

(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2017-190268

(P2017-190268A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017. 10. 19)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
C05D 1/00 (2006.01)	C05D 1/00	3K064
F23C 10/28 (2006.01)	F23C 10/28	4H061

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2016-81607 (P2016-81607)	(71) 出願人	000217686
(22) 出願日	平成28年4月15日 (2016. 4. 15)		電源開発株式会社
			東京都中央区銀座6丁目15番1号
		(74) 代理人	100186901
			弁理士 藤田 昌雄
		(72) 発明者	生野 宏
			東京都中央区日本橋室町4丁目1番6 株
			式会社ジェイパック内
		Fターム(参考)	3K064 AA06 AB01 AD05 AD08 BA03
			BA05 BA13 BB01
			4H061 AA03 BB53 CC13 FF06 GG04
			GG10 GG24 GG47 KK01 KK02

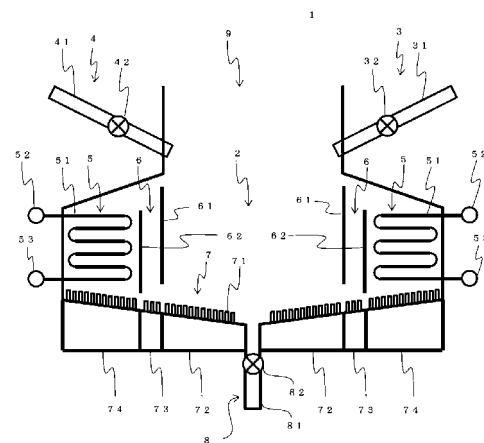
(54) 【発明の名称】 E F Bを原料としたケイ酸カリ肥料の製造装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ケイ酸カリ肥料の製造に当たり、パームヤシの空果房（E F B）の燃焼によるE F B中の塩素及びカリウムからボイラチューブの腐食の抑制及び得られるケイ酸カリ肥料の緩効性と速効性を付与する、く溶性と水溶性を併せ持つケイ酸カリ肥料の製造方法の提供。

【解決手段】 石炭を投入する装置3とE F Bを投入する装置4と層内伝熱管セル5と層内伝熱管セルへ流動媒体を循環させる流動媒体循環セル6を有する内部循環流動層ボイラ2を用い、石炭投入量とE F B投入量を制御することにより石炭由来のケイ酸とE F B由来のカリウムの配合比を所定の範囲に調整し、流動媒体循環セル6により燃焼セル2と層内伝熱管セル5との間の流動媒体循環量を制御して燃焼温度を所定の範囲（650～950℃）に調整し、混合しながら焼成して、く溶性と水溶性を併せ持つケイ酸カリ肥料を製造する方法。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

石炭及びE F Bを燃料とする内部循環流動層ボイラであって、
燃焼セルと、前記燃焼セルに前記石炭を投入する装置と、前期燃焼セルに前記E F Bを投入する装置と、層内伝熱管セルと、流動媒体循環セルとを有し、
前記石炭投入量と前記E F B投入量とを制御することにより前記石炭由来のケイ酸と前記E F B由来のカリウムの配合比を所定の範囲に調整し、
前記流動媒体循環セルにより前記燃焼セルと前記層内伝熱管セルとの間の流動媒体の循環量を制御して燃焼温度を所定の範囲に調整すること
を特徴とするケイ酸カリ肥料製造装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水稻や野菜の肥料として使用されているケイ酸カリ肥料の製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

石炭火力発電所から産出する石炭灰の有効利用法の一つとして、石炭灰に水酸化カリウム（苛性カリ）等を混合して焼成し、ケイ酸カリ肥料を製造する利用法がある。

【0003】

開発肥料社が製造・販売しているケイ酸カリ肥料は、石炭灰と苛性カリを主原料として混合し、950～1100℃で焼成したものである。ケイ酸カリ肥料は、く溶性カリと可溶性ケイ酸を含有することにより、肥効が持続する機能を有する肥料である（特許文献1参照）。

20

【0004】

ケイ酸カリ肥料に適用できるカリ原料には、一般的なカリ鉱石組成の塩化カリをさらに電気分解させて製造した苛性カリを使用しており、高価格な原材料となっている。また、カリ鉱石はカナダ、ロシア、ベラルーシ等に偏在し、供給は非常に寡占化されており、産出国が価格決定権を握って価格上昇しやすい環境にある。

