとも 15 リットル / m² 秒、最も好ましくは約 15 ~ 20 リットル / m² 秒である。

20

【0027】

本発明で用いる複合体ラミネートにおいて、格子層を膜に付けてあるときは、膜表面の一部は格子層によりブロックされている。複合体ラミネートの透気性および透湿性は従って、膜のみの透過性よりも減少する。膜は、特定の格子層について、最終複合体ラミネートの透気性および透湿性が所望の範囲となるよう十分高い透気性および透湿性を有するものを選択しなければならない。膜に用いるのに好適なシート材料としては、繊維状シートおよび透気性耐水性多孔性フィルムが挙げられる。好ましい膜は、Tyvek (登録商標) フラッシュ - スパンポリエチレン (デュポンより入手可能) のようなフラッシュ - スパンポリオレフィンプレキシフィラメンタリーシートである。膜に用いることのできるその他の繊維状シートとしては、スパンボンド - メルトブローン - スパンボンド不織布 (SMS)、および 2 枚のスパンボンド層間に挟まれた 2 枚のメルトブローン層を含む SMS のようなスパンボンドおよびメルトブローン層を含む同様の材料が挙げられる。

30

【0028】

米国特許第 3, 227, 784 号 (Blades ら) (E. I. du Pont de Nemours & Company (「デュポン」) に譲渡) には、溶液中のポリマーを連続的に、溶剤の沸点より高い温度および自然圧力以上でスピノリフィスに送り、低い温度および実質的に低い圧力のゾーンへ「フラッシュ - スパン」して、プレキシフィラメンタリー材料のストランドを生成するプロセスが記載されている。米国特許第 3, 227, 794 号 (Anderson ら) (デュポンに譲渡) には、プレキシフィラメンタリーフィルム - フィブリルは、2 つの液相が形成される圧力より高い温度および圧力 (この圧力は、与えられた温度での曇り点圧力として一般的に知られている) で、繊維形成ポリマーを溶剤に溶解するとき、溶液から得るのが最良であることが教示されている。この溶液を圧力降下チャンバーへ通し、そこで圧力をその溶液の曇り点圧力未満に減じて相分離を

40

50

生じさせる。ポリマーリッチ相中の溶剤リッチ相の得られる2相の分散液を、紡績口金オリフィスを通して放出し、プレキシフィラメンタリーストランドを形成する。

【0029】

一般的に、複合体ラミネートのシートは、少なくとも2年間堆肥化容器に用いてから交換される。従って、場合によっては、1層以上の強度の層を膜に含めて、容易に破壊されたり、破れたり、使用中に摩耗しない耐久性のある多層膜とするのが望ましい場合もある。交換せずに膜を長い間用いる場合に、これは特に重要である。例えば、多孔性フィルムまたはフラッシュ-スパン不織層の片側または両側に不織強化スクリム材料またはスパンボンド不織布のような織または不織布を付けることによりそのフィルムまたはフラッシュ-スパン層を強化することができる。多層膜の様々な層を貼り合わせて、最終複合体ラミネートにおいて所望の透気性および透湿性を与えるようにする。これは、通常、ドットまたはパウダーラミネーション、またはキャリア織または不織基材上への多孔性フィルムの直接押出しにより成される。

10

【0030】

本発明の膜層として好適な市販の材料としては、2枚の織ポリエステル層間に挟まれた膨張ポリテトラフルオロエチレン層を含むCompogard(登録商標)(W.L.Gore and Associatesより入手可能)および中間に通気性膜を備えた熱組立ポリプロピレンスパンボンド不織層を含むDaltex Roofshield(Don & Low Nonwovens(英国)製)が挙げられる。ドイツ特許DE第4231414号(Plouquet GmbH)に記載された、2つの織または不織材料間に挟まれたマイクロポラスポリウレタンのようなマイクロポラス層を含む3層ラミネートもまた本発明の膜層として好適である。好ましい膜層は、織布または不織強化スクリムのような強化層に積層された、Tyvek(登録商標)フラッシュ-スパンポリエチレン(デュボンより入手可能)を含む。膜層は、UV劣化および酸化に対して抵抗性があるのが好ましい。膜層に用いるのに好ましいポリマーとしては、ポリエチレンおよびポリプロピレンまたはポリエステルのようなポリオレフィンが挙げられる。膜は、UV安定化剤および熱安定化剤またはバクテリアおよび/または菌類の成長を阻害する添加剤のような添加剤を含んでいてもよい。多層膜を用いるときは、外側層(すなわち、堆肥容器外部に面する側)がUV安定化されるのに十分なものとする。あるいは、各層をUVおよび熱安定化できてもよい。

20

30

【0031】

本発明によれば、本発明の堆肥化システムに用いる複合体ラミネートは格子層を含む。本発明の好ましい実施形態によれば、格子層は、相互接続された幾何形状(例えば、三角、菱形、矩形または四角)により形成された、実質的に等間隔の開口部のある網状組織を有している。格子の幾何形状は、水を放出または弾く性質を有する(すなわち、保水しない)ポリマー材料または金属、またはその組み合わせから構成されるのが好ましい。本発明において、格子はポリマー材料から構成され、格子開口部の形状は、格子層が経済的で連続的な製造プロセスにおいて作製可能なようにできる限り単純であるのが好ましい。格子はポリオレフィンを含み、格子開口部は四角または矩形であるのが好ましい。格子層および膜は、例えば、接着剤や熱積層により、業界に公知の方法により互いに付着させる。本発明の好ましい実施形態によれば、ポリオレフィン格子層は、フレームラミネーションプロセスにより膜に付けられる。このプロセスによれば、膜に取り付けられる格子層表面ははだか火により加熱されて、格子層の表面のみが溶融される。格子層の溶融表面は、直ちに膜と接触して、硬質表面ローラと軟質表面バックアップローラ間に形成されるニップでカレンダー加工される。このとき、ニップは、格子が膜に接合するのに十分な圧力をかける。

