

(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2004-502541

(P2004-502541A)

(43) 公表日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
<b>C02F 11/00</b>	C O 2 F 11/00	4 D O 5 9
<b>C02F 11/02</b>	C O 2 F 11/02	
<b>C02F 11/12</b>	C O 2 F 11/12	C

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2002-509028 (P2002-509028)	(71) 出願人	502083990
(86) (22) 出願日	平成13年4月5日 (2001.4.5)		ディ - エイチ20 エル.エル.シー
(85) 翻訳文提出日	平成14年3月8日 (2002.3.8)		.
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/011052		アメリカ合衆国、イリノイ、シカゴ、ダブ
(87) 国際公開番号	W02002/004356		リュ. オークデール アベニュー 431
(87) 国際公開日	平成14年1月17日 (2002.1.17)		、ナンバー 4エイ
(31) 優先権主張番号	09/612, 776	(74) 代理人	100066692
(32) 優先日	平成12年7月10日 (2000.7.10)		弁理士 浅村 皓
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100072040
(81) 指定国	EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR) , CA, JP		弁理士 浅村 肇
		(74) 代理人	100107504
			弁理士 安藤 克則
		(74) 代理人	100102897
			弁理士 池田 幸弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高電圧を用いて都市廃液の活性汚泥を脱水する方法

## (57) 【要約】

都市汚泥処理プラントまたは紙 - パルプ汚泥処理プラントを最も高いコスト効果で、しかもできるだけ効率的なシステムで提供するために、都市汚泥、紙 - パルプ汚泥、動物廃液および植物廃液の一次および二次処理を順応できるようにし、それによって電気穿孔による上記処理を一次脱水処理、二次脱水処理、直接W A S 処理およびそれらと他の通常の脱水技術との組み合わせのいずれとしても使用できるようにするシステム。電気穿孔済み処理汚泥は、従来、P E F - 電気穿孔システムから出た、エアレーションタンクに戻される未放出バイオソリッドを放出する。本発明の電気穿孔法は、エアレーションタンクの細菌の「栄養物」として使用される細胞内溶解 / 有機物質の放出を引き起こす。

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

紙 - パルプ汚泥、都市廃液汚泥または植物および動物廃液汚泥の分子細胞単位中に含まれる細胞内水分子を含んでいる上記の紙 - パルプ汚泥、都市廃液汚泥、動物廃液汚泥を脱水する方法であって、

(a) 上記廃液汚泥をポンプで脱水装置に送り込み；

(b) 上記廃液汚泥中に含まれる細胞内水分子を放出させるために、上記脱水装置中で上記廃液汚泥の個々の細胞単位の少なくとも大部分を破壊し；

ここで、該工程 (b) は細胞物質の大量崩壊を引き起こして、細胞内液体のみならず結合されている液体、およびエアレーションタンクの細菌の栄養物として使用することができる細胞内溶解 / 有機物質の放出を可能にし；そして

(c) 上記の放出された細胞内溶解 / 有機物質を、エアレーションタンクの細菌に栄養物を供給するためのそのエアレーションタンクに導く

工程を含む上記の方法。

## 【請求項 2】

工程 (b) が汚泥を電気穿孔処理することを含む、請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 3】

電気穿孔が 15 ~ 10,000 K V の電圧を用いて行われる、請求項 2 記載の方法。

## 【請求項 4】

紙 - パルプ汚泥、都市汚泥、植物廃液および動物廃液のような汚泥が、好気性消化を行うためのエアレーションタンク中で処理される上記汚泥の処理方法であって、

(a) 上記汚泥を処理して細胞内溶解 / 有機物質を放出させる脱水プロセスに至らせ；

(b) 工程 (a) で処理された汚泥を、好気性消化を行うためのエアレーションタンクに導き、それによって上記細胞内溶解有機物質を上記エアレーションタンクの細菌の栄養物として使用し、これにより上記好気性消化プロセスを同量の供給酸素に対して加速する工程を含む上記の方法。

## 【請求項 5】

工程 (a) が汚泥を電気穿孔処理することを行うことを含む、請求項 4 記載の方法。

## 【請求項 6】

代替法として、汚泥を更なる脱水プロセスに直接導くことをさらに含む、請求項 4 記載の方法。

## 【請求項 7】

紙 - パルプ汚泥、都市汚泥、植物廃液および動物廃液のような汚泥の処理方法であって、

(a) 上記汚泥を処理して細胞内溶解 / 有機物質を放出する脱水プロセスに至らせ；

(b) 工程 (a) で処理された汚泥を、好気性消化を行うためのエアレーションタンク、または異なる脱水プロセスの 1 つに導く

工程を含む上記の方法。

## 【請求項 8】

代替法として、工程 (b) が汚泥をフィルタープレスより成る更なる脱水プロセスに導くことを含む、請求項 7 記載の方法。

## 【請求項 9】

工程 (b) が汚泥をエアレーションタンクに導くことを含み、そのエアレーションタンクで細胞内溶解有機物質がそのエアレーションタンクの細菌の栄養物として使用され、それによって好気性消化プロセスが同量の供給酸素に対して加速される、請求項 7 記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

(発明の背景)

「予め脱水された都市廃水の汚泥を、高電圧を用いて脱水する方法および装置 (Method and Apparatus for Dewatering Previously

10

20

30

40

50

- Dewatered Municipal Waste - Water Sludges Using High Electrical Voltages)」と題される、2000年2月29日発行の米国特許第6,030,583号明細書には、都市廃液または紙工場からのパルプ廃液から出る廃液活性汚泥(WAS)を脱水および処理するための、さらにまた動物および植物廃液を処理するためのシステムおよび方法が開示される。その特許において、WASを分解する方法は、WASを、細胞間および細胞内分子結合を破壊する15~100KVの範囲内の非アーク放電性・周期性高電圧を用いる電気穿孔に付し、かくして細胞間および細胞内の水を放出させるもので、それによってWASが不活性にされ、かつ嵩が大幅に減少される。

#### 【0002】

上記の米国特許においては、その中に開示される装置と方法はある特定の状況では一次都市汚泥処理が可能であるが、その意図された主たる目的は装置と方法を予め脱水された都市廃液汚泥に対する二次処理として使用することであった。「予め脱水された都市廃水の汚泥を、高電圧を用いて脱水する方法および装置」と題される、2000年2月29日発行の米国特許第6,030,583号明細書の方法および装置を、都市廃液汚泥の主たる一次処理に適合させることが、本発明の目的である。

#### 【0003】

先(段階I)のプロジェクトにおいて、都市廃液処理に由来する廃液活性汚泥(WAS)中のバイオマスを崩壊させるための、パルス電場(PEF)の実験室での実行可能性が証明された。脱水された汚泥の個体含有量には有意の増加はなかったが、廃棄を要するMASの量は著しく減少されると評価された。

#### 【0004】

段階Iの結果により促されて、WASを生じさせる1つまたは2つの廃液処理プラントを試験するパイロットプラントが開発された。0.5~1.0pgmのWAS供給原料を取り扱うことができるパルス電場(PEF)システムを設計することが決定されたのである。これには、30kVの電圧を発生させることができる8kWの電力供給装置、並びにピーク電流50amp、双極性(bi-polar)パルス、方形波、パルス幅10μsおよび3000パルス/秒(pps)を取り扱うことができるパルス発生器が必要になる。

#### 【0005】

##### (発明の概要)

本発明の主たる目的は、都市廃液汚泥、紙-パルプ廃液汚泥、動物廃液および植物廃液を脱水し、その場合その汚泥の一次処理に電気穿孔を用いる方法および装置を提供することである。

