

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2017-116196
(P2017-116196A)

(43) 公開日 平成29年6月29日 (2017.6.29)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 2 6 B 3/20 (2006.01)	F 2 6 B 3/20	3 L 1 1 3
F 2 6 B 23/04 (2006.01)	F 2 6 B 23/04 Z	4 D 0 5 9
F 2 6 B 21/04 (2006.01)	F 2 6 B 21/04 C	
C O 2 F 11/12 (2006.01)	C O 2 F 11/12 Z A B A	

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-253028 (P2015-253028)	(71) 出願人	593153532 公益財団法人日本下水道新技術機構 東京都新宿区水道町3番1号 水道町ビル 7階
(22) 出願日	平成27年12月25日 (2015.12.25)	(71) 出願人	392036119 株式会社松本鉄工所 長野県松本市大字笹賀5652番地218
		(74) 代理人	100142619 弁理士 河合 徹
		(74) 代理人	100153316 弁理士 河口 伸子
		(74) 代理人	100090170 弁理士 横沢 志郎
		(72) 発明者	佐藤 博司 神奈川県横浜市南区南吉田町2-29 最終頁に続く

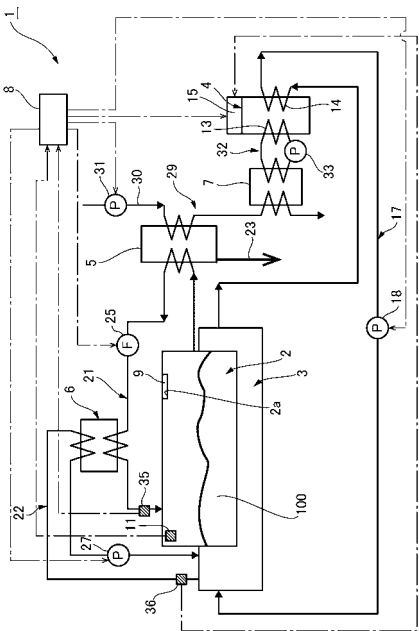
(54) 【発明の名称】 下水汚泥乾燥システム

(57) 【要約】

【課題】汚泥の乾燥に消費されるエネルギーを抑制できる下水汚泥乾燥システムを提供すること。

【解決手段】下水汚泥乾燥システム1は、ヒートポンプ4と温水ジャケット3の間で温水を循環させて乾燥室2内の汚泥を乾燥する。汚泥の水分を含む乾燥室2のガスはコンデンサ5と第1熱交換器6をこの順番に經由して乾燥室2に戻る。コンデンサ5は、ガスと冷媒の熱交換によりガスを凝縮して凝縮水を排出する。第1熱交換器6は、ガスと温水の熱交換により当該ガスの温度を上昇させる。コンデンサ5においてガスとの間で熱交換が行われた冷媒の熱は、ヒートポンプ4の熱源として利用される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下水の汚泥が投入される乾燥室と、
前記乾燥室を加温するための温度槽と、
熱源側熱交換器および利用側熱交換器を備えるヒートポンプと、
コンデンサと、
熱交換器と、
流体を前記利用側熱交換器から前記温度槽を経由させて当該利用側熱交換器に戻す第 1 流体循環路と、
前記乾燥室内のガスを、前記コンデンサおよび前記熱交換器をこの順番に經由させて前記乾燥室に戻すガス循環路と、
前記流体を前記第 1 流体循環路から前記熱交換器を経由させて当該第 1 流体循環路に戻す第 2 流体循環路と、
冷媒を前記コンデンサに供給する冷媒供給路と、
前記コンデンサにおいて前記ガスとの間で熱交換が行われた冷媒の熱を前記ヒートポンプの熱源として利用するための冷媒熱利用機構と、を有し、
前記コンデンサは、前記ガスと前記冷媒との熱交換により前記ガスを凝縮して凝縮水を排出し、
前記熱交換器は、前記ガスと前記流体との熱交換により当該ガスの温度を上昇させることを特徴とする下水汚泥乾燥システム。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 において、
前記第 2 流体循環路は、前記温度槽の前記流体を、前記熱交換器を経由させて当該温度槽に戻すことを特徴とする下水汚泥乾燥システム。

【請求項 3】

請求項 1 において、
前記第 2 流体循環路は、前記利用側熱交換器から前記温度槽に向かう前記第 1 流体循環路の往路の流体を、前記熱交換器を経由させて、前記温度槽から前記利用側熱交換器に向かう前記第 1 流体循環路の復路に戻すことを特徴とする下水汚泥乾燥システム。

30

【請求項 4】

下水の汚泥が投入される乾燥室と、
前記乾燥室を加温するための温度槽と、
熱源側熱交換器および利用側熱交換器を備えるヒートポンプと、
コンデンサと、
熱交換器と、
所定の温度以上の温水を前記温度槽に供給する温水供給路と、
前記温水供給路の途中に設置された温水用熱交換器と、
流体を前記利用側熱交換器から前記温水用熱交換器を経由させて当該利用側熱交換器に戻す第 1 流体循環路と、
前記乾燥室内のガスを、前記コンデンサおよび前記熱交換器をこの順番に經由させて前記乾燥室に戻すガス循環路と、
前記流体を前記第 1 流体循環路から前記熱交換器を経由させて当該第 1 流体循環路に戻す第 2 流体循環路と、
冷媒を前記コンデンサに供給する冷媒供給路と、
前記コンデンサにおいて前記ガスとの間で熱交換が行われた冷媒の熱を前記ヒートポンプの熱源として利用するための冷媒熱利用機構と、を有し、
前記コンデンサは、前記ガスと前記冷媒との熱交換により前記ガスを凝縮して凝縮水を排出し、
前記熱交換器は、前記ガスと前記流体との熱交換により当該ガスの温度を上昇させ、
前記温水用熱交換器は、前記温水と前記流体との熱交換により当該温水の温度を上昇さ

40

50

せることを特徴とする下水汚泥乾燥システム。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のうちのいずれかの項において、

前記冷媒熱利用機構は、前記コンデンサにおいて前記ガスとの間で熱交換が行われた冷媒を前記熱源側熱交換器に供給する供給路であることを特徴とする下水汚泥乾燥システム。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 4 のうちのいずれかの項において、