40

【0032】

図3~5に格子層の好ましい実施形態を示す。格子層16は矩形開口部で形成されている。格子の水平間隔「x」(格子の2つの垂直エレメント26の間隔)は、最終ラミネートの強度および格子層の膜への安定な接着を得るのに寄与する。水平間隔は、これらの

50

基準さえ満足すればよい。複合体ラミネートのASTM D4595-86に従って、xおよびyの両方向について測定された引張り強さは好ましくは少なくとも500N/5cm、より好ましくは少なくとも700N/5cmである。格子の垂直間隔「y」（2つの水平格子エレメント24の間隔）もまた、複合体ラミネートの強度および格子層の膜への接着の程度を決める補助となる。重要なのは、格子の垂直間隔「y」もまた、凝縮物制御機能を果たすことである。垂直間隔「y」は、近接する液滴が堆肥堆積物と接触する点の間の縦方向間隔「z」（ $z = y \cos \theta$ ）が好ましくは約10cm以下、より好ましくは約5cm以下となるように選ぶ。格子層の垂直間隔「y」が約50cmを超えると、交互の湿潤および乾燥ゾーンが縦方向「z」の堆肥堆積物に恐らく形成される。垂直間隔「y」は好ましくは約20cm以下、より好ましくは約10cm以下である。一般に、垂直間隔「y」が狭いと、堆肥堆積物中により均一に凝縮物が分配される。垂直間隔「y」が約0.2cm未満であると、複合体ラミネートに所望の通気性を得るのに開放膜層ばかりを用いなければならない範囲まで、格子層は複合体ラミネートの通気性を減じ始める。かかる開放膜は、バクテリアやその他悪臭分子を通過させ易く望ましくない。垂直間隔「y」は好ましくは少なくとも0.2cm、より好ましくは少なくとも0.5cmである。

10

20

30

40

50

【0033】

水平に対して20~40度の角度で、移動する水滴が格子層16の水平エレメントを接触したら直ぐに放出されるように格子の高さを選ぶ。格子寸法を制御するために、液体表面張力および格子および膜材料の特徴を含めて最低格子高さを正確に計算する。しかしながら、高さは実験により容易に求めることができる。通常、0.5mm~40mmの格子高さが本発明においては許容される。好ましくは、格子高さは0.5mm~15mmの範囲である。

【0034】

四角または矩形でない、またはループで対角に配向された格子層の場合には、上述の原則が適用される。格子開口部の形状は、液滴を落とすことにより、堆肥表面に描かれる。すなわち、液滴は堆肥表面に落ちて、液滴が堆肥表面に当たった点を通じた軌跡が格子層の幾何形状に描かれる。格子層は、2つの近接する液滴が堆肥堆積物に当たる点の間の距離が、約10cm以下、好ましくは約5cm以下となるように選ぶ。

【0035】

以下の実施例はこれらに限定されるものではなく、本発明を例証するためであって、決して本発明を限定するものではない。

【0036】

実施例

UVおよび熱安定化させたTyvek（登録商標）1423A、フラッシュ-スパンポリエチレン不織布（デュポンより入手可能）を、UVおよび熱安定化させたポリプロピレン織テープ（Bonar Phormium（ベルギー）より入手）の強化層にパウダーラミネートすることにより、膜層を作製した。織テープの縦方向の引張り強さは775N/5cm、横方向は1600N/cmであった。高密度ポリエチレン（製品コード3035A、Nortene Technologies（フランス、Lille）より入手）から構成された格子層を、織テープ布地が積層されたのとは逆のTyvek（登録商標）フラッシュ-スパン層側にフレームラミネートした。格子層は0.8cm×0.8cm平方の開口部（すなわち、それぞれ、垂直および水平格子エレメントの端部から測定した水平および垂直間隔は両方とも0.8cmであった）を備え、格子高さは1.5mmであった。Tyvek（登録商標）-織テープラミネートの透気性は、格子層を膜へ積層した後、約40%減じて、10ミリバールでISO9237-1995に従って測定したところ最終ラミネートの透気性は15.4リットル/m²秒となったことが分かった。複合体ラミネートの透湿性は1250リットル/m²日であり、静水頭は120cmであった。

【0037】

この複合体ラミネートを図3に示すような堆肥化容器の膜として用いると、水滴がラミネ

ートの内側表面（格子側）から落ちて、 $0.8 \cos$ の間隔で堆肥堆積物へ戻る。ここで、 θ は、水平に対するルーフの傾きの角度である（通常、 $20 \sim 40$ 度）。

【0038】

本発明の特定の実施形態について上記の説明に記載してきたが、本発明の技術思想または本質的な属性から離れることなく、本発明に数多くの修正、置換および再編成を行えることは当業者であれば理解されるであろう。上述の明細書よりも本発明の範囲を示す添付の特許請求の範囲を参照すべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のある好ましい実施形態による複合体ラミネートの一部の平面図である。

【図2】図1の複合体ラミネートの断面図である。

【図3】本発明のある好ましい実施形態による固定堆肥化容器の概略図である。

【図4】本発明の複合体ラミネートに組み込むことのできる矩形格子層の一部の平面図である。

【図5】図3の固定堆肥化容器の断面図である。

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
3 January 2002 (03.01.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/00572 A1