【0005】

一方、マレーシア、インドネシア等におけるアブラヤシのプランテーションにおいて発生する空果房（Empty Fruit Bunch、以下「E F B」という）は利用されずに廃棄されている。近年、バイオマス発電での利用が検討されているが、アブラヤシは多量にカリウムを必要とする作物であり、塩化カリウムを肥料として使用していることもあり、E F Bに多量のカリウムと塩素を取り込んでいる。

30

【0006】

E F Bに含まれる塩素とカリウムはボイラチューブの腐食の原因となり、E F Bのバイオマス燃料としての利用が進んでいない。また、灰中のカリウムには塩化カリウムの形態が多いことから、汎用的な肥料としての利用にも制約があった。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2004-224656号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

E F Bにはカリウムが多く含まれており、ケイ酸カリ肥料の原料として使用できる可能性がある。通常のケイ酸カリ肥料では、950～1100℃で焼成することによりK A l S i O₄（Potassium Aluminum Silicate）が生成されている。

50

【0009】

KAlSiO₄のカリウムは、く溶性であるために緩効性で肥効が持続し、我が国では主として栽培期間の長い水稻等に利用されている。

【0010】

一方、東南アジアでは作物の成長が早く、緩効性のみならず速効性のカリウムも必要な場合があり、く溶性と水溶性を併せ持つケイ酸カリ肥料の適用が有効と考えられる。

【0011】

また、EFBをバイオマス燃料として利用し、ボイラ内で950～1100℃の範囲で燃焼すると、EFB中の塩素及びカリウムにより、ボイラチューブの腐食が増大するという課題がある。

10

【0012】

本発明は、これらの事情に鑑みてなされたものである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決するために、本発明に係るケイ酸カリ肥料製造装置は、石炭及びEFBを燃料とする内部循環流動層ボイラであって、燃焼セルと、前記燃焼セルに前記石炭を投入する装置と、前記燃焼セルに前記EFBを投入する装置と、層内伝熱管セルと、流動媒体循環セルとを有し、前記石炭投入量と前記EFB投入量とを制御することにより前記石炭由来のケイ酸と前記EFB由来のカリウムの配合比を所定の範囲に調整し、前記流動媒体循環セルにより前記燃焼セルと前記層内伝熱管セルとの間の流動媒体の循環量を制御して燃焼温度を所定の範囲に調整することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0014】

本発明のケイ酸カリ肥料製造装置は、内部循環流動層ボイラの内部に石炭及びEFBを投入して燃焼するため、内部循環流動層ボイラ内部で石炭とEFBとを灰化して混合することができる。また、内部循環流動層ボイラでは、層内伝熱管セルへの流動媒体の循環量を制御することにより、燃焼温度を制御することができる。そのため、所定の温度範囲で石炭灰とカリウムとを混合しながら焼成することが可能となる。

【0015】

EFBをカリ源として使用する場合は、通常焼成温度(950～1100℃)より低い温度範囲(650～950℃)で焼成することにより、く溶性カリと水溶性カリとを同時に生成させることができる。それにより、比較的低温度で焼成しても、通常製法のケイ酸カリ肥料と同程度の肥効を発揮できる、く溶性カリと水溶性カリとを併せ持った肥料の製造が可能となる。また、焼成温度を低減することにより、ボイラチューブの腐食を低減することができる。

30

【0016】

以上から、本発明のケイ酸カリ肥料製造装置を用いることにより、EFBと石炭とを所定の温度範囲で混合しながら焼成することによりケイ酸カリ肥料を製造でき、かつ、ボイラチューブの腐食の問題を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0017】

【図1】本発明を適用した一実施形態であるEFBを使用したケイ酸カリ肥料製造装置の断面図である。

【図2】インドネシア炭灰、EFB1灰、インドネシア炭、及びEFB1の等量混合物灰及びEFB野焼き灰のX線回折チャートである。

【図3】インドネシア炭、及びEFB1の等量混合物の650℃～850℃、50分での焼成灰のX線回折チャートである。

【図4】インドネシア炭、及びEFB1の等量混合物の750℃、10～50分焼成灰のX線回折チャートである。

【図5】インドネシア炭、及びEFB1とEFB2との混合物の等量混合物の650℃～

50

950℃、50分での焼成灰のX線回折チャートである。(2θが25deg~35degの間を通常の半分の速度で遅くスキャンしたもの)