前記冷媒熱利用機構は、第 2 の熱交換器と、前記コンデンサにおいて前記ガスとの間で熱交換が行われた前記冷媒を前記第 2 の熱交換器に供給する第 2 の冷媒供給路と、前記熱源側熱交換器と前記第 2 の熱交換器との間で第 2 の流体を循環させる流体循環路と、を備え、

前記第 2 の熱交換器は、前記冷媒と前記第 2 の流体との間の熱交換により前記第 2 流体の温度を上昇させることを特徴とする下水汚泥乾燥システム。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のうちのいずれかの項において、

前記流体は液体であることを特徴とする下水汚泥乾燥システム。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 6 のうちのいずれかの項において、

前記流体は蒸気であることを特徴とする下水汚泥乾燥システム。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のうちのいずれかの項において、

前記冷媒は、下水処理水であることを特徴とする下水汚泥乾燥システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、下水に含まれる汚泥を乾燥する下水汚泥乾燥システムに関する。

【背景技術】

【0002】

下水処理施設では下水を処理して処理水を生成し、処理水を自然環境に戻す。ここで、処理水を生成した後の下水には高粘土で高含水の汚泥が含まれている。このような汚泥は、乾燥により水分の含有率を低下させて固形状態として、資源化する。特許文献 1 には汚泥を乾燥する下水汚泥乾燥システムが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2010 - 158616 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

下水に含まれる汚泥を乾燥させるためには、大量のエネルギーが必要となる。ここで、経済的な観点および環境への配慮の観点から、汚泥の乾燥に消費されるエネルギーを抑制することが求められている。

【0005】

本発明の課題は、このような点に鑑みて、汚泥の乾燥に消費されるエネルギーを抑制できる下水汚泥乾燥システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するために、本発明の下水汚泥乾燥システムは、下水の汚泥が投入される乾燥室と、前記乾燥室を加温するための温度槽と、熱源側熱交換器および利用側熱交

10

20

30

40

50

換器を備えるヒートポンプと、コンデンサと、熱交換器と、流体を前記利用側熱交換器から前記温度槽を経由させて当該利用側熱交換器に戻す第1流体循環路と、前記乾燥室内のガスを、前記コンデンサおよび前記熱交換器をこの順番に經由させて前記乾燥室に戻すガス循環路と、前記流体を前記第1流体循環路から前記熱交換器を経由させて当該第1流体循環路に戻す第2流体循環路と、冷媒を前記コンデンサに供給する冷媒供給路と、前記コンデンサにおいて前記ガスとの間で熱交換が行われた冷媒の熱を前記ヒートポンプの熱源として利用するための冷媒熱利用機構と、を有し、前記コンデンサは、前記ガスと前記冷媒との熱交換により前記ガスを凝縮して凝縮水を排出し、前記熱交換器は、前記ガスと前記流体との熱交換により当該ガスの温度を上昇させることを特徴とする。

【0007】

10

本発明によれば、温度槽とヒートポンプとの間で流体を循環させて乾燥室を加温して、乾燥室内の汚泥を乾燥させる。ヒートポンプを用いて乾燥室を加温するための流体の温度を上昇させるので、エネルギーの利用効率が高い。また、乾燥室内のガスを、コンデンサを経由させて凝縮水を排出させた後に、熱交換器を経由させて、乾燥室に戻す。すなわち、コンデンサにおいてガスの水分量を低減させた後に、熱交換器においてガスの温度を上昇させてガスの飽和水蒸気量を増大させる。従って、ガスがガス循環路を循環することにより、乾燥室内の汚泥の乾燥を促進できる。ここで、乾燥室に戻るガスを加温するために温度槽とヒートポンプの間を循環する流体の熱を利用するので、エネルギーの利用効率が高い。また、コンデンサにおいてガスとの間で熱交換が行われた冷媒の熱をヒートポンプの熱源として利用する冷媒熱利用機構を備える。従って、エネルギーの利用効率が高い。さらに、本発明では、汚泥が投入された乾燥室のガスをガス循環路に沿って循環させている。これにより、ガスがガス循環路から外部に放出されることがないので、汚泥の臭いが外部に漏れることがない。

20

【0008】

本発明において、前記第2流体循環路は、前記温度槽の前記流体を、前記熱交換器を経由させて当該温度槽に戻すものとすることができる。このようにすれば温度槽に一時的に貯留された流体を用いて、乾燥室に戻るガスの温度を上昇させることができる。これにより、乾燥室に戻るガスの飽和水蒸気量を上昇させることができるので、ガスの循環によって乾燥室内の汚泥の乾燥を促進できる。

【0009】

30

本発明において、前記第2流体循環路は、前記利用側熱交換器から前記温度槽に向かう前記第1流体循環路の往路の流体を、前記熱交換器を経由させて、前記温度槽から前記利用側熱交換器に向かう前記第1流体循環路の復路に戻すものとすることができる。このようにすれば、第1循環路を流れる流体を用いて乾燥室に戻るガスの温度を上昇させることができる。これにより、乾燥室に戻るガスの飽和水蒸気量を上昇させることができるので、ガスの循環によって乾燥室内の汚泥の乾燥を促進できる。また、熱交換器におけるガスとの熱交換によって温度が低下した流体を、温度槽から利用側熱交換器に向かう第1流体循環路の復路に戻せば、乾燥室を温めるための温度槽の温度が低下することがない。

【0010】

40

次に、本発明の別の形態は、下水の汚泥が投入される乾燥室と、前記乾燥室を加温するための温度槽と、熱源側熱交換器および利用側熱交換器を備えるヒートポンプと、コンデンサと、熱交換器と、外部からの所定の温度以上の温水を前記温度槽に供給する温水供給路と、前記温水供給路の途中に設置された温水用熱交換器と、流体を前記利用側熱交換器から前記温水用熱交換器を経由させて当該利用側熱交換器に戻す第1流体循環路と、前記乾燥室内のガスを、前記コンデンサおよび前記熱交換器をこの順番に經由させて前記乾燥室に戻るガス循環路と、前記流体を前記第1流体循環路から前記熱交換器を経由させて当該第1流体循環路に戻す第2流体循環路と、冷媒を前記コンデンサに供給する冷媒供給路と、前記コンデンサにおいて前記ガスとの間で熱交換が行われた冷媒の熱を前記ヒートポンプの熱源として利用するための冷媒熱利用機構と、を有し、前記コンデンサは、前記ガスと前記冷媒との熱交換により前記ガスを凝縮して凝縮水を排出し、前記熱交換器は、前