- (51) International Patent Classification: **C05F 17/02**
- (21) International Application Number: PCT/US01/20158
- (22) International Filing Date: 22 June 2001 (22.06.2001)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:
60/213,960 23 June 2000 (23.06.2000) US
09/681,889 21 June 2001 (21.06.2001) US
- (71) Applicant: **E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY** [US/US]; 1007 Market Street, Wilmington, DE 19898 (US).
- (72) Inventor: **BISBIS, Benyoussef**, 14, rue des Iris, L-6451 Echternach (LU).
- (74) Agent: **STEINBERG, Thomas, W.**; E.I. Du Pont de Nemours and Company, Legal Patent Records Center, 1007 Market Street, Wilmington, DE 19898 (US).
- (81) Designated States (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (84) Designated States (*regional*): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Published:**
— with international search report
— before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments
- For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.*



WO 02/00572 A1

(54) Title: COMPOSTING SYSTEM

(57) Abstract: A composting system is provided that includes an enclosure for containing organic matter undergoing composting. The enclosure has an access through which organic waste can be introduced into the enclosure and through which composted matter can be removed from the enclosure. The enclosure has a sloped roof comprised of a composite laminate which includes an air and moisture permeable membrane having an inside surface that faces into said enclosure. The inside surface of the membrane is adhered to an open grid layer. The composting system may further comprise means for introducing fresh air into organic matter being composted within the enclosure.

WO 02/00572

PCT/US01/20158

COMPOSTING SYSTEM**FIELD OF THE INVENTION**

5 This invention relates to the use of a composite laminate as a membrane
in composting systems. More particularly, the invention relates to a composting
system having a membrane that is waterproof, air and moisture vapor permeable, and
includes a grid layer for controlling the return of condensate to a compost pile.

BACKGROUND OF THE INVENTION

10 Treatment of solid fermentable organic wastes such as municipal sludge,
household organic waste, agricultural waste, and other organic wastes including
hydrocarbon-contaminated soils, has been achieved using various composting
methods. For example, the waste materials can be spread in windrows or boxes where
they ferment and produce soil or growth substrate improvement products. When the
15 fermentation is conducted in the presence of air (aerobic fermentation) oxygen is
consumed and the fermentation process produces carbon dioxide, water, and heat,
resulting in an increase in temperature of the composted material. In traditional
composting, the supply of oxygen is replenished by turning the windrows from time
to time. The composting cycle time (time it takes for the organic matter to be
20 degraded by microorganisms) is relatively long using this method, typically about six
months or more. In addition, the compost pile takes up a considerable amount of land
space.

Various methods have been used to accelerate the composting process.
For example, forced aeration by blowing or sucking air into the compost windrow has
25 been used to accelerate the composting process. Microbial activity is monitored by
measuring the temperature and/or oxygen saturation at different points in the
windrow. While controlled aeration has resulted in a significant reduction in
composting cycle time, air channelling through the compost can be a problem,
resulting in anaerobic areas throughout the windrow and unacceptably non-
30 homogenous soil or compost. In addition, the exhaust from a forced aeration process
carries with it odorous substances as well as bacteria and microorganisms which can
be potentially harmful to humans and can create an unacceptable environmental
nuisance to the neighboring communities.

In order to overcome these problems, breathable membranes have been
35 introduced to cover the compost windrows or boxes in forced air systems. These

membranes allow sufficient air and water vapor to pass through them, thus insuring the supply of oxygen to the microorganisms and the removal of excess heat and water vapor from the compost. In addition, the membranes are impermeable to rainwater, thus preventing the compost pile from becoming too wet. When the compost is

5 protected from rainwater, the channeling problems discussed above are greatly reduced and oxygen mass transfer within the pores and micropores of the compost pile is enhanced. In addition, the membranes can be useful for reducing the escape of odorous molecules, bacteria, and fungi. Examples of membranes that have been used in composting systems include a microporous polyurethane sandwiched between two

10 woven or non-woven materials, as described in German patent DE 4231414 to Ploucquet GmbH and a material supplied by W.L. Gore and Associates which has an expanded porous polytetrafluoroethylene layer sandwiched between two woven polyester materials.

Fixed composting systems in which the composting process is carried out in fixed enclosures are also known. Such systems generally comprise an enclosure

15 having three side walls, a door for adding or removing organic waste or compost to and from the structure, and a slanted roof. The roof may be openable, such as those provided by BIODEGMA GmbH of Stuttgart, Germany, so as to permit a front-end-loader to deliver waste material or remove fresh compost. Air is supplied through the

20 floor into the base of the compost pile. Membranes such as those described above can be installed in the roof of fixed composting enclosures. In these systems, a portion of the water vapor which is generated during the composting process condenses on the inside surface of the membrane to form water droplets which are returned to the compost layer below when they detach from the membrane surface. When

25 conventional membranes are used, a significant percentage of the water droplets will travel downwardly along the surface of the membrane without detaching until the droplets impact upon one of the side walls of the enclosure. The water then runs down the side wall and is concentrated at the edges of the compost pile, resulting in a non-uniform moisture distribution in the compost and causing wet and dry areas

30 which are undesirable for the reasons mentioned above.

SUMMARY OF THE INVENTION

There is provided by the present invention a composting system comprising an enclosure for containing organic matter undergoing composting. The

enclosure has an access through which organic waste can be introduced into the enclosure and through which composted matter can be removed from the enclosure. The enclosure has a sloped roof comprised of a composite laminate which includes an air and moisture permeable membrane having an inside surface that faces into said enclosure. The inside surface of the membrane is adhered to an open grid layer. The composting system may further comprise means for introducing fresh air into organic matter being composted within the enclosure.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

A more thorough explanation of the invention will be provided in the detailed description of the preferred embodiments of the invention in which reference will be made to the following drawings:

Figure 1 is a plan view of a section of the composite laminate according to one preferred embodiment of the invention.