#### 【0006】

都市汚泥処理プラントまたは紙-パルプ汚泥処理プラントを最も高いコスト効果で、しかもできるだけ効率的なシステムで提供するために、都市汚泥、紙-パルプ汚泥、動物廃液および植物廃液の一次および二次処理に関して順応できるようにし、それによって電気穿孔による上記処理を一次脱水処理、二次脱水処理、直接WAS処理およびそれらと他の通常の脱水技術との組み合わせのいずれとしても使用できるようにするそのようなシステムを提供することも主たる目的である。

#### 【0007】

本発明は、添付図面を参照することによりさらに容易に理解されるであろう。

#### 【0008】

##### (発明の詳しい説明)

電気穿孔を用いるパルス電場(PEF)効果の本来の着想は、予め脱水された汚泥を脱水することであった。しかし、紙プラントの汚泥についての追加のPEFデータは、WASの電気穿孔による大きなPEF効果はより高いエネルギーレベル(例えば、100J/mL;または固形分6パーセントの供給原料について400kWh/トン(DS))において生じ、それによって細胞が崩壊されることを示した。その結果は、細胞を不活性化し、細胞を破壊し、そして一部細胞内溶解/有機物質を放出させ、そして、典型的には、凝集

10

20

30

40

50

および脱水を悪化させるというものである。従って、この方法のより効果的な使用の仕方は、P E F 処理汚泥を再循環させて好気性バイオリアクターに戻し、汚泥を栄養物として利用することである；即ち、W A S の細胞単位を崩壊させることに対する P E F - 電気穿孔の効果で細胞内溶解 / 有機物質が放出されていることが発見されたのである。この細胞内溶解 / 有機物質は、好気性バイオリアクターが活発になる正にそのタイプの理想的な「栄養物 ( f o o d ) 」なのである。かくして、この放出細胞内溶解 / 有機物質を好気性バイオリアクターへと戻すことは、そのバイオリアクターに対する B O D 負荷を高め、かくして W A S の量を最大約 5 0 パーセントまで低下させる。このシナリオのフローシートが図 2 に示される。かくして、今や、P E H - 電気穿孔システムを予め脱水された汚泥の二次システムとして用いるだけでなく、以下において説明されるように、それを一次システムとしても使用することが実際的である。 10

#### 【 0 0 0 9 】

図 1 を参照して説明すると、本図には、「予め脱水された都市廃水の汚泥を、高電圧を用いて脱水する方法および装置」と題される、2 0 0 0 年 2 月 2 9 日発行の米国特許第 6 , 0 3 0 , 5 8 3 号明細書に開示される、予め脱水された汚泥の二次処理として P E F - 電気穿孔システムを使用するための模式線図が示されている。図 1 において、都市廃水は一次処理の好気性反応タンク 1 0 へと送られ、そこから第二清澄器 1 2 へと送られる。その第二清澄器から W A S がその W A S を不活性化してそれをより容易に廃棄できるクラス “ B ” のバイオマスとするための、上記米国特許発明の P E F - 電気穿孔システム 1 4 に送られる。そのバイオマスは、次に、さらに加工し、廃棄するためのベルトプレス 1 6 に送られる。 20

#### 【 0 0 1 0 】

今度は図 2 を参照して説明すると、本図には一次処理の一部として P E F - 電気穿孔システムを使用するための本発明のフローチャートが示される。このシステムにおいて、P E F - 電気穿孔システム 1 4 から出たバイオソリッドはエアレーションタンク 1 0 に戻される。その P E F プロセスが、前記で説明されたように、エアレーションタンクの細菌の「栄養物」として使用される細胞内溶解有機物質の放出を引き起こすからである。この「栄養物」はエアレーションタンク中で好気性消化によってさらに処理されるだけでなく、実際には、その好気性タンク自体における好気性消化プロセスを同量の供給酸素に対して加速させるのである。 30

#### 【 0 0 1 1 】

図 2 のシステムに関する実施上の問題は、W A S の減少に対する P E F の顕著な効果を見るためには、P E F 処理量が W A S の廃棄速度と同じオーダーでなければならないということである。この理由から、1 . 8 トン ( D S ) / 日の P E F システムがパイロットプラントとして選ばれた。このようなシステムによれば、乾燥基準では 0 . 9 トン / 日の、またはフィルタープレスケーキ ( 固形分 1 2 パーセント ) 基準では 7 . 5 トン / 日の W A S の減少を達成することができる。濃化汚泥 ( 固形分 2 パーセント ) 基準に関しては、これは 4 5 トン / 日の除去率になり、凝集および脱水することが必要である。これには、固形分 2 パーセントの W A S 1 5 g p m の P E F 処理が必要になる。 40

#### 【 0 0 1 2 】

P E F 電力供給装置で駆動される上記パイロットプラントのコスト、およびパルサーのコストを低下させる 1 つの方法は、W A S を予め濃化する方法である。それ故、1 5 g p m のレンタル遠心機 1 8 をパイロット試験に用いる。これは P E F リアクターについて 6 パーセントの固形分含有量において 5 g p m の供給速度をもたらすと見積もられる。このような供給原料はモイノポンプ ( M o y n o p u m p ) で取り扱うことができる。遠心機および P E F 装置への供給原料の流れは、図 2 では流れ番号 1 0 および 1 1 としてそれぞれ表されている。しかし、実際の適用ではそのような遠心機は必要でないだろう。

#### 【 0 0 1 3 】

P E F 電力供給装置およびパルサーの設計

図 2 のシステムについての電力供給装置およびパルス発生器 ( パルサー ) の概念設計が図 50

3に示される。この図は直列に並ぶ4つのチャンバー20を示すが、パルス速度が上げられるならば2つのチャンバーを使用することもできる。2チャンバー設計の明細が表1に示される。この設計には、30kVを出す35kW入力 of 電力供給装置22(32kWの連続出力)が必要になる。パルス発生器24は最大電流200ampおよびパルス速度4,000Hz(最大)である。

【0014】

表1. パイロットプラントのPEF電力供給

装置、リアクターおよびバルサー

チャンバー	
隙間距離D (cm)	1.2
チャンバー	1
使用チャンバー数	2
流れ条件	
流量 (mL/秒)	315
PEF パラメーター	
適用する電圧 (kV)	30
Rep-速度 (pps)	3342.254
パルス期間 (μ秒)	4
物理的性質	
導電率 (S/m)	0.2
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1
比熱 [J/(g·°C)]	4.18
粘度 (Pa.s)	0.0100
適用量レベル	
電場強度 (kV/cm)	25
総処理時間 (μ秒)	80
1チャンバー当たりのパルス数	10
温度変化	
1チャンバー対当たりの温度上昇 (°C)	11.962
関連情報	
滞留時間 (秒)	0.00299
流速 (cm/秒)	401.070
エネルギー消費量 (J/mL)	100
推定電力必要量 (W)	31500
レイノルズ数	4010.705
パルス発生器電流	78.5

10

20

30

40

【0015】

実際の汚泥処理システムおよび関連器機類は図4に示される。詳細な明細リストは表2に与えられる。タンクT1は無処理の供給原材料を最大100ガロンまで保持し、遠心機18からバルブV1を通して送られる。ミキサーが、供給されている材料(infeed material)をブレンドするために装備されている。底部排水管が試験運転の終わりに下水管への廃棄を可能にする。バルブV4が分析用試料を抜き取るために装備されている。材料はT1をバルブV2およびストレーナを通して出て変速前進キャビティーポンプ(variable speed progressing cavity pump)に