50

記ガスと前記流体との熱交換により当該ガスの温度を上昇させ、前記温水用熱交換器は、前記温水と前記流体との熱交換により当該温水の温度を上昇させることを特徴とする。

【0011】

本発明によれば、外部から所定の温度以上の温水を温度槽に供給する温水供給路を備えるとともに、温水供給路に温水用熱交換器を設置している。そして、温水用熱交換器とヒートポンプとの間で流体を循環させて温水の温度を上昇させて温度槽に供給することにより乾燥室を加温して、乾燥室内の汚泥を乾燥させる。ヒートポンプから供給される液体を用いて外部からの所定の温度状の温水の温度を上昇させて温度槽に供給するので、エネルギーの利用効率が高い。また、乾燥室内のガスを、コンデンサを経由させて凝縮水を排出させた後に、熱交換器を経由させて、乾燥室に戻す。すなわち、コンデンサにおいてガスの水分量を低減させた後に、熱交換器においてガスの温度を上昇させてガスの飽和水蒸気量を増大させる。従って、ガスがガス循環路を循環することにより、乾燥室内の汚泥の乾燥を促進できる。ここで、乾燥室に戻るガスを加温するために温度槽とヒートポンプの間を循環する流体の熱を利用するので、エネルギーの利用効率が高い。また、コンデンサにおいてガスとの間で熱交換が行われた冷媒の熱をヒートポンプの熱源として利用する冷媒熱利用機構を備える。従って、エネルギーの利用効率が高い。さらに、本発明では、汚泥が投入された乾燥室のガスをガス循環路に沿って循環させている。これにより、ガスがガス循環路から外部に放出されることがないので、汚泥の臭いが外部に漏れることがない。

10

【0012】

ここで、下水汚泥乾燥システムが設けられる下水処理場には、消化槽内の汚泥の消化工程によって発生する消化ガスをボイラ等の燃焼機器の燃料として用いて温水を供給する温水供給システムが併設されていることがある。このような場合には、外部からの温水として、温水供給システムからの温水を利用すれば、温水の調達が容易である。また、下水汚泥乾燥システムが設けられる下水処理場には、消化ガスを燃料とするガス発電機が併設されていることがある。このような場合には、ガス発電機の排熱を利用して所定の温度以上に加温された温水を、外部からの温水として利用できる。

20

【0013】

本発明において、前記冷媒熱利用機構は、前記コンデンサにおいて前記ガスとの間で熱交換が行われた冷媒を前記熱源側熱交換器に供給する供給路とすることができる。このようにすれば、コンデンサにおけるガスとの熱交換によって温度が上昇した冷媒を、ヒートポンプの熱源側熱交換器に直接供給して、熱源として利用できる。

30

【0014】

本発明において、前記冷媒熱利用機構は、第2の熱交換器と、前記コンデンサにおいて前記ガスとの間で熱交換が行われた前記冷媒を前記第2の熱交換器に供給する第2の冷媒供給路と、前記熱源側熱交換器と前記第2の熱交換器との間で第2の流体を循環させる流体循環路と、を備え、前記第2の熱交換器は、前記冷媒と前記第2の流体との間の熱交換により前記第2流体の温度を上昇させるものとしてすることができる。このようにすれば、冷媒が、ヒートポンプの熱源側熱交換器に供給するのに適していないものである場合でも、コンデンサにおけるガスとの熱交換によって温度が上昇した冷媒の熱を、ヒートポンプで利用できる。

40

【0015】

本発明において、ヒートポンプから温度槽に供給される流体は、加熱された水などの液体とすることができる。

【0016】

また、本発明において、ヒートポンプから温度槽に供給される流体は、加熱された蒸気などの、気体とすることができる。

【0017】

本発明において、前記冷媒は、下水処理水とすることができる。下水を処理して生成された後に河川などに放出される下水処理水は、その温度が、年間を通じて20前後で安定している。従って、乾燥室からのガスとの間で熱交換を行う冷媒として用いることがで

50

きる。また、下水処理水であれば、コンデンサを経由させた後に、ヒートポンプの熱源側熱交換器に供給することができる。また、下水処理水であれば、冷媒として利用した後に、そのまま河川などに放出できる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、ヒートポンプで加温された流体の熱により乾燥室に投入された汚泥を乾燥する。また、乾燥室からコンデンサおよび熱交換機を経由して乾燥室に戻るガスを加温するために温度槽とヒートポンプの間を循環する流体の熱を利用する。さらに、また、コンデンサにおけるガスとの間の熱交換によって温度が上昇した冷媒の熱をヒートポンプの熱源として利用する冷媒熱利用機構を備える。従って、エネルギーの利用効率が高い。また、本発明によれば、乾燥室内のガスを、コンデンサを経由させて凝縮水を排出させた後に、熱交換器を経由させて、乾燥室に戻す。従って、ガスがガス循環路を循環することにより、乾燥室内の汚泥の乾燥を促進できる。さらに、本発明では、汚泥が投入された乾燥室のガスをガス循環路に沿って循環させている。これにより、ガスがガス循環路から外部に放出されることがないので、汚泥の臭いが外部に漏れることがない。

10

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】下水汚泥乾燥システムの要部の概略ブロック図である。

【図2】変形例2の下水汚泥乾燥システムの要部の概略ブロック図である。

【図3】変形例3の下水汚泥乾燥システムの要部の概略ブロック図である。

【図4】変形例4の下水汚泥乾燥システムの要部の概略ブロック図である。

【図5】変形例5の下水汚泥乾燥システムの要部の概略ブロック図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下に、図面を参照して、本発明を適用した実施の形態である下水汚泥乾燥システムを説明する。

【0021】

本例の下水汚泥乾燥システム1は下水の汚泥100を乾燥させて乾燥産物を得る。下水汚泥乾燥システム1に搬入される汚泥100の水分含水量は80%程度であり、乾燥産物の水分含有量は20%~40%である。図1に示すように、下水汚泥乾燥システム1は汚泥100が投入される乾燥室2と、温水ジャケット(温度槽)3と、ヒートポンプ4と、コンデンサ5と、第1熱交換器(熱交換器)6と、第2熱交換器(第2の熱交換器)7と、制御器8を備える。