Figure 2 is a cross-sectional view of the composite laminate of Figure 1.

Figure 3 is a schematic drawing of a fixed composting enclosure according to one preferred embodiment of the invention.

Figure 4 is a plan view of a section of a rectangular grid layer that can be incorporated into composite laminate of the invention.

Figure 5 is a cross-sectional view of the fixed composting enclosure of Figure 3.

TEST METHODS

In the description and in the non-limiting example that follows, the following test methods were employed to determine various reported characteristics and properties. ASTM refers to the American Society for Testing and Materials, and ISO refers to the International Organization for Standardization.

Tensile strength was measured according to ASTM D-4595-86 and is reported herein in units of N/5cm.

Vapor permeability was measured at 23°C according to ASTM E398-83 and is reported in units of g/m² day.

Air permeability was measured at 10 millibars according to ISO 9237-1995 and is reported in units of liters/m² sec.

Hydrostatic head was measured according to ISO 811 and is reported in units of centimeters of H₂O. The hydrostatic head is measured on the membrane

prior to attachment of the grid layer. The hydrostatic head is measured on a circular membrane sample with water pressure applied to the side of the membrane opposite the side to which the grid layer is to be attached, which is to the side of the membrane that will be exposed to the outside environment. In the case of membranes where one or both of the sides are not smooth (such as a woven fabric), a sealant is applied to the portion of the non-smooth sides of the membrane sample that contact the circular rubber gaskets of the instrument during the hydrostatic head measurement. This is achieved by flattening a line of elastomeric glue on a circular piece of sample on the portion of the sample that will contact the rubber gaskets, and spreading the glue so that it will fill in any three dimensional features on the membrane surface and form a tight, leak-free seal with the rubber gaskets.

DEFINITIONS

The term "polymer" as used herein, generally includes homopolymers, copolymers (such as for example, block, graft, random and alternating copolymers), terpolymers, and blends and modifications thereof. Furthermore, unless otherwise specifically limited, the term "polymer" shall include all possible geometrical configurations of the material. These configurations include isotactic, syndiotactic and random symmetries.

The term "polyolefin" as used herein, is intended to mean any of a series of largely saturated open chain polymeric hydrocarbons composed only of carbon and hydrogen atoms. Typical polyolefins include polyethylene, polypropylene, polymethylpentene and various combinations of the ethylene, propylene, and methylpentene monomers.

The term "polyethylene" as used herein is intended to encompass not only homopolymers of ethylene, but also copolymers wherein at least 85% of the recurring units are ethylene units.

The term "polypropylene" as used herein is intended to embrace not only homopolymers of propylene but also copolymers wherein at least 85% of the recurring units are propylene units.

The term "plexifilamentary" means a three-dimensional integral network of a multitude of thin, ribbon-like, film-fibril elements of random length and with a mean film thickness of less than about 4 microns and with a median fibril width of less than about 25 microns. In plexifilamentary structures, the film-fibril elements are generally coextensively aligned with the longitudinal axis of the structure and they

intermittently unite and separate at irregular intervals in various places throughout the length, width and thickness of the structure to form a continuous three-dimensional network.

The term "meltblown fibers" as used herein, means fibers formed by extruding a molten thermoplastic polymer through a plurality of fine, usually circular, capillaries as molten threads or filaments into a high velocity gas (e.g. air) stream. The high velocity gas stream attenuates the filaments of molten thermoplastic polymer material to reduce their diameter to between about 0.5 and 10 microns. Meltblown fibers are generally discontinuous fibers. Meltblown fibers carried by the high velocity gas stream are normally deposited on a collecting surface to form a web of randomly dispersed fibers.

The term "spunbond" as used herein means a bonded sheet of meltspun fibers which are formed by extruding molten thermoplastic polymer material as filaments from a plurality of fine, usually circular, capillaries of a spinnerette. Meltspun fibers are generally continuous and have an average diameter of greater than about 5 microns.

The term "nonwoven fabric, sheet or web" as used herein means a structure of individual fibers or threads that are positioned in a random manner to form a planar material without an identifiable pattern, as in a knitted fabric.

DETAILED DESCRIPTION

Reference will now be made in detail to the presently preferred embodiments of the invention, examples of which are illustrated below. A portion of a composite laminate useful in a preferred embodiment of the invention is shown in Figures 1 and 2. The composite laminate 12 comprises a membrane 14 and a grid layer 16. The membrane 14 is made of sheet material that is permeable to air and moisture vapor but is substantially impermeable to water. The grid layer 16 is comprised of a lightweight, textured material that can be bonded to the membrane 14. A substantial portion of the grid layer 16 is open so as to not unduly reduce the transmission of air and water vapor through the composite laminate 12.

According to the invention, the composite laminate is part of a composting system. According to a preferred embodiment of the invention, the composite laminate 12 is incorporated into the roof of a fixed composting enclosure 10, like the one shown in Figure 3. The composting enclosure shown includes two side walls 21, back wall 20, and slanted roof 22. The enclosure also includes a door

(not shown) opposite the back wall for adding or removing organic waste or compost to and from the structure. A composting pile 23 covers much of the floor of the composting enclosure. Air is generally supplied through the floor of the structure into the base of the compost pile.