50

至る。このポンプは1分当たり0.5～5.0ガロンを流すことができる。上記のタンク、ポンプミキサーおよびそれらに関連するバルブは、輸送のための1つの42インチ平方スキッドに据え付けられている。ポンプP1を出た供給原料は、強化ホースに対する速連結継手を通してリアクターに至る。

【0016】

PEF - 電気穿孔リアクターサブシステムは、前記で図3を参照して説明された電力供給装置、パルス発生器および複数の処理チャンバー対を含む。これらは関連するバルブV5、6および7と共にスキッドに据え付けられることになる。速連結継手およびホースは、処理済み材料を出口タンク用スキッド上のバルブまで運ぶ。バルブV12および13はその処理済み材料を再循環させてT1に戻すのを可能にする。バルブV8は、処理済み材料が容量100ガロンのタンクT2に入るのを可能にする。T1に関して、ミキサー、試料口および底部排水管が装備されている。タンクT2、ポンプP2、ミキサーM2およびそれらに関連するバルブはもう1つのスキッドに据え付けられている。バルブV10を通して出た処理済み材料は移送ポンプP2に至る。バルブV18は、バルブV14を通してタンクT3に流れる流量を調節するグローブ式になっている。バルブV13は、処理済み材料を、P2により補助してT2からT1に戻して処理時間を長くするのを可能にする。

10

【0017】

ポンプP2は、処理済みの汚泥を、PEF - 電気穿孔システムを一次システムとして使用するときには好気性タンク10であるバイオ処理プラントに、そして、PEF - 電気穿孔システムを二次処理として使用するときには、場合によっては、所望とされるならばフィルタープレス16に戻すために用いられる。

20

【0018】

安全論理が次のとおり組み込まれている。レベル制御装置L1がV1を閉じてT1への過充填と、それに続くこぼれを防ぐ。レベル制御装置L2が、液面レベルが低くなり過ぎたときにP1および電力供給装置を締める。レベル制御装置L3およびT2が、タンクT3が一杯になったときにP1および電力供給装置を締めてこぼれを防ぐようにする。

【0019】

表2. 汚泥処理システムの明細

説明	Qty	
供給会社		
入口タンク T1		
100 ガロンジャケット付き炭素鋼タンク	1	
バックアイ・ファブ社 (Buckeye Fab)		
2 インチPVC、スケジュール (Schedule)		
80・90 度エルボー、806-020 (中にバイパス)	1	
ハリントン社 (Harrington)		
ミキサー、Cークランプ搭載直接駆動、		
1 / 4 HP、400-250-DD-ED	1	10
ハリントン社		
ユニオンボールバルブ、2 インチソケット、		
1001020	2	
ハリントン社		
ストレーナ、2 インチ透明PVC、RVAT108	1	
ハリントン社		
交換スクリーン、PVC	1	
ハリントン社		
2 インチPVC、スケジュール80パイプ、		
800-020、長さ20フィート	1	20
ハリントン社		
2 インチPVC、スケジュール80・90度		
エルボー、806-020	2	
ハリントン社		
速連結分離継手 (quick disconnect)、パートF、		
2 インチ、ポリプロ、FPP-020	2	
ハリントン社		
速連結分離継手、パートC、2 インチ、		
ポリプロ、CPP-020	2	
ハリントン社		30
ホース、PVC標準能力品、2 インチ、110P-020	100ft	
ハリントン社		
ホースクランプ、3 インチ、H-44SS	10 / パック	
ハリントン社		
隔壁継手、1 / 2 インチPVC BF10050SXT	1	
ハリントン社		
ボールバルブ、1 / 2 インチソケット、107005	1	
ハリントン社		

【0020】表2. 汚泥処理システムの明細 ( 続き )

説明	Qty	
供給会社		
エルボー、90度、1/2インチSch 80 PVC、 806-005	1	
ハリントン社		
レベル制御装置、シャットフィードバルブ (shut feed valve) に対して高、LV751	1	
オメガ社 (Omega)		
レベル制御装置、遮断ポンプP 1および 電力供給装置に対して低、LV751	1	10
オメガ社 (Omega)		
供給バルブ用固体リレー、SSR240AC10	1	
オメガ社 (Omega)		
ポンプおよび電力供給装置用固体リレー、 SSR240AC25	1	
オメガ社		
供給バルブV 1		
速連結分離継手、パートF、2インチ、ポリプロ、 FPP-020	1	20
ハリントン社		
速連結分離継手、パートC、2インチ、ポリプロ、 CPP-020	1	
ハリントン社		
ユニオンボールバルブ、2インチ、1001020	1	
ハリントン社		
電気作動器、2085020	1	
ハリントン社		
プロセスポンプP 1		30
ポンプ、5.0GPMで最低0.5GPM、 35psi、モイノ	1	
バックアイポンプ社 (Buckeye Pump)		
ポンプ用直流制御装置、NEMA 4エンクロー ジャー (enclosure)	1	
バックアイポンプ社		
ホースニップル、ポリプロ、2インチ、 HNPP-020	2	
ハリントン社		

【 0 0 2 1 】

40

表 2 . 汚泥処理システムの明細 ( 続き )

説明	Qty	
供給会社		
2インチPVC、スケジュール80 T字管、801-020	2	
ハリントン社		
2インチPVC、スケジュール80 パイプ、800-020		
長さ20フィート	1	
ハリントン社		
2インチPVC、スケジュール80・90度エルボー、806-020	2	
ハリントン社		10
リアクター連結具		
速連結分離継手、パートF、2インチ、ポリプロ、FPP-020	2	
ハリントン社		
速連結分離継手、パートC、2インチ、ポリプロ、CPP-020	2	
ハリントン社		
ユニオンボールバルブ、2インチソケット、1001020	1	
ハリントン社		20
2インチPVC、スケジュール80 ソケットT字管、801-020	2	
ハリントン社		
径違いブッシュ、2インチ×1/2インチねじ山、838-247	2	
ハリントン社		
1/2インチ×長さ1-1/2インチPVC スケジュール80 ニップル、882-015	2	
ハリントン社		30
ユニオンボールバルブ、1/2インチねじ込み、1001005	2	
ハリントン社		
1/2インチPVCスケジュール80ねじ込み T字管、805-005	1	
ハリントン社		
径違いブッシュ、1/2～1/4インチねじ込み、839-072	2	
ハリントン社		

【 0 0 2 2 】

40

表 2 . 汚泥処理システムの明細 ( 続き )

説明	Qty	
供給会社		
ガード付き圧力ゲージ、0～60psig、 GGME60-PP	1	
ハリングトン社		
チューブアダプタ、1／4インチMPT～ 1／4インチチューブ、4MSC4N-B	2	
パーカー社 (Parker)		
出口タンク T 2		10
100ガロン・ジャケット付き・脚付き炭素鋼 タンク、2インチ出口	1	
バックアイ・ファブ社		
2インチPVC、スケジュール80・90度 エルボー、806-020 (入口)	1	
ハリングトン社		
ユニオンボールバルブ、2インチソケット1001020	5	
ハリングトン社		
速連結分離継手、パートF、2インチ、ポリプロ、 FPP-020	3	
ハリングトン社		20
速連結分離継手、パートC、2インチ、ポリプロ、 CPP-020	3	
ハリングトン社		
2インチPVC、スケジュール80・90度エルボー、 806-020	4	
ハリングトン社		
2インチPVC、スケジュール80ソケットT字管、 801-020	2	
ハリングトン社		30
2インチPVC、スケジュール80ねじ込みT字管、 805-020	3	
ハリングトン社		
2インチ×6インチPVC、スケジュール80ニップル	2	
ハリングトン社		
ミキサー、Cークランプ搭載直接駆動、 1／4HP、400-250-DD-ED	1	
ハリングトン社		
1／2インチ×2インチPVC、スケジュール80	1	
ハリングトン社		40