30

【0022】

乾燥室2は、その上面に汚泥100の投入口2aと、投入口2aを開閉可能に封鎖する開閉扉9を備える。また、乾燥室2は乾燥産物を排出する排出口(不図示)を備える。排出口は不図示の開閉扉により開閉可能に封鎖されている。乾燥室2には、乾燥室2内のガスの温度を検出する第1ガス温度センサ11が配置されている。

【0023】

温水ジャケット3はヒートポンプ4から供給される液体を一時的に貯留する温水槽である。温水ジャケット3は、乾燥室2の底壁部分および側壁部分を包囲し、貯留された液体によって乾燥室2を加温する。ヒートポンプ4は、熱源側熱交換器13、利用側熱交換器14、および、ヒートポンプ制御器15を備える。

40

【0024】

また、下水汚泥乾燥システム1は、温水ジャケット3とヒートポンプ4の利用側熱交換器14との間で液体を循環させる第1液体循環路(第1流体循環路)17を備える。第1液体循環路17には第1ポンプ18が配置されている。液体はヒートポンプ4において加温される水である。

【0025】

さらに、下水汚泥乾燥システム1は、乾燥室2内のガスを、コンデンサ5および第1熱

50

交換器 6 をこの順に経由して循環させるガス循環路 2 1 と、温水ジャケット 3 内の液体を、第 1 熱交換器 6 を経由して循環させる第 2 液体循環路 2 2 と、コンデンサ 5 に接続された排水路 2 3 を備える。ガス循環路 2 1 には送風ファン 2 5 が配置されている。送風ファン 2 5 は、ガス循環路 2 1 に沿って乾燥室 2 からコンデンサ 5 を介して乾燥室 2 に戻る気流を発生させる。第 2 液体循環路 2 2 には第 2 ポンプ 2 7 が配置されている。第 2 ポンプ 2 7 は、温水ジャケット 3 内の液体を、第 1 熱交換器 6 を経由させて温水ジャケット 3 に戻す。

【 0 0 2 6 】

また、下水汚泥乾燥システム 1 は、コンデンサ 5 および第 2 熱交換器 7 を経由する冷媒流通路 2 9 を備える。冷媒流通路 2 9 におけるコンデンサ 5 よりも上流側の部分は冷媒をコンデンサ 5 に供給するための冷媒供給路 3 0 である。冷媒流通路 2 9 におけるコンデンサ 5 と第 2 熱交換器 7 との間の流路部分は、コンデンサ 5 においてガスとの間で熱交換が行われた冷媒を第 2 熱交換器 7 に供給する第 2 の冷媒供給路である。冷媒供給路 3 0 には冷媒流通路 2 9 に沿って冷媒を流通させるための第 3 ポンプ 3 1 が配置されている。さらに、下水汚泥乾燥システム 1 は、第 2 熱交換器 7 と、ヒートポンプ 4 の熱源側熱交換器 1 3 との間に第 2 の流体を循環させる流体循環路 3 2 を備える。流体循環路 3 2 には、流体循環路 3 2 に沿って液体を循環させるための第 4 ポンプ 3 3 が配置されている。本例では、冷媒は下水処理水である。

【 0 0 2 7 】

ガス循環路 2 1 において第 1 熱交換器 6 から乾燥室 2 に向かう復路の下流端部分には、この下流端部分を流れるガスの温度を検出する第 2 ガス温度センサ 3 5 が設置されている。また、第 2 液体循環路 2 2 において温水ジャケット 3 から第 1 熱交換器 6 に向かう往路には、往路を流れる液体の温度を検出する液温センサ 3 6 が設置されている。

【 0 0 2 8 】

ここで、制御器 8 の入力側には、第 1 ガス温度センサ 1 1 および第 2 ガス温度センサ 3 5 が接続されている。また、制御器 8 の出力側には、第 1 ポンプ 1 8、送風ファン 2 5、第 2 ポンプ 2 7、第 3 ポンプ 3 1、および、第 4 ポンプ 3 3、および、ヒートポンプ 4 が接続されている。液温センサ 3 6 は、ヒートポンプ制御器 1 5 の入力側に接続されている。ヒートポンプ制御器 1 5 は液温センサ 3 6 からの出力に基づいてヒートポンプ 4 を制御する。

【 0 0 2 9 】

(下水汚泥乾燥動作)

下水汚泥乾燥動作では、制御器 8 はヒートポンプ 4 を駆動する。また、制御器 8 は、第 1 ポンプ 1 8、送風ファン 2 5 と、第 2 ポンプ 2 7、第 3 ポンプ 3 1、および、第 4 ポンプ 3 3 を駆動する。ヒートポンプ 4 が駆動されると、ヒートポンプ 4 により加温した流体 (温水) が温水ジャケット 3 とヒートポンプ 4 の間で循環する。ヒートポンプ制御器 1 5 は、液温センサ 3 6 からの出力に基づいてヒートポンプ 4 を駆動制御して、温水を第 1 液体循環路 1 7 に流通させる。温水が第 1 液体循環路 1 7 を流通すると、温水は温水ジャケット 3 に一時的に貯留される。従って、温水ジャケット 3 に貯留された温水により乾燥室 2 が加温される。これにより、乾燥室 2 は 8 0 以上とされる。

【 0 0 3 0 】

本例では、乾燥室 2 内を 8 0 以上とすることができる温度の温水が第 1 液体循環路 1 7 を流通する。すなわち、ヒートポンプ制御器 1 5 は、液温センサ 3 6 からの出力に基づいてヒートポンプ 4 を駆動制御するとともに、第 1 ガス温度センサ 1 1 の出力が入力されている制御器 8 からの制御指令に基づいてヒートポンプ 4 を駆動制御する。これにより、ヒートポンプ制御器 1 5 はヒートポンプ 4 から温水ジャケット 3 に供給される温水の温度を調整して、乾燥室 2 内を 8 0 以上とする。