5 The composite laminate 12 forms a slanted roof of the composting enclosure 10 using methods known in the art. For example, when the enclosure is large, the composite laminate might be installed over a support framework. With smaller enclosures, the composite laminate might hang freely from just a few supports. The composite laminate 12 is installed with the grid layer 16 facing the
1.0 inside of the enclosure (i.e. facing the compost pile 23). In such systems, the roof of the composting enclosure is generally oriented at an angle α of between about 20 to 45 degrees relative to horizontal, preferably between about 20 to 40 degrees.

During the composting process, the temperature inside the composting enclosure is generally higher than the temperature in the outside environment such
1.5 that a portion of the water vapor generated by the composting process condenses (dew point crossing) on the inside surface of the composite laminate 12 (i.e. the surface facing the inside of the enclosure). As water condenses on the surface of the membrane, it forms droplets that cling to the bottom surface of the composite
2.0 laminate 12. The water droplets travel downward, along the internal surface of the membrane, towards one of the side walls 21. Referring to Figure 5, as a water droplet 25 travels along the membrane surface, it eventually contacts a horizontal grid
element 24 of the grid layer 16, which causes the water droplet to detach from the membrane surface and fall downward onto the surface of the compost pile 23 below. The water droplets fall onto the surface of compost pile 23 in a relatively uniform
2.5 manner, at spaced intervals determined by the spacing between horizontal grid elements 24 and the angle of inclination α of the roof of the enclosure. The grid layer thus provides management of condensate return to the composting material by re-
distributing the condensate more evenly over the compost pile as opposed to concentrating the water return at the sides of the compost pile, which generally occurs
3.0 when using conventional membranes. This avoids the creation of wet and dry zones in the compost, leading to the formation of better quality compost.

The membrane in the composite laminate of the composting system of the invention may comprise a single layer or a multi-layer material comprising two or
more layers. According to the invention, the membrane prevents rainwater from
3.5 entering the compost enclosure while still allowing air and water vapor to pass

therethrough. If the composite laminate allowed rainwater to penetrate the enclosure, the compost pile would become too wet and it would not be possible to achieve sufficient oxygen distribution in the compost pile. On the other hand, the microorganisms which cause the decomposition of the organic waste in the compost pile generally require a relatively humid environment to function effectively. If the water vapor permeability of the composite laminate is too high, the compost pile could dry out resulting in an environment which is not favorable to efficient composting.

According to a preferred embodiment of the invention, the membrane 14 preferably exhibits a water barrier level, expressed as a hydrostatic head, of no less than about 50 cm, and more preferably greater than 1 meter, as measured according to ISO 811. The hydrostatic head is measured on the side of the membrane opposite the side to which the grid layer will be attached, as described above. Preferably, the composite laminate will have a water vapor permeability in the range of about 1000 to 3000 g/m² day, and more preferably in the range of about 1200 to 3000 g/m² day, and most preferably in the range of 1200 to 1700 g/m² day, measured at 23°C according to ASTM E398-83. The air permeability of the composite laminate should be sufficient to permit removal of air introduced to the composting enclosure, as for example in a forced air system where air is supplied through the floor into the base of the compost pile. Preferably, the composite laminate has an air permeability, at a pressure differential of 10 millibars, of at least 10 liters/m²sec, and more preferably of at least 15 liters/m²sec, and most preferably in the range of about 15 to 20 liters/m²sec, as measured according to ISO 9237-1995.

In the composite laminate used in the invention, a portion of the surface of the membrane is blocked by the grid layer when the grid layer is attached to the membrane. The air and vapor permeability of the composite laminate is accordingly reduced from what would be the permeability of the membrane alone. The membrane should be selected to have an air and vapor permeability that is high enough such that, for a particular grid layer, the final composite laminate will have an air and vapor permeability in the desired range. Sheet materials suitable for use in the membrane include fibrous sheets and breathable waterproof porous films. A preferred membrane is a flash-spun polyolefin plexifilamentary sheet, such as Tyvek® flash-spun polyethylene (available from DuPont). Other fibrous sheets that can be used for the membrane include spunbond-meltblown-spunbond non-wovens (SMS) and similar

materials which include spun-bonded and melt-blown layers such as SMMS, which includes two melt-blown layers sandwiched between two spun-bonded layers.

U.S. Patent 3,227,784 to Blades et al. (assigned to E. I. du Pont de Nemours & Company ("DuPont")) describes a process wherein a polymer in solution is forwarded continuously to a spin orifice at a temperature above the boiling point of the solvent, and at autogenous pressure or greater, and is "flash-spun" into a zone of lower temperature and substantially lower pressure to generate a strand of plexifilamentary material. U.S. Patent 3,227,794 to Anderson et al. (assigned to DuPont) teaches that plexifilamentary film-fibrils are best obtained from solution when fiber-forming polymer is dissolved in a solvent at a temperature and at a pressure above the pressure at which two liquid phases form, which pressure is generally known as the cloud point pressure at the given temperature. This solution is passed to a pressure let-down chamber, where the pressure decreases below the cloud point pressure for the solution thereby causing phase separation. The resulting two phase dispersion of a solvent-rich phase in a polymer-rich phase is discharged through a spinneret orifice to form the plexifilamentary strand.

Typically, the sheet of composite laminate is used on a composting enclosure for at least two years before being replaced. Accordingly, in some cases it may be desirable to include one or more strength layers in the membrane, thus providing a durable multi-layer membrane that is not readily punctured, torn, or abraded during use. This is especially important where the membrane will be used for an extended time without replacement. For example, porous films or flash-spun non-woven layers can be reinforced by attaching a woven or non-woven fabric, such as a non-woven reinforcing scrim material or a spun-bonded nonwoven, to one or both sides of the film or flash-spun layer. The various layers in a multi-layer membrane should be attached together in such a way that provides the desired air and moisture vapor permeability in the final composite laminate. This is generally done by dot or powder lamination, or by direct extrusion of a porous film on a carrier woven or non-woven substrate.