【 0 0 2 3 】

表 2 . 汚泥処理システムの明細 ( 続き )

説明	Qty	
供給会社		
ボールバルブ、1／2インチソケット、107005	1	
ハリントン社		
エルボー 90度、1／2インチSch80PVC、806-005	1	
ハリントン社		
レベル制御装置、遮断ポンプP1および電力供給 装置に対して低、LV751	1	
オメガ社		
ポンプおよび電力供給装置用の固体リレー、 SSR240AC25	1	10
オメガ社		
出口タンク用ポンプ		
ポンプ、ヘッド5GPM20フィート、遠心機	1	
バックアイポンプ社		
モーター始動装置、熱装置付きNEMA4	1	
C.E.D.社		
ホースニップル、ポリプロ、2インチ、 HNPP-020	4	20
ハリントン社		
グローブバルブ、ねじ込み、PVC、2インチ、 1261020	1	
ハリントン社		
生成物用ポンプP2		
ポンプ、ヘッド5GPM20フィート、遠心機	1	
バックアイポンプ社		
モーター始動装置、熱装置付きNEMA4	1	
C.E.D.社		30
シールタイト (Sealtite)、1／4インチ	多数	
C.E.D.社		
ワイヤ、コード	多数	
C.E.D.社		
スキッド		
42インチ平方、金属、フォークリフト入口4側面		

【 0 0 2 4 】

表 2 . 汚泥処理システムの明細 ( 続き )

説明	Qty
供給会社	
器機	
オシロスコープ、記憶、2入力、100MHz、 プリンターインターフェース テクトロニックス社 (Tektronix)	1
電流センサ、0.01ボルト／アンペア、 最大100Amp. ペアーソンエレクトル社 (Pearson Electr)	1
クランプオン (clamp-on) 流量計、 2～12インチパイプ、出力4～20mA コントロトロロン社 (Controlotron)	10
電圧センサ、60キロボルト、1000V／1V、 タイプPVM-1 ノーススターレッシュ社 (North Star Resch)	1
プリンター、エプソンジェットモデル (Epson jet Model) 740、パートNo. C257001平行入口 ADSシステムズ社 (ADS Systems)	1
セントロニクス (Centronics) ータイプのパララー プリンターポートコスト (paraller printer port cost)、エプソンF2E020-06 ADSシステムズ社	20
タイプK熱伝対表示器、オメガDP45KF+SB45 オメガ社	1 ea.
タイプK熱伝対、シース304SS、 直径1／8インチ、KQSS-18G-12 オメガ社	2
導電率およびpHメーター、0～200μs、 0～14pH、P-19651-20	1
コーラーパーマー社 (Cole-Parmer)	30
導電率およびpH流通セル (flow-through cell)、 P-19502-42 コーラーパーマー社 (Cole-Parmer)	2
代替クランプオン流量計、オムロン (Omron) FD-303+1／4～3／4インチパイプについてFD-5セン サ+3／4～12インチパイプについてFD-5000センサ	

## 【0025】

以上本発明の特定の態様を示し、説明したが、本発明には、添付特許請求の範囲に記載される範囲と精神から逸脱しない限り、数多くの変更および修正をなし得ることを理解すべきである。 40

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

二次脱水処理として使用される電気穿孔システムを示している模式線図である。

## 【図2】

本発明に従って一次脱水処理として関連使用される電気穿孔システムを示している模式線図である。

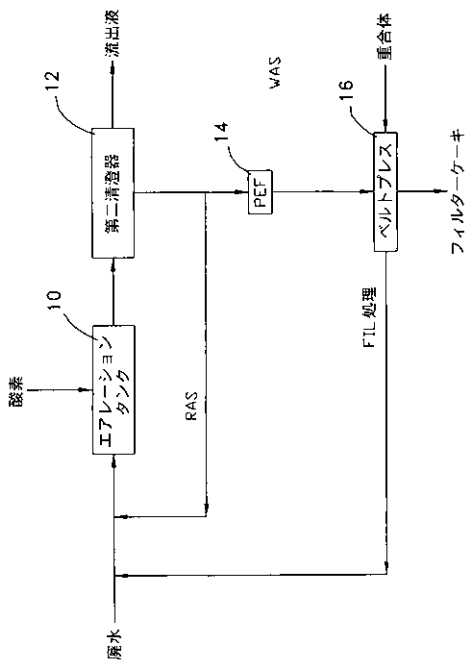
## 【図3】

都市、紙・パルプ、動物および植物の廃液汚泥を脱水する際に使用するための電気穿孔サブシステムを示している模式線図である。 50

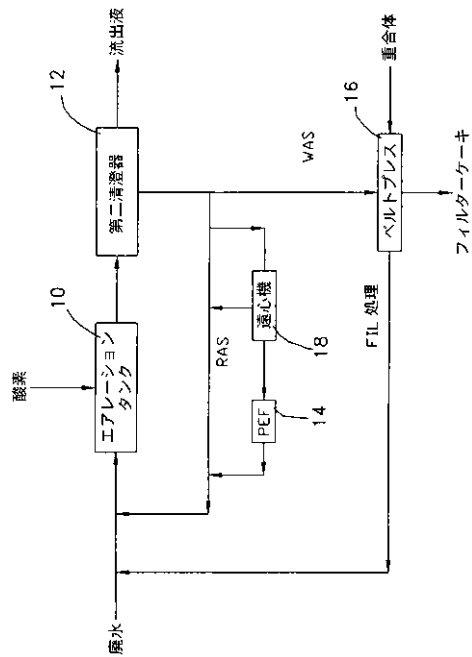
【図 4】

一次または二次脱水処理として使用するための電気穿孔サブシステムを組み込んでいる、本発明の装置全体を示している模式線図である。

【図 1】



【図 2】





## 【国際公開パンフレット】

WO 02/04356 PCT/US01/1052  
(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau



(43) International Publication Date  
17 January 2002 (17.01.2002)

PCT

(10) International Publication Number  
WO 02/04356 A1

- (51) International Patent Classification: C02F 1/461 (74) Agents: GERSTEIN, Milton, S. et al.: Hamman & Bonn, Suite 3300, 10 S. LaSalle Street, Chicago, IL 60603 (US).
- (21) International Application Number: PCT/US01/1052 (81) Designated States (national): CA, JP.
- (22) International Filing Date: 5 April 2001 (05.04.2001) (84) Designated States (regional): European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (25) Filing Language: English Published:  
— with international search report
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 09/612,776 10 July 2000 (10.07.2000) US 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
- (71) Applicant: D-H2O L.L.C. (USA/US); 431 W. Oakdale Avenue, #4A, Chicago, IL 60657 (US).
- (72) Inventors: HIELD, Jeffrey; 431 W. Oakdale Avenue, #4A, Chicago, IL 60657 (U.S.); CHAUDHAN, Satya, P.; 1074 Bluff Point Drive, Columbus, OH 43235 (US).