【 0 0 3 1 】

乾燥室 2 のガスは、ガス循環路 2 1 に設置された送風ファン 2 5 の駆動により、コンデンサ 5 および第 1 熱交換器 6 をこの順番で経由して、乾燥室 2 に戻る。乾燥室 2 からコン

10

20

30

40

50

デンサ 5 には、汚泥 100 から蒸発した水分を含むガスが流れる。乾燥室 2 からコンデンサ 5 に向かうガスの温度は約 80 ° である。

【0032】

コンデンサ 5 では、乾燥室 2 からのガスと冷媒との間で熱交換が行われる。本例では、冷媒は下水処理水である。ここで、下水を処理して生成される下水処理水は、その温度が 20 ° 前後で安定している。従って、ガスは、冷媒との間の熱交換により、十分に冷却される。これにより、ガスは凝縮され、コンデンサ 5 からは凝縮水が排出される。凝縮水は、排水路 23 を介して、河川などに放出される。

【0033】

凝縮によって温度が低下したガスは第 1 熱交換器 6 に向かう。コンデンサ 5 から出力されて第 1 熱交換器 6 に供給されるガスの温度は 60 ° 前後にまで低下している。

【0034】

第 1 熱交換器 6 では、ガスと、ヒートポンプ 4 から供給される温水との間で熱交換が行われる。ここで、第 1 熱交換器 6 を経由することにより、ガスの温度は 80 ° よりも高い温度に上昇する。

【0035】

すなわち、制御器 8 は、第 1 ガス温度センサ 11 および第 2 ガス温度センサ 35 からの出力に基づいて送風ファン 25 を駆動制御することにより、ガス循環路 21 において第 1 熱交換器 6 を経由するガスの量（風量）を調整するとともに、液温センサ 36 からの出力に基づいて第 2 ポンプ 27 を駆動制御することにより、第 2 液体循環路 22 において第 1 熱交換器 6 を経由する温水の量（流路）を調整する。また、これらの制御をフィードバックしながら繰り返し行う。これにより、第 1 熱交換器 6 における温水からガスへの熱の移動量を制御して、乾燥室 2 に向かうガスの温度（第 2 ガス温度センサ 35 が検出しているガスの温度）を、乾燥室 2 内のガスの温度（第 1 ガス温度センサ 11 が検出しているガスの温度）以上とする。

【0036】

ガスの温度が上昇すると、ガスの飽和水蒸気量が増大する。従って、ガス循環路 21 から乾燥室 2 に導入されるガス（乾燥室 2 に戻るガス）は、温度が高く、乾燥した状態である。よって、ガスがガス循環路 21 を循環することにより、乾燥室 2 内の汚泥 100 の乾燥が促進される。

【0037】

なお、コンデンサ 5 においてガスとの間の熱交換に用いられた冷媒は、第 2 熱交換器 7 に供給される。そして、第 2 熱交換器 7 において冷媒と第 2 の液体との間で熱交換を行う。ここで、コンデンサ 5 においてガスとの間の熱交換に用いられた冷媒の温度は上昇している。従って、第 2 熱交換器 7 では、冷媒と第 2 の流体の熱交換により、第 2 の流体を加熱することができる。（冷媒の熱を第 2 の流体に移動させることができる）。また、第 2 の流体は、第 2 熱交換器 7 とヒートポンプ 4 の熱源側熱交換器 13 との間を循環する。従って、冷媒から第 2 の流体に移動した熱は、ヒートポンプ 4 の熱源として利用される。ここで、ヒートポンプ制御器 15 は、液温センサ 36 からの出力に基づいてヒートポンプ 4 を駆動制御して、温水ジャケット 3 に供給される温水の温度が 80 ° 以上となるようにする。

【0038】

（作用効果）

本例では、ヒートポンプ 4 を用いて乾燥室 2 を加熱するための温水（流体）の温度を上昇させる。また、コンデンサ 5 において凝縮された後に乾燥室 2 に戻るガスを加熱するために温水ジャケット 3 とヒートポンプ 4 の間を循環する温水（流体）の熱を利用する。さらに、コンデンサ 5 におけるガスとの間の熱交換により温度が上昇した冷媒の熱をヒートポンプ 4 の熱源として利用する。従って、エネルギーの利用効率が高い。

【0039】

また、本例では、乾燥室 2 内のガスを、コンデンサ 5 を経由させて凝縮水を排出させた

10

20

30

40

50

後に、第 1 熱交換器 6 を経由させて、乾燥室 2 に戻す。すなわち、コンデンサ 5 においてガスの水分量を低減させた後に、第 1 熱交換器 6 においてガスの温度を上昇させてガスの飽和水蒸気量を増大させる。従って、ガスがガス循環路 2 1 を循環することにより、乾燥室 2 内の汚泥 1 0 0 の乾燥を促進できる。

【 0 0 4 0 】

さらに、本発明では、汚泥 1 0 0 が投入された乾燥室 2 のガスをガス循環路 2 1 に沿って循環させている。これにより、ガスがガス循環路 2 1 から外部に放出されることがないので、汚泥 1 0 0 の臭いが外部に漏れることがない。

【 0 0 4 1 】

ここで、本例は、下水処理水を冷媒としている。下水汚泥乾燥システムは下水処理場に設けられる場合が多いので、このような場合に、冷媒の調達が容易となる。

10

【 0 0 4 2 】

(変形例 1)

下水汚泥乾燥システム 1 において、乾燥室 2 内に配置される第 1 ガス温度センサ 1 1 を、湿度センサとすることもできる。この場合には、制御器 8 は、湿度センサに基づいて送風ファン 2 5 およびヒートポンプ 4 を駆動制御する。すなわち、湿度センサに基づいて乾燥室 2 内のガスの水蒸気量が飽和水蒸気量に近づいたことが検出される場合には、制御器 8 (ヒートポンプ制御器 1 5) はヒートポンプ 4 から供給される温水の温度を上昇させ、乾燥室 2 内のガスの飽和水蒸気量を増大させる。或いは、制御器 8 は第 2 ポンプ 2 7 を駆動制御して、その回転数を上昇させる。これにより、第 2 液体循環路 2 2 において第 1 熱交換器 6 を経由する温水の量 (流路) を増大させて、ガスの温度を上昇させて乾燥室 2 に向かうガスの飽和水蒸気量を上昇させる。

20

【 0 0 4 3 】

(変形例 2)