Commercially available materials that are suitable as the membrane layer in the current invention include Compogard® (available from W.L. Gore and Associates), which comprises an expanded polytetrafluoroethylene layer sandwiched between two woven polyester layers, and Daltex Roofshield (manufactured by Don & Low Nonwovens, U.K.), comprising thermally-assembled polypropylene spun-bonded non-woven layers with a breathable membrane in the middle. The 3-layer

laminates described in German patent DE 4231414 to Plouquet GmbH, which include a microporous layer such as a microporous polyurethane sandwiched between two woven or non-woven materials, are also suitable as the membrane layer in the current invention. A preferred membrane layer comprises Tyvek® flash-spun polyethylene (available from DuPont) which has been laminated to a reinforcing layer such as a woven fabric or a nonwoven reinforcing scrim. The membrane layer is preferably resistant to UV degradation and oxidation. Preferred polymers for use in the membrane layer include polyolefins such as polyethylene and polypropylene, or polyesters. The membranes may include additives such as UV stabilizers and thermal stabilizers or additives that inhibit growth of bacteria and/or fungi. When using a multi-layer membrane, it is generally sufficient for the outside layer (i.e. the side facing outside the compost enclosure) to be UV-stabilized. Alternately, each layer can be UV and thermally stabilized.

According to the invention, the composite laminate used in the composting system of the invention includes a grid layer. According to the preferred embodiment of the invention, the grid layer has a network of substantially equally spaced openings formed by interconnected geometrical forms (e.g. triangles, rhombuses, rectangles, or squares). The geometrical forms of the grid are preferably comprised of polymeric materials or metals, or combinations thereof, which have the property of releasing or repelling water (i.e. they do not retain water). In the current invention, it is preferred that the grid be comprised of a polymeric material and that the shape of the grid openings be as simple as possible so that the grid layer can be produced in an economical and continuous manufacturing process. Preferably the grid comprises a polyolefin and the grid openings are square or rectangular. The grid layer and the membrane may be attached to each other by methods known in the art, as for example by adhesive or thermal lamination. According to the preferred embodiment of the invention, a polyolefin grid layer is attached to the membrane by means of a flame lamination process. According to this process, the surface of the grid layer that is to be attached to the membrane is heated over an open flame to melt just the surface of the grid layer. The melted surface of the grid layer is immediately brought into contact with the membrane and calendered in a nip formed between a hard-surfaced roller and a soft-surfaced back-up roller, which nip applies enough pressure to allow the grid to bond to the membrane.

Figures 3-5 show a preferred embodiment of the grid layer. A grid layer 16 is formed with rectangular openings. The horizontal spacing "x" of the grid

(spacing between two vertical elements 26 of the grid) contributes to the strength of the final laminate and to achieving stable adhesion of the grid layer to the membrane. The horizontal spacing need only satisfy these criteria. Preferably the composite laminate has a tensile strength measured in both the x and y directions of at least 500 N/5 cm, more preferably at least 700 N/5 cm, measured according to ASTM D4595-86. The vertical spacing "y" of the grid (spacing between two horizontal grid elements 24) also helps determine the strength of the composite laminate and the degree of adhesion between the grid layer to the membrane. Importantly, the vertical spacing "y" of the grid, also serves a condensate management function. The vertical spacing "y" is preferably selected such that the longitudinal spacing "z" ($z = y \cos \alpha$) between the points where adjacent droplets contact the compost pile is no greater than about 10 cm, and more preferably no greater than about 5 cm. If the vertical spacing "y" in the grid layer is greater than about 50 cm, then alternating wet and dry zones are likely to form in the compost pile in the longitudinal direction "z". Preferably the vertical spacing "y" is no greater than about 20 cm, more preferably no greater than about 10 cm. In general, a smaller vertical spacing "y" provides a more uniform condensate distribution in the compost pile. If the vertical spacing "y" is less than about 0.2 cm, then the grid layer starts to reduce the air permeability of the composite laminate to such an extent that very open membrane layers must be used in order to achieve the desired air permeability in the composite laminate. Such open membranes would be more likely to allow bacteria and other odorous molecules to pass therethrough, which is undesirable. Preferably the vertical spacing "y" is at least 0.2 cm, and more preferably at least 0.5 cm.

The height of the grid is chosen such that, at an angle α between 20 and 40 degrees with respect to the horizontal, a travelling water droplet will be released immediately once it contacts a horizontal element of the grid layer 16. Calculations can be made that involve liquid surface tension and characteristics of the grid and membrane materials to compute exactly the minimum grid height, for the purpose of engineering the grid dimensions. However, these heights can be readily determined experimentally. Generally grid heights in the range of 0.5 mm to 40 mm are acceptable in the current invention. Preferably, the grid height is in the range of 0.5 mm to 15 mm.

In the case of grid layers which are not square or rectangular or which are oriented diagonally on the roof, the principles described above apply. The shape of the grid openings will be mapped down onto the surface of the compost by the falling

droplets. That is, the droplets will fall onto the surface of the compost so that a trace through the points of impact of the droplets on the surface of the compost maps the geometrical shape of the grid layer. The grid layer is selected such that the distance between the points where two adjacent droplets impact the compost heap is no greater than about 10 cm, and preferably no greater than 5 cm.

The following non-limiting example is intended to illustrate the invention and not to limit the invention in any manner.