WO 02/04356 A1

(54) Title: METHOD FOR DEWATERING MUNICIPAL WASTE ACTIVATED SLUDGE USING HIGH ELECTRICAL VOLTAGE

(57) Abstract: A system that allows the flexibility of primary and secondary treatment of municipal sludge, paper-pulp sludge, animal and plant waste, whereby the treatment thereof via electroporation may be used either as the primary dewatering treatment, secondary dewatering treatment, direct WAS-treatment, and combinations with other conventional dewatering techniques, in order to provide the municipal treatment plant, or the paper-pulp treatment plant, with the most cost-effective and efficient system as possible. The electroporated-treated sludge releases hitherto uncollected biosolids existing from the PEF-electroporation system, which are returned to aeration tanks. The electroporation process causes the release of intracellular dissolved organic matter, which is used as "food" for the bacteria of the aeration tanks.

WO 02/04356

PCT/US01/11052

## METHOD FOR DEWATERING MUNICIPAL WASTE-ACTIVATED SLUDGE USING HIGH ELECTRICAL VOLTAGE

## BACKGROUND OF THE INVENTION

In U.S. Patent No. 6,030,538, issued in February 29, 2000 entitled "Method and Apparatus for Dewatering Previously-Dewatered Municipal Waste-Water Sludges Using High Electrical Voltages, there is disclosed a system and method for dewatering and treating waste-activated sludge (WAS) emanating from municipal waste, or pulp-waste from a paper mill, as well as treating animal and plant waste. In that patent, the method for breaking down the WAS is to subject the WAS to electroporation, which incorporates nonarcing, cyclical high voltages in the range of between 15 KV and 100 KV, which break down inter-cellular and intracellular molecular bonds, to thus release inter-cellular and intracellular water, whereby the WAS is rendered inactive and greatly reduced in mass.

In the above-noted U.S. Patent, the apparatus and method disclosed therein, while capable in certain circumstances of being a primary municipal-sludge treatment, its intended and main objective was to use it as a secondary treatment to previously-dewatered municipal waste sludge. It is the goal of the present invention to adapt the method and apparatus of U.S. Patent No. 6,030,538, issued in February 29, 2000 entitled "Method and Apparatus for Dewatering Previously-Dewatered Municipal Waste-Water Sludges Using High Electrical Voltages into a main, primary treatment of municipal waste sludge.

In a previous (Phase I) project, it has been demonstrated the laboratory feasibility of pulsed electric field (PEF) for disrupting the biomass in waste activated

WO 02/04356

PCT/US01/11052

sludge (WAS) derived from municipal wastewater treatment. While there was no significant increase in the solids content of dewatered sludge, the quantity of WAS needing disposal was estimated to be significantly reduced.

Encouraged by the Phase I results, a pilot plant for testing at one or two wastewater treatment plants that generate WAS has been developed. It has been decided that a pulsed electric field (PEF) system that could handle 0.5 to 1.0 ppm WAS feed be designed. This requires an 8 kw power supply capable of generating 30 kV and pulse generator capable of handling 50 amp peak, current, bi-polar pulses, square wave, 10  $\mu$ s pulse width, and 3000 pulses/second (pps).

#### SUMMARY OF THE INVENTION

It is the primary objective of the present invention to provide a method and apparatus for dewatering municipal waste sludge, paper-pulp waste sludge, animal and plant waste, using electroporation for the primary treatment of the sludge.

It is also a primary objective of the present to provide such a system that will allow flexibility as to the primary and secondary treatment of municipal sludge, paper-pulp sludge, animal and plant waste, whereby the treatment thereof via electroporation may be used either as the primary dewatering treatment, secondary dewatering treatment, direct WAS-treatment, and combinations with other conventional dewatering techniques, in order to provide the municipal treatment plant, or the paper-pulp treatment plant, with the most cost-effective and efficient system as possible.

WO 02/04356

PCT/US01/11052

## BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWING

The invention will be more readily understood with reference to the accompanying drawings, wherein:

Figure 1 is a schematic showing the electroporation system as used as a secondary dewatering treatment;

Figure 2 is a schematic showing the electroporation system used in conjunction as a primary dewatering treatment in accordance with the present invention;

Figure 3 is a schematic showing the electroporation sub-system for use in dewatering municipal, paper-pulp, animal and plant waste sludges; and

Figure 4 is a schematic diagram showing the overall apparatus of the present invention incorporating the electroporation sub-system for use as a primary or secondary dewatering treatment.

## DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

The original concept for the pulsed-electric field (PEF) effect using electroporation was to dewater the previously-dewatered sludge. However, additional PEF data on a paper plant sludge has indicated that the big PEF effect from electroporation of WAS occurs at higher energy levels (e.g., 100 J/mL; or 400 k Wh/ton (DS) for feed at 6 percent solids), whereby cells are disrupted. The result is inactivation of cells, breakage of cells and release of some intracellular dissolved/organic matter and typically a worsening of flocculation and dewatering. Therefore, a more effective way of using this process is to recycle all of the PEF-treated sludge back to a aerobic bioreactor to utilize the sludge as food; that is, it has

WO 02/04356

PCT/US01/11052

been discovered that the PEF-electroporation effect on disrupting the cellular units of the WAS has been to release intracellular dissolved/organic matter. This intracellular dissolved/organic matter is just the type of ideal "food" upon which the aerobic bioreactor flourishes. Thus, returning this released intracellular dissolved/organic matter back to the aerobic bioreactor will increase the BOD load on the bioreactor, and will thus reduce the quantity of WAS by up to about 50 percent. The flow sheet for this scenario is shown in Figure 2. Thus, it is now practical to employ the PEF-electroporation system as not only a secondary system for treating previously-dewatered sludge, but also to employ it as a primary system, as described hereinbelow.

Referring to Fig. 1, there is shown the schematic for using the PEF-electroporation system as a secondary treatment for previously-dewatered sludge, as disclosed in U.S. Patent No. 6,030,538, issued in February 29, 2000 entitled "Method and Apparatus for Dewatering Previously-Dewatered Municipal Waste-Water Sludges Using High Electrical Voltages. In Fig. 1, the wastewater is delivered to the primary treatment, aerobic-reactor tanks 10, and from there to a secondary clarifier 12. From there, the WAS is delivered to the PEF-electroporation system 14 of the invention for deactivating the WAS to make it a Class "B" biomass for easier disposal. The biomass is then sent to a belt press 16 for further processing and disposal.

Referring now to Fig. 2, there is shown the flow chart of the present invention for employing the PEF-electroporation system as part of the primary treatment. In this system, the biosolids exiting from the PEF-electroporation system 14 are returned to the aeration tanks 10, since, as explained above, the PEF process

WO 02/04356

PCT/US01/1052

causes the release of intracellular, dissolved organic matter, which is used as "food" for the bacteria of the aeration tanks. This "food" not only is further treated in the aeration tanks via aerobic digestion, but actually causes the aerobic digestion process in the aerobic tank itself to be accelerated for the same amount of oxygen supplied.

A practical problem with the system of Figure 2 is that the PEF throughput needs to be of the same order of magnitude as the WAS disposal rate in order to see a noticeable effect of PEF on WAS reduction. For this reason a 1.8 ton (DS)/day PEF system has been chosen as a pilot plant. With such a system, a WAS reduction of 0.9 ton/day on a dry basis or 7.5 tons/day on a filter press cake (at 12 percent solids) basis may be achieved. In terms of thickened sludge (at 2 percent solids) basis, this translate to elimination of 45 tons/day needing to be flocculated and dewatered. This will require PEF treatment of 15 gpm WAS at 2 percent solids.