図 2 は変形例 2 の下水汚泥乾燥システム 1 A の概略ブロック図である。本例では、第 1 液体循環路 1 7 においてヒートポンプ 4 の利用側熱交換器 1 4 から温水ジャケット 3 に向かう往路の途中に三方弁 4 1 を備える。また、ヒートポンプ 4 から供給される温水を第 1 液体循環路 1 7 から第 1 熱交換器 6 を経由させて第 1 液体循環路 1 7 に戻す第 2 液体循環路 2 2 は、三方弁 4 1 において第 1 液体循環路 1 7 を流れる温水を分岐させ、しかる後に、第 1 熱交換器 6 を経由させて、第 1 液体循環路 1 7 の復路に戻す。すなわち、第 2 液体循環路 2 2 は、第 1 液体循環路 1 7 における温水ジャケット 3 よりも上流側から分岐させた温水を、第 1 熱交換器 6 を経由させた後に、第 1 液体循環路 1 7 における温水ジャケット 3 よりも下流側に戻す。

30

【 0 0 4 4 】

ここで、三方弁 4 1 は、制御器 8 の出力側に接続される。三方弁 4 1 は、ガス循環路 2 1 において第 1 熱交換器 6 から乾燥室 2 に向かう復路の下流端部分に設置された第 2 ガス温度センサ 3 5 からの出力に基づいて制御器 8 により駆動制御される。すなわち、制御器 8 は、第 2 ガス温度センサ 3 5 からの出力に基づいて送風ファン 2 5 を駆動制御することにより、ガス循環路 2 1 において第 1 熱交換器 6 を経由するガスの量 (風量) を調整するとともに、第 2 ガス温度センサ 3 5 からの出力に基づいて三方弁 4 1 を駆動制御することにより、第 2 液体循環路 2 2 において第 1 熱交換器 6 を経由する温水の量 (流路) を調整する。また、これらの制御をフィードバックしながら繰り返し行う。これにより、第 1 熱交換器 6 における温水からガスへの熱の移動量を制御して、乾燥室 2 に向かうガスの温度を所定の温度とする。

40

【 0 0 4 5 】

本例においても、上記の例と同様の効果を得ることができる。また、本例では、第 1 熱交換器 6 におけるガスとの熱交換によって温度が低下した流体を、温水ジャケット 3 から利用側熱交換器 1 4 に向かう第 1 液体循環路 1 7 の復路に戻すので、乾燥室 2 を温める温水ジャケット 3 の温度が低下することがない。

【 0 0 4 6 】

50

なお、三方弁 4 1 に替えて、第 1 液体循環路 1 7 を分岐させて当該第 1 液体循環路 1 7 を流れる液体を第 1 熱交換器 6 に圧送するポンプを配置することもできる。

【 0 0 4 7 】

(変形例 3)

図 3 は変形例 3 の下水汚泥乾燥システムの概略ブロック図である。変形例 3 の下水汚泥乾燥システム 1 B は、下水汚泥乾燥システム 1 において第 2 熱交換器 7 を省略したものである。本例では、冷媒の熱をヒートポンプ 4 で利用するための冷媒熱利用機構として、コンデンサ 5 からヒートポンプ 4 を経由する冷媒流路（供給路）4 5 を備える。すなわち、下水汚泥乾燥システム 1 B では、コンデンサ 5 においてガスとの間で熱交換が行われた冷媒を、冷媒流路 4 5 を介して、直接、ヒートポンプ 4 の熱源側熱交換器 1 3 に供給する。このようにすれば、コンデンサ 5 を経由することにより温度が上昇した冷媒の熱をヒートポンプ 4 の熱源として効率よく利用できる。

10

【 0 0 4 8 】

(変形例 4)

図 4 は変形例 4 の下水汚泥乾燥システムの概略ブロック図である。変形例 4 の下水汚泥乾燥システム 1 C は、外部の温水供給システムから供給される温水を利用している。すなわち、下水汚泥乾燥システム 1 C が設けられる下水処理場には、消化槽内の汚泥 1 0 0 の消化工程によって発生する消化ガスをボイラ等の燃焼機器の燃料として用いて温水を供給する温水供給システム 5 1 が併設されている場合がある。このような場合には、温水供給システム 5 1 から供給される温水を温水ジャケット 3 を経由して流通させる温水流通路 5 2 を第 1 液体循環路 1 7 に併設して設けてもよい。この場合には、温水ジャケット 3 の内部を、第 1 液体循環路 1 7 として機能する温度槽部分 5 3 と、温水供給システム 5 1 から供給される温水が流通する温度槽部分 5 4 とに区画しておくことができる。また、下水汚泥乾燥システム 1 C が設けられる下水処理場には、消化ガスを燃料とするガス発電機が併設されていることがある。このような場合には、ガス発電機の排熱を利用して所定の温度以上に加温された温水を、外部からの温水として利用できる。すなわち、ガス発電機の排熱を利用して所定の温度以上に加温された温水を下水汚泥乾燥システム 1 C の温水流通路 5 2 に導入することができる。

20

【 0 0 4 9 】

(変形例 5)

図 5 は変形例 5 の下水汚泥乾燥システムの概略ブロック図である。変形例 5 の下水汚泥乾燥システム 1 D は下水汚泥乾燥システム 1 A の変形例である。また、下水汚泥乾燥システム 1 D は、下水処理場において、当該下水汚泥乾燥システム 1 D に併設された温水供給システム 5 1 からの温水を利用するものである。本例の下水汚泥乾燥システム 1 D は下水汚泥乾燥システム 1 A と対応する構成を備えるので、対応する構成には同一の符号を付してその説明を省略する。

30

【 0 0 5 0 】

本例の下水汚泥乾燥システム 1 D は外部の温水供給システム 5 1 から供給される所定の温度以上の外部の温水を温水ジャケット 3 に供給する温水供給路 6 1 を備える。外部の温水供給システム 5 1 から供給される温水の温度は、例えば、4 0 以上である。また、温水供給路 6 1 の途中に温水用熱交換器 6 2 を備える。