EXAMPLE

A membrane layer was prepared by powder-laminating Tyvek® 1423 A, a flash-spun polyethylene non-woven that is UV and thermally stabilized (available from DuPont), to a reinforcing layer of UV and thermally-stabilized polypropylene woven tape (obtained from Bonar Phormium, Belgium). The woven tape had a tensile strength of 775 N/5 cm in the warp direction and 1600 N/5cm in the weft direction. A grid layer comprised of high-density polyethylene (Product code 3035A, obtained from Nortene Technologies, Lille, France) was flame-laminated to the side of the Tyvek® flash-spun layer opposite that to which the woven tape fabric had been laminated. The grid layer comprised 0.8 cm x 0.8 cm square openings (i.e. the horizontal and vertical spacing were both 0.8 cm, measured from the edges of the vertical and horizontal grid elements, respectively) and had a grid height of 1.5 mm. It was found that the air permeability of the Tyvek®-woven tape laminate was reduced by about 40% after laminating the grid layer to the membrane, to provide an air permeability in the final laminate of 15.4 liters/m² sec, measured according to ISO9237-1995 at 10 millibars. The vapor permeability of the composite laminate was 1250 liters/m²day and the hydrostatic head was 120 cm.

When this composite laminate is used as a membrane on a composting enclosure such as that shown in Figure 3, the water droplets will fall from the inside surface of the laminate (grid side) and return to the compost heap at a spacing of $0.8 \cos \alpha$ cm where α is the angle of inclination of the roof with respect to horizontal (generally between 20 and 40 degrees).

Although particular embodiments of the present invention have been described in the foregoing description, it will be understood by those skilled in the art that the invention is capable of numerous modifications, substitutions and rearrangements without departing from the spirit or essential attributes of the

invention. Reference should be made to the appended claims, rather than to the foregoing specification, as indicating the scope of the invention.

WO 02/00572

13

PCT/US01/20158

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A composting system comprising:
an enclosure for containing organic matter undergoing composting,
wherein
5 said enclosure has an access through which organic waste can be
introduced into the enclosure and through which composted matter can be removed
from the enclosure, and
 said enclosure has a sloped roof comprised of a composite
laminar, said composite laminar includes an air and moisture permeable membrane
10 having an inside surface that faces into said enclosure, and said inside surface of said
membrane is adhered to an open grid layer.
 2. The composting system of claim 1 further comprising means for
introducing fresh air into organic matter being composted within said enclosure.
 3. The composting system of claim 1 wherein said membrane consists
15 essentially of synthetic polymer material.
 4. The composting system of claim 3 wherein said membrane consists
essentially of a sheet material selected from the group of fibrous nonwovens,
waterproof porous films, and combinations thereof.
 5. The composite sheet of claim 4 wherein said membrane is a fibrous
20 nonwoven polyolefin sheet.
 6. The composting system of claim 5 wherein said membrane includes a
layer of a flash-spun bonded plexifilamentary polyolefin material.
 7. The composting system of claim 1 wherein said grid layer is
comprised of synthetic polymer.
 - 25 8. The composting system of claim 7 wherein said grid layer consists
essentially of polyolefin polymer.
 9. The composting system of claim 7 wherein said grid layer is at least
50% open.
 10. The composting system of claim 1 wherein the grid layer forms a
30 repeating pattern of a quadrilateral geometric shape, which pattern is defined by walls
between the repeating shape.
 11. The composting system of claim 10 wherein the quadrilateral shape
of said repeating pattern is a rectangle.
 12. The composting system of claim 11 wherein the walls that define the
35 repeating rectangles of the grid layer have a height in the range of 0.5 mm to 40 mm.

WO 02/00572

14

PCT/US01/20158

13. The composting system of claim 12 wherein the walls that define the repeating rectangles of the grid layer have a height in the range of 0.5 mm to 15 mm.

14. The composting system of claim 1 wherein the roof of said enclosure is sloped at an angle of between 20 and 45 degrees.