One way to reduce the cost of the pilot plant, which is driven by the PEF power supply and pulser cost, is to pre-thicken the WAS. Therefore, a 15 gpm rental centrifuge 18 is used for pilot testing. It is estimated that this will produce a 5 gpm feed for the PEF reactor at a solids content of 6 percent. Such a feed can be handled by a Moyno pump. The feed streams to the centrifuge and the PEF units are represented as Stream Nos. 10 and 11, respectively in Figure 2. However, in practical application such as centrifuge may not be necessary.

#### PEF POWER SUPPLY AND PULSER DESIGN

The conceptual design of the power supply and the pulse generator (pulser) for the system of Fig. 2 is shown in Figure 3. This figure shows four chambers 20 in

WO 02/04356

PCT/US01/11052

series, although two chambers also can be used if the pulse rate is increased. The specifications for the two-chamber design are shown in Table 1. The design requires a 35 kW input power supply 22 (32 kW continuous output) delivering 30 kV. The pulse generator 24 is 200 amp maximum current and a pulse rate of 4,000 Hz. (maximum).

Table 1. Pilot Plant PEF Power Supply, Reactor, and Pulser

Chambers	
Gap Distance D (cm)	1.2
Chamber	1
Number of chambers in use	2
Flow Conditions	
Flow rate (ml/s)	315
PEF Parameters	
Voltage to apply (kV)	30
Rep-rate (pps)	3342.254
Pulse duration ( $\mu$ s)	4
Physical Properties	
Conductivity (S/m)	0.2
Density ( $\text{g/cm}^3$ )	1
Specific Heat ( $[\text{J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})]$ )	4.18
Viscosity ( $\text{Pa} \cdot \text{s}$ )	0.0100
Dosage Level	
Electric Field Strength (kV/cm)	25
Total Treatment Time ( $\mu$ s)	80
Number of pulses per chamber	10
Temperature Change	
Temperature increase per pair of chamber ( $^\circ\text{C}$ )	11.962
Related Information	
Residence Time (s)	0.00299
Flow Speed (cm/s)	401.070
Energy Consumption (J/ml)	100
Estimated Power requirement (W)	31500
Reynolds Number	4010.705
Pulse Generator Current	78.5

WO 02/04356

PCT/US01/1052

The actual sludge handling system and the associated instrumentation is shown in Figure 4. A detailed list of specifications is provided in Table 2. Tank T1 holds up to 100 gallons of untreated feed material, delivered through valve V1 from the centrifuge 18. A mixer is provided for blending infeed material. A bottom drain allows disposal to sewer at the end of a test run. Valve V4 is provided for withdrawing a sample for analysis. Material leaves T1 through V2 and a strainer to a variable-speed progressing cavity pump, which can flow from 0.5 to 5.0 gallons per minute. The tank, pump mixer and associated valves are mounted to one 42-inch square skid for transport purposes. The feed leaving P1 passes through quick-connect fittings to a reinforced hose to the reactor.

The PEF-electroporation reactor subsystem includes a power supply, pulse generator and pairs of treatment chambers as described above with reference to Fig. 3. These would be mounted to a skid, along with associated valves V5, 6 and 7. Quick-connect fittings and hose convey the treated material to valves on the outlet tank skid. Valves V12 and 13 permit the treated material to be recycled back to T1. Valve V8 permits the treated material to enter tank T2, of 100-gallon capacity. As with T1, a mixer, a sample port and a bottom drain are provided. Tank T2, pump P2, mixer M2 and associated valves are mounted to another skid. Treated material leaving through V10 leads to transfer pump P2. Valve V18 is a globe style for adjusting the flow rate through V14 to tank T3. Valve V13 allows treated material from T2 to return to T1, assisted by P2, to increase treatment time.

The P2 pump is used to return the treated sludge to the biotreatment plant, aerobic tanks 10, when the PEF-electroporation system is used as a primary system,

WO 02/04356

PCT/US01/11052

or optionally to filter press 16, if desired, when the PEF-electroporation system is used as a secondary treatment.

Safety logic has been incorporated as follows. Level control L1 will close V1 to prevent overfilling T1, with subsequent spillage. Level control L2 will shut down P1 and the power supply when the liquid level becomes too low. Level control L3 and T2 will shut down P1 and the power supply when tank T3 becomes full, to prevent spillage.

Table 2. Sludge Handling System Specifications

Description	Qty
Supplier	
Inlet Tank T1	
100-Gal carbon steel jacketed mixing tank	1
Buckeye Fab.	
2-inch PVC, Schedule 80 90-Deg. elbow, 806-020 (bypass in)	1
Harrington	
Mixer, C-Clamp mount direct drive, 1/4 HP, 400-250-DD-ED	1
Harrington	
Union ball valve, 2-inch socket, 1001020	2
Harrington	
Strainer, 2-inch clear PVC, RVAT108	1
Harrington	
Replacement screen, PVC	1
Harrington	
2-inch PVC, Schedule 80 pipe, 800-020, 20 feet length	1
Harrington	
2-inch PVC, Schedule 80 90-Deg elbow, 806-020	2
Harrington	
Quick disconnect, Part H, 2-inch, polypro., FPP-020	2
Harrington	
Quick disconnect, Part C, 2-inch, polypro., CPP-020	2
Harrington	
Hose, PVC standard duty, 2-inch, 110P-020	100 ft
Harrington	
Hose clamps, 3-inch, H-44SS	10/pack
Harrington	
Bulkhead fitting, 1/2-inch PVC BF10050SXT	1
Harrington	

WO 02/04356

PCT/US01/1052

Ball valve, 1/2-inch socket, 107005 Harrington	1
Elbow, 90-degree, 1/2-inch Sch 80 PVC, 806-005 Harrington	1
Level control, high to shut feed valve, LV751 Omega	1
Level control, low to shut off pump P1 and Power supply, LV751 Omega	1
Solid state relay for feed valve, SSR240AC10 Omega	1
Solid state relay for pump and power supply, SSR240AC25 Omega	1
Feed Valve V1	
Quick disconnect, Part F, 2-inch, polypro., FPP-020 Harrington	1
Quick disconnect, Part C, 2-inch, polypro., CPP-020 Harrington	1
Union ball valve, 2-inch, 1001020 Harrington	1
Electric actuator, 2085020 Harrington	1
Process Pump P1	
Pump, 5.0 down to 0.5 GPM, 35 psi, Moyno Buckeye Pump	1
Direct Current control for pump, NEMA 4 enclosure Buckeye Pump	1
Hose ripples, polypro., 2-inch, HNPP-020 Harrington	2
2-inch PVC, Schedule 80 tee, 801-020 Harrington	2
2-inch PVC, Schedule 80 pipe, 800-020, 20 feet length Harrington	1
2-inch PVC, Schedule 80 90-Deg elbow, 806-020 Harrington	2
Reactor Connections	
Quick disconnect, Part F, 2-inch, polypro., FPP-020 Harrington	2
Quick disconnect, Part C, 2-inch, polypro., CPP-020 Harrington	2
Union ball valve, 2-inch socket, 1001020 Harrington	1
2-inch PVC, Schedule 80 socket tee, 801-020 Harrington	2

WO 02/04356

PCT/US01/1052

Table 2. Sludge Handling System Specifications (Continued)