40

【 0 0 5 1 】

また、本例の下水汚泥乾燥システム 1 D では、下水汚泥乾燥システム 1 A において、温水をヒートポンプ 4 の利用側熱交換器 1 4 と温水ジャケット 3 との間で循環させている第 1 液体循環路 1 7 は、温水（液体）をヒートポンプ 4 の利用側熱交換器 1 4 と温水用熱交換器 6 2 との間で温水を循環させるものとなっている。そして、第 2 液体循環路 2 2 は、第 1 液体循環路 1 7 に設けた三方弁 4 1 から第 1 液体循環路 1 7 を流れる温水を分岐させて、第 1 熱交換器 6 を経由させて第 1 液体循環路 1 7 に戻す。

【 0 0 5 2 】

温水用熱交換器 6 2 は、外部の温水とヒートポンプ 4 の利用側熱交換器 1 4 から供給さ

50

れる温水との間で熱交換を行い、これにより、外部からの温水の温度を更に上昇させる。本例では、乾燥室 2 内を 80 以上とすることができる温度まで、外部からの温水の温度を上昇させる。なお、温水用熱交換器 62 を経由した外部からの温水は温水ジャケット 3 を経由した後に、放出される。

【0053】

ここで、三方弁 41 は、ガス循環路 21 において第 1 熱交換器 6 から乾燥室 2 に向かう復路の下流端部分に設置された第 2 ガス温度センサ 35 からの出力に基づいて制御器 8 により駆動制御される。すなわち、制御器 8 は、第 2 ガス温度センサ 35 からの出力に基づいて送風ファン 25 を駆動制御することにより、ガス循環路 21 において第 1 熱交換器 6 を経由するガスの量（風量）を調整するとともに、第 2 ガス温度センサ 35 からの出力に基づいて三方弁 41 を駆動制御することにより、第 2 液体循環路 22 において第 1 熱交換器 6 を経由する温水の量（流路）を調整する。また、制御器 8 は、第 2 ガス温度センサ 35 からの出力に基づいて、ガスの温度と適切なものに調整するために三方弁 41 を駆動制御して、第 1 液体循環路 17 から温水用熱交換器 62 に流れ込む温水（流体）の流量を制御する。これにより、温水ジャケット 3 に流入する外部からの温水の温度を調節する。

【0054】

本例においても、上記の下水汚泥乾燥システム 1、1A と同様な効果を得ることができる。また、下水処理場において、下水汚泥乾燥システム 1D とともに、消化槽内の汚泥 100 の消化工程によって発生する消化ガスをボイラ等の燃焼機器の燃料として用いて温水を供給する温水供給システム 51 が併設されている場合には、温水供給システム 51 から供給される温水を有効に利用できる。

【0055】

（その他の実施の形態）

第 1 液体循環路 17 を流れる流体を気体としてもよい。すなわち、ヒートポンプ 4 として、利用側熱交換器 14 の側で気体を用いるものを採用できる。この場合には、熱源側熱交換器 13 では、熱源として、二酸化炭素を用いることができる。

【0056】

また、乾燥室 2 に排気弁などの排気機構を備えることもできる。排気機構を備えれば、乾燥室 2 内のガスの飽和水蒸気量が低下しない場合などに、当該ガスを外部に排出して、乾燥したガスを乾燥室 2 内に導入することが可能となる。

【0057】

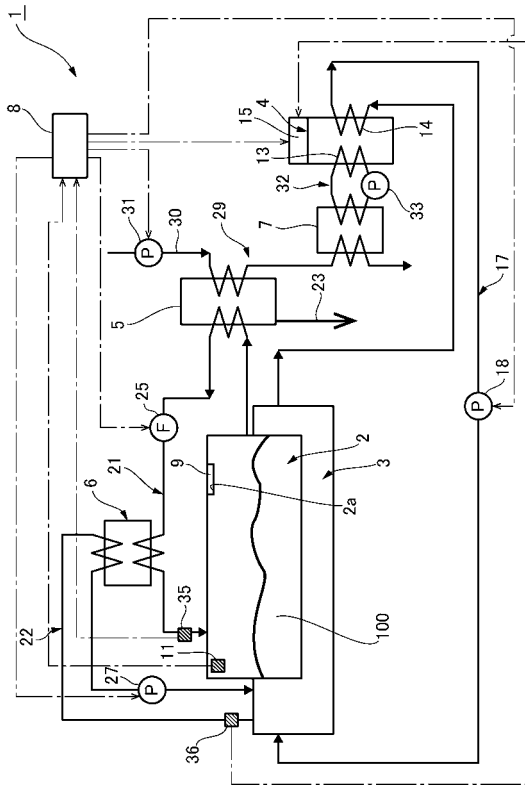
なお、下水汚泥乾燥システム 1 を複数設け、第 1 の下水汚泥乾燥システム 1 で水分量を減少させた汚泥を、第 2 の下水汚泥乾燥システム 1 に投入して、さらに水分量を減少せることもできる。