【図6】インドネシア炭、及びEFB1とEFB2との混合物の等量混合物の650℃~950℃、50分での焼成灰の、く溶性カリ、水溶性カリ、及び可溶性ケイ酸の含有量を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明を適用した一実施形態であるEFBを使用したケイ酸カリ肥料製造装置の構成について、この肥料製造装置を用いたケイ酸カリ肥料製造方法と併せて、図面を用いて詳細に説明する。なお、以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために、便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率などが実際と同じであるとは限らない。

10

【0019】

先ず、本発明を適用した一実施形態である肥料製造装置1(以下、「ボイラ」ということがある)について説明する。図1は、本発明を適用した一実施形態である肥料製造装置1の構成を示す断面図である。

【0020】

図1に示すように、本実施形態の肥料製造装置1は、燃焼セル2と、石炭供給装置3と、EFB供給装置4と、層内伝熱管セル5と、流動媒体循環セル6と、空気分散板7と、灰抜き出し装置8とを備えて、概略構成されている。簡略化のため図中省略しているが、燃焼セル2、層内伝熱管セル5及び流動媒体循環セル6には石灰石、ドロマイト、珪砂等の流動媒体が充填されている。また、この流動媒体は、燃焼セル2内の流動層の高さが低下すると、外部から供給する(図中省略)。

20

【0021】

空気分散板7には、空気分散ノズル71が多数設置されている(以下、単に「空気分散板」という場合は、「空気分散ノズル」を含む)。空気分散ノズル71は、風箱に流動媒体が落下することを防止している。

【0022】

空気分散板7の下部には、空気分散ノズル71を通じて、燃焼セル2に燃焼用空気を供給する風箱72と、流動媒体循環セル6に流動媒体循環用空気を供給する風箱73と、層内伝熱管セル5に空気を供給する風箱74とが、設置されている。各風箱の空気量は独立に変化することができ、燃焼温度、流動媒体循環量を制御することができる。

30

【0023】

燃焼セル2は空気分散板7と、燃焼セル側隔壁61と、流動媒体拔出装置8と、排気煙道9と、流動媒体(図中省略)とから概略構成されている。

【0024】

燃焼セル2には、石炭供給装置3により石炭(図中省略)が供給される。石炭は、空気分散板7から供給される空気により、流動媒体中で燃焼する。燃焼セル2の温度は、石炭供給量及び層内伝熱管セル5に循環させる流動媒体の量により制御することができる。即ち、石炭供給量を増加することにより燃焼セル2の温度は上昇する。また、流動媒体の循環量を増加することにより燃焼セル2の温度を低減することができる。

40

【0025】

燃焼セル2には、EFB供給装置4によりEFB(図中省略)が供給される。燃焼セル2内に供給されたEFBは、石炭及びEFBの燃焼熱により灰化される。また、石炭灰とEFB灰とは、空気分散板7から供給される流動空気により燃焼セル2の流動層内で主として混合される。また、燃焼排ガスは排気煙道9を通じて外部に排気される。

【0026】

流動媒体拔出装置8は、流動媒体拔出管81と、流動媒体拔出バルブ82とから概略構成される。流動媒体拔出バルブ82は、一例として、ロータリーバルブを用いることができる。流動媒体拔出バルブ82により、流動媒体は燃焼セル2からボイラの外部へ排出さ

50

れる。流動媒体の拔出量を変化させることにより、燃焼セル 2 の流動層高を制御することができる。また、フレッシュな流動媒体の供給量と、流動媒体の拔出量を調節することにより、流動媒体の層内での滞留時間を制御することができる。

【0027】

流動媒体循環セル 6 は、燃焼セル側隔壁 6 1 と、層内伝熱管セル側隔壁 6 2 と、空気分散板 7 とから概略構成されている。

【0028】

流動媒体循環セル 6 には、風箱 7 3 から空気分散板 7 を介して循環用の空気が供給される。循環用の空気が供給されると、流動媒体循環セル 6 の内部の流動媒体は流動媒体循環セル 6 の中を上昇していき、層内伝熱管セル 5 へ供給される。流動媒体循環セル 6