<u>Description</u>	<u>Qty</u>
<u>Supplier</u>	
Reducing bushing, 2-inch by ½-inch thread, 838-247 Harrington	2
½-inch by 1-1/2-inch long PVC Schedule 80 nipple, 882-015 Harrington	2
Union ball valve, ¼-inch threaded, 1001005 Harrington	2
½-inch PVC Schedule 80 threaded tee, 805-005 Harrington	1
Reducing bushing ½-inch to ¼-inch threaded, 839-072 Harrington	2
Pressure gauge with guard, 0-60 psig, GGMF060-PP Harrington	1
Tube adapter, ¼-inch MPT to ¼-inch tube, 4MSC4N-B Parker	2
Outlet Tank T2	
100-Gal jacketed carbon steel tank with legs, 2-in outlet Buckeye Fab.	1
2-inch PVC, Schedule 80 90-Deg elbow, 806-020 (inlet) Harrington	1
Union ball valve, 2-inch socket 1001020 Harrington	5
Quick disconnect, Part F, 2-inch, polypro., FPP-020 Harrington	3
Quick disconnect, Part C, 2-inch, polypro., CPP-020 Harrington	3
2-inch PVC, Schedule 80 90-Deg elbow, 806-020 Harrington	4
2-inch PVC, Schedule 80 socket tee, 801-020 Harrington	2
2-inch PVC, Schedule 80 threaded tee, 805-020 Harrington	3
2-inch by 6-inch PVC, Schedule 80 nipple Harrington	2
Mixer, C-Clamp mount direct drive, ¼ HP, 400-250-DD-ED Harrington	1
½-inch by 2-inch PVC, Schedule 80 Harrington	1
Ball valve, ½ inch socket, 107005 Harrington	1
Elbow 90-degree, ½-inch Sch 80 PVC, 806-005 Harrington	1

WO 02/04356

PCT/US01/11052

Level control, low to shut off pump P1 and Power supply, LV751 Omega	1
Solid state relay for pump and power supply, SSR240AC25 Omega	1
Outlet Tank Pump Pump, 5 GPM 20 feet of head, centrifugal Buckeye Pump	1
Motor starter, NEMA 4 with thermal unit C.E.D.	1
Hose nipples, polyprop., 2-inch, HNPP-020 Harrington	4
Glove valve, threaded, PVC, 2-inch, 1261020 Harrington	1
Product Pump P2 Pump, 5 GPM 20 feet of head, centrifugal Buckeye Pump	1
Motor starter, NEMA 4 with thermal unit C.E.D.	1
Sealtite, 1/2-inch C.E.D.	lot
Wires, cords C.E.D.	lot
Skids 42-inch square, metal, fork lift entry four sides	

Table 2. Sludge Handling System Specifications (Continued)

<u>Description</u>	<u>Qty</u>
Supplier	
Instrumentation	
Oscilloscope, storage, two inputs, 100 MHz, printer interface Tektronix	1
Current sensor, 0.01 Volt/Ampere, 100 Amp. max. Pearson Electr.	1
Clamp-on flowmeter, 2 to 12-inch pipe, 4 – 20 ma output Controlotron	1
Voltage sensor, 60 Kilovolt, 1000v/1V, Type PVM-1 North Star Resch	1
Printer, Epson jet Model 740, Part No. C257001 parallel port ADS Systems	1

WO 02/04356

PCT/US01/11052

Centronics-type parallel printer port card, Epson F2R020-06	1
ADS Systems	
Type K thermocouple readout, Omega DP45KF + SB45	1 ea.
Omega	
Type K thermocouple, 304SS sheath, 1/8-in. dia., KQSS-18G-12	2
Omega	
Conductivity and pH meter, 0-200 $\mu$ S, 0-14pH, P-19651-20	1
Cole-Parmer	
Conductivity and pH flow-through cell, P-19502-42	2
Cole-Parmer	

Alternative clamp-on flow meter, Omron FD-303 : FD-5 sensor for 1/4-in. to 3/4-in. pipe + FD-5000 sensor for 1/4-in. to 12-in. pipes.

While a specific embodiment of the invention has been shown and described, it is to be understood that numerous changes and modifications may be made therein without departing from the scope and spirit of the invention as set forth in the appended claims.

WO 02/04356

PCT/US01/11052

## WHAT WE CLAIM IS:

CLAIM 1. A method of dewatering paper-pulp sludge, municipal waste sludge, animal waste sludge containing intra-cellular water molecules contained in molecular cellular units of the waste sludge, or plant and animal waste sludge, comprising:

- (a) pumping the waste sludge into a dewatering apparatus;
- (b) destroying in the dewatering apparatus at least most of the individual cellular units of the waste sludge in order to release the intra-cellular water molecules contained therein; and

said step (b) causing massive disruption of the cellular matter, allowing for the release of bound as well as intra-cellular liquids and intracellular dissolved/organic matter, which may be used as food for the bacteria of aeration tanks;

- (c) directing the released intracellular dissolved/organic matter to an aeration tank for supplying food to bacteria of said aeration tank.

CLAIM 2. The method according to claim 1, wherein said step (b) comprises electroporating said sludge.

CLAIM 3. The method according to claim 2, wherein said electroporation is performed with voltages between 15 KV. and 100,00 KV.

WO 02/04356

PCT/US01/11052

CLAIM 4. A method of treating sludge, such as paper-pulp sludge, municipal sludge, plant and animal waste, in which the sludge is treated in an aeration tank for performing aerobic digestion, comprising:

(a) treating the sludge to a dewatering process that releases intracellular dissolved/organic matter;

(b) directing the sludge treated in said step (a) to an aeration tank for performing aerobic digestion thereon

whereby the intracellular, dissolved organic matter is used as food for the bacteria of the aeration tanks, whereby the aerobic digestion process is accelerated thereby for the same amount of supplied oxygen.

CLAIM 5. The method according to claim 4, wherein said step (a) comprises electroporating the sludge.

CLAIM 6. The method according to claim 4, further comprising alternatively directing the sludge directly to a further dewatering process.

CLAIM 7. A method of treating sludge, such as paper-pulp sludge, municipal sludge, plant and animal waste,

(a) treating the sludge to a dewatering process that releases intracellular, dissolved organic matter;

(b) directing the sludge treated in said step (a) to one of: an aeration tank for performing aerobic digestion thereon, or to a different, dewatering process.

WO 02/04356

PCT/US01/11052

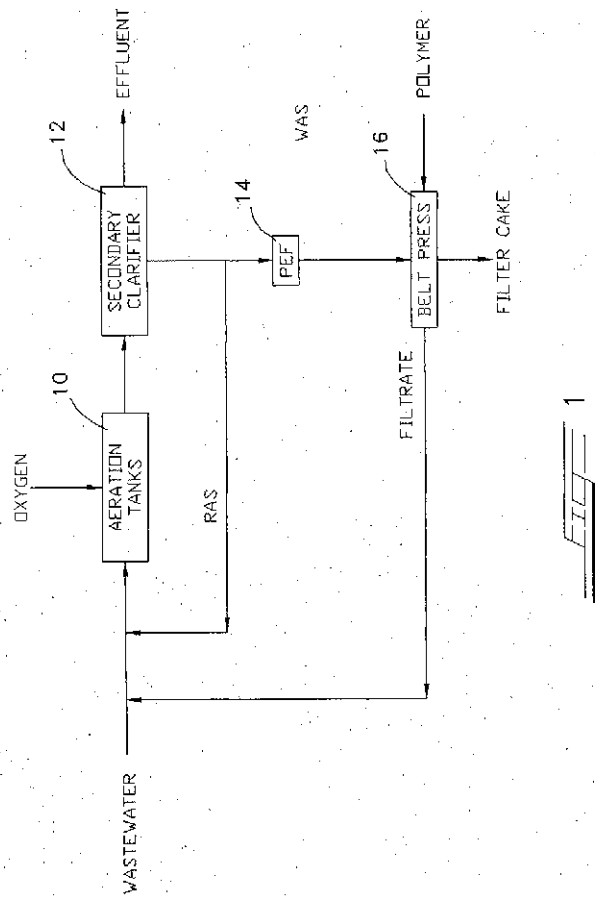
CLAIM 8. The method according to claim 7, wherein said step (b) comprises alternatively directing the sludge to further dewatering process consisting of a filter press.