【符号の説明】

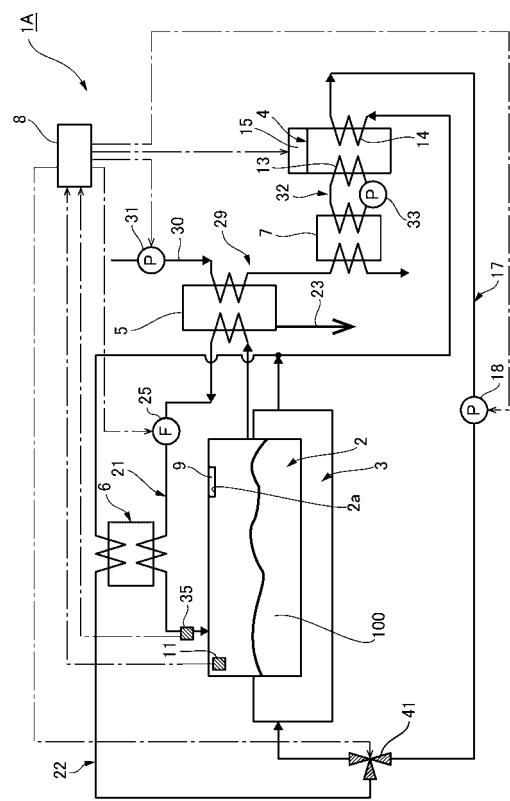
【0058】

1 ・ 1A ・ 1B ・ 1C ・ 1D ・ ・ 下水汚泥乾燥システム、2 ・ ・ 乾燥室、3 ・ ・ 温水ジャケット（温度槽）、4 ・ ・ ヒートポンプ、5 ・ ・ コンデンサ、6 ・ ・ 第 1 熱交換器（熱交換器）、7 ・ ・ 第 2 熱交換器（第 2 の熱交換器）、8 ・ ・ 制御器、9 ・ ・ 開閉扉、30 ・ ・ 冷媒供給路、61 ・ ・ 温水供給路、62 ・ ・ 温水用熱交換器、11 ・ ・ 第 1 ガス温度センサ、13 ・ ・ ヒートポンプの熱源側熱交換器、14 ・ ・ ヒートポンプの利用側熱交換器、15 ・ ・ ヒートポンプ制御器、17 ・ ・ 第 1 液体循環路（第 1 流体循環路）、18 ・ ・ 第 1 ポンプ、21 ・ ・ ガス循環路、22 ・ ・ 第 2 液体循環路（第 2 流体循環路）、23 ・ ・ 排水路、25 ・ ・ 送風ファン、27 ・ ・ 第 2 ポンプ、29 ・ ・ 冷媒流路、30 ・ ・ 冷媒供給路、31 ・ ・ 第 3 ポンプ、32 ・ ・ 流体循環路、33 ・ ・ 第 4 ポンプ、35 ・ ・ 第 2 ガス温度センサ、36 ・ ・ 液温センサ、41 ・ ・ 三方弁、45 ・ ・ 冷媒流路、51 ・ ・ 温水供給システム、52 ・ ・ 温水流路、53 ・ 54 ・ ・ 温度槽部分、61 ・ ・ 温水供給路、62 ・ ・ 温水用熱交換器

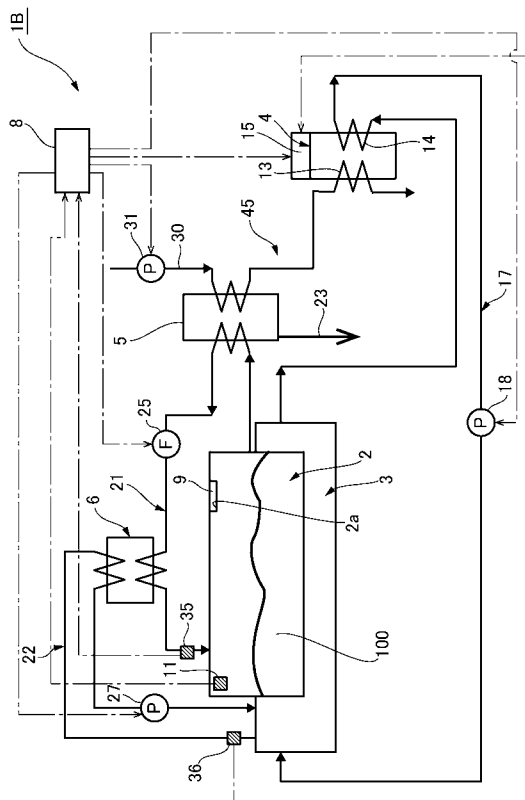
【図 1】



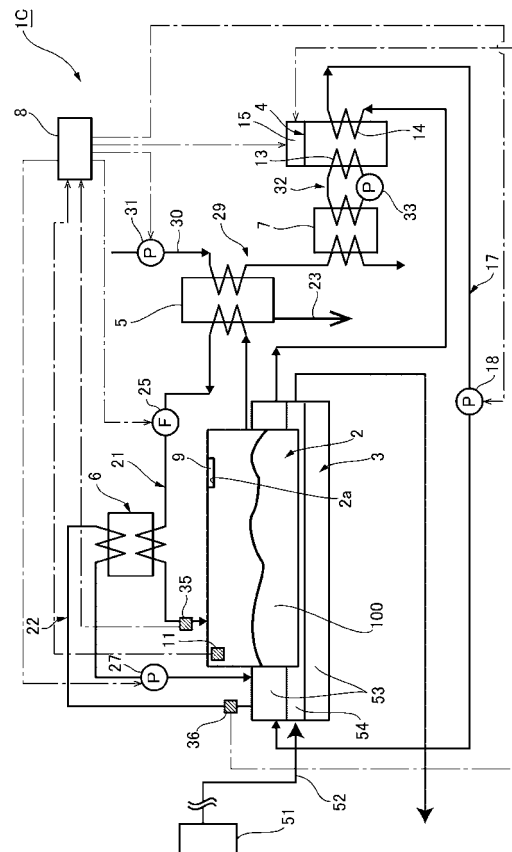
【図 2】



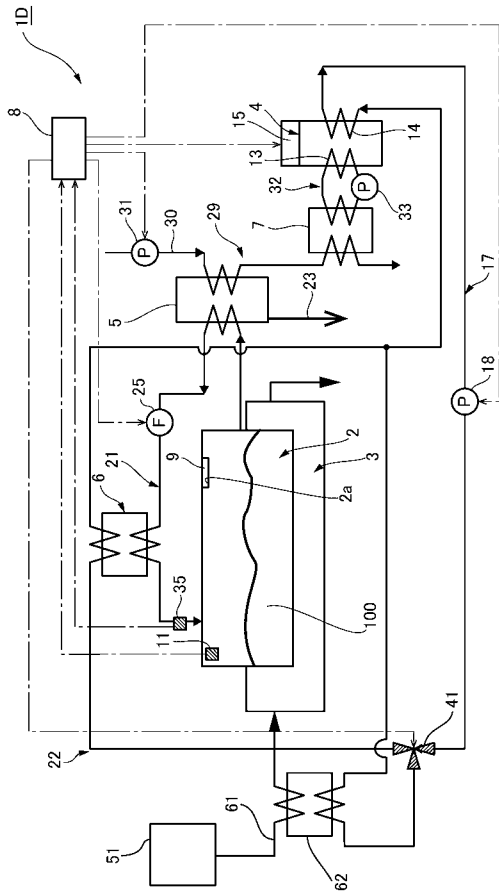
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3L113 AA01 AB02 AB05 AC07 AC15 AC25 AC67 BA37 CA08 CB24
DA03
4D059 AA03 BD01 BD11 CA07 EA10 EA20 EB20