5

WO 02/00572

PCT/US01/20158

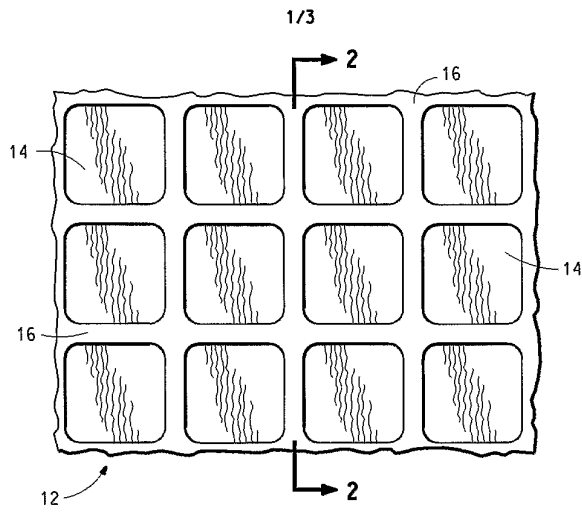


FIG. 1

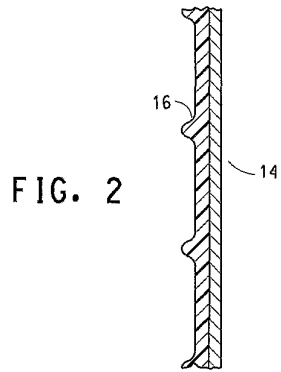


FIG. 2

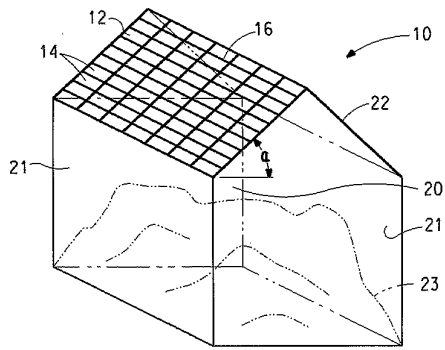


FIG. 3

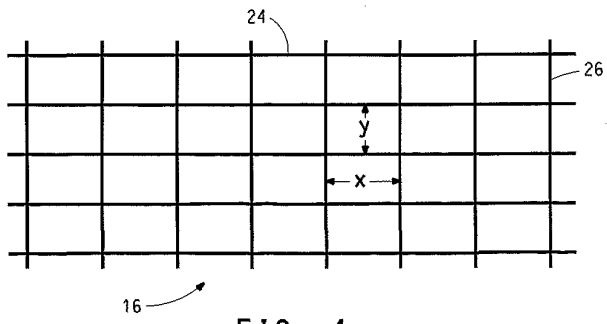


FIG. 4

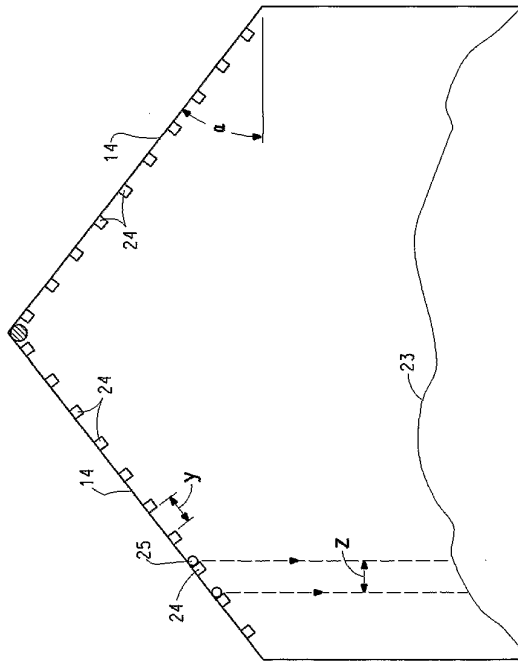


FIG. 5

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Int. Patent Application No. PCT/US 01/20158
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 C05F1/02		
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) IPC 7 C05F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 485 330 A (L. LEFEBVRE) 31 December 1981 (1981-12-31) claims; figures	1, 5
A	EP 0 233 673 A (STORK PERFORATED PRODUCTS B.V.) 26 August 1987 (1987-08-26) column 5, line 8 -column 6, line 39; claims	1
X	WO 99 48969 A (ELF ATOCHEM S.A.) 30 September 1999 (1999-09-30) page 4, line 18 -page 5, line 22; claims	5
X	DE 92 14 354 U (C.F. PLOUCQUET GMBH & CO) 7 January 1993 (1993-01-07) claims	5
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents:		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubt on priority claims or which is cited to establish the publication date of another document or other special reason (as specified) *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		*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 *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 *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 *Z* document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 30 November 2001		Date of mailing of the international search report 07/12/2001
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 051 epo nl, Fax: (+31-70) 340-2016		Authorized officer: Schut, R

From PCTISA/210 (second sheet) July 1992

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/US 01/20158
C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indicators, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 786 799 A (ABRISUD SCCOTM CHAPUS) 9 June 2000 (2000-06-09) page 7, line 1 - line 7; claims	1
A	US 5 201 192 A (YASUO HARA) 13 April 1993 (1993-04-13) column 6, line 17 - line 37; claims; figures	1
A	WO 94 29241 A (C. REINCKE) 22 December 1994 (1994-12-22) page 4, line 4 - line 16; claims; figures	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
 Information on patent family members

 International Application No.
 PCT/US 01/20158

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2485330	A	31-12-1981	FR 2485330 A1 31-12-1981
EP 233673	A	26-08-1987	NL 8600377 A 01-09-1987 AT 69360 T 15-11-1991 AU 595854 B2 12-04-1990 AU 6869687 A 20-08-1987 DE 3774445 D1 19-12-1991 DK 72387 A 15-08-1987 EP 0233673 A1 26-08-1987 JP 1920183 C 07-04-1995 JP 6048944 B 29-06-1994 JP 62190032 A 20-08-1987 US 4798023 A 17-01-1989 ZA 8701066 A 06-08-1987
WO 9948969	A	30-09-1999	JP 11278971 A 12-10-1999 AU 3600099 A 18-10-1999 WO 9948969 A1 30-09-1999 EP 0990011 A1 05-04-2000
DE 9214354	U	07-01-1993	DE 4231414 A1 24-03-1994 DE 9214354 U1 07-01-1993 AT 402713 B 25-08-1997 AT 174693 A 15-12-1996 NL 9301411 A 18-04-1994
FR 2786799	A	09-06-2000	FR 2786799 A1 09-06-2000
US 5201192	A	13-04-1993	JP 2936019 B2 23-08-1999 JP 4227453 A 17-08-1992 JP 2117530 C 06-12-1996 JP 4251179 A 07-09-1992 JP 8014456 B 14-02-1996 JP 2691481 B2 17-12-1997 JP 4251180 A 07-09-1992
WO 9429241	A	22-12-1994	NO 934662 A ,B, 12-12-1994 AU 6985994 A 03-01-1995 DE 69410488 D1 25-06-1998 DE 69410488 T2 10-12-1998 DK 738247 T3 30-11-1998 EP 0738247 A1 23-10-1996 WO 9429241 A1 22-12-1994

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZW

Fターム(参考) 4D059 AA07 AA30 BA03 BA60 CC01
4H061 AA03 CC51 CC55 GG19 GG49 GG70 HH41 LL07