CLAIM 9. The method according to claim 7, wherein said (b) comprises directing the sludge to an aeration tank, where said intracellular, dissolved organic matter is used as food for the bacteria of the aeration tanks, whereby the aerobic digestion process is accelerated thereby for the same amount of supplied oxygen.

WO 02/04356

1/4

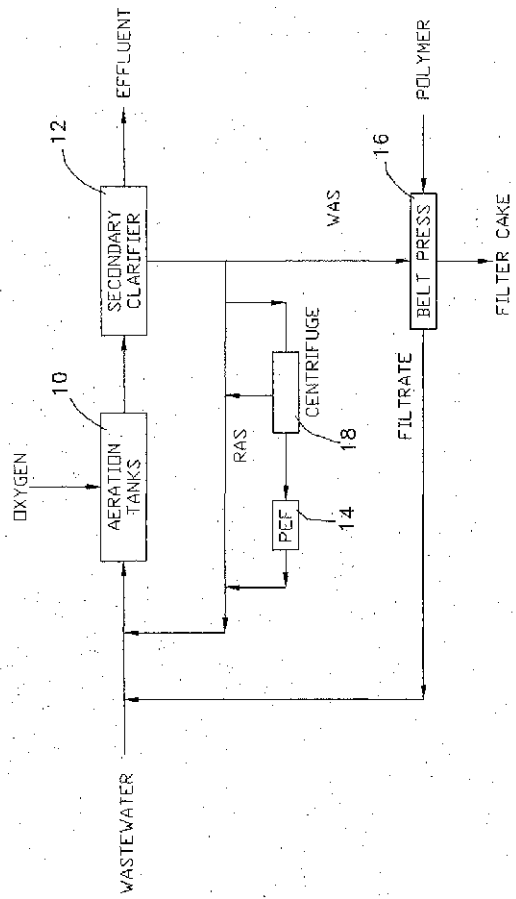
PCT/US01/11052



WO 02/04356

2/4

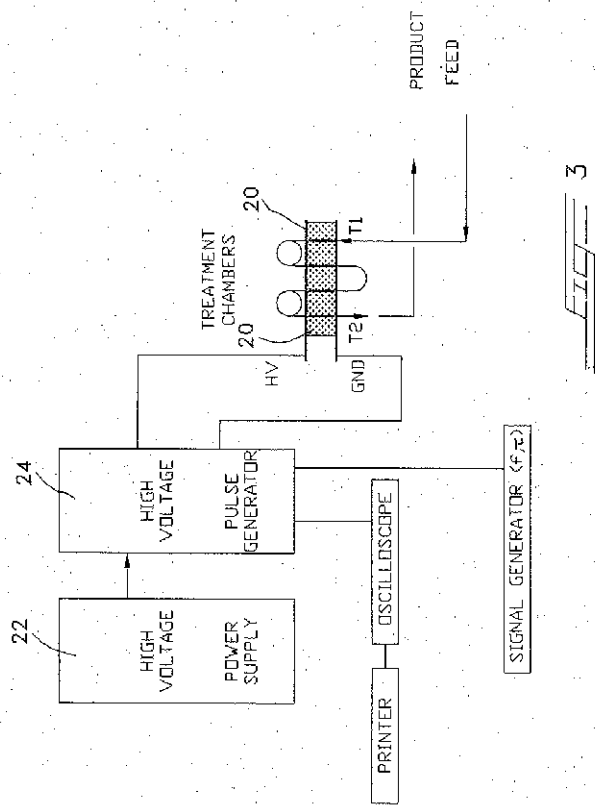
PCT/US01/11052

FIG. 2

WO 02/04356

3/4

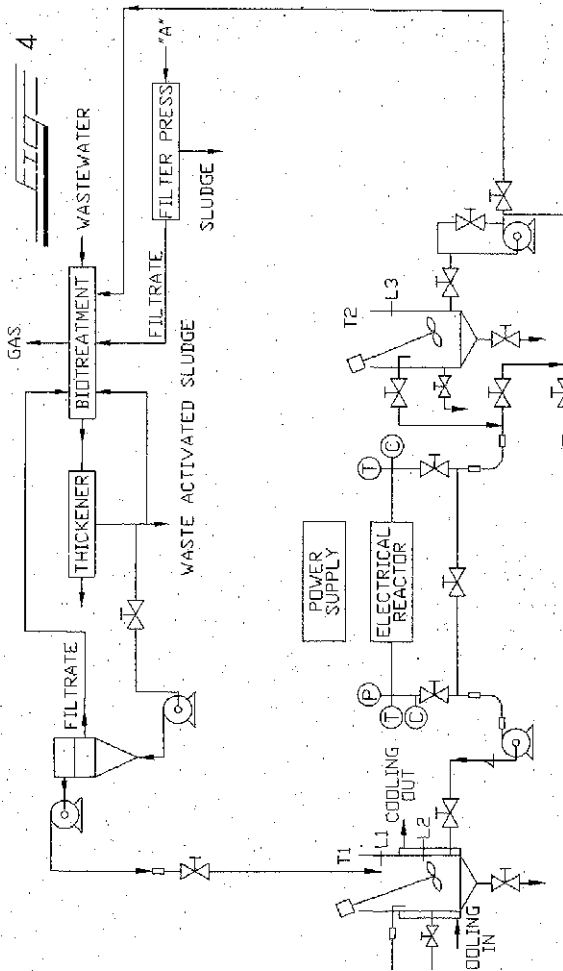
PCT/US01/11052



WO 02/04356

4/4

PCT/US01/11052



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US01/11032
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(7) : C02F 1/461 US CL. : 210/609 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 210/609, 606, 610, 622, 624, 625, 626, 748, 764, 768, 808; 205/751; 422/22 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched NONE Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) NONE		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6,030,538 A (HELD) 29 February 2000, col. 9 line 60 through col. 10 line 61	1-9
Y	US 5,846,425 A (WHITEMAN) 08 December 1998, col. 3 line 15 through col. 4 line 47, and col. 8 line 1 through col. 9 line 61	1-9
Y	CHAUHAN Satya P., Feasibility of Biosludge Dewatering Using Pulsed Electric Fields, Battelle Final Report, 17 September 1998, pages 1-24	1-9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
Special categories of cited documents: * "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance * "B" earlier document published on or after the international filing date * "C" 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) * "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" late document published after the international filing date or priority date and not to conflict with the application but which is pertinent to 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 combinations being obvious to a person skilled in the art * "A" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 25 MAY 2001		Date of mailing of the international search report 28 JUN 2001
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer PETER A. HRUSKOCI Telephone No. (703) 308-0661 Jean Proctor Patent Specialist

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998) \*

---

フロントページの続き

(72)発明者 ヘルド、ジェフリー

アメリカ合衆国 イリノイ、シカゴ、ダブリュ、オークデイル アヴェニュー 431、ナンバー  
4エイ

(72)発明者 ショウハン、サティア、ピー

アメリカ合衆国 オハイオ、コロンバス、ブラフ ポイント ドライブ 1073

Fターム(参考) 4D059 AA03 AA08 AA30 BA01 BA21 BE16 BK12 BK13 BK30 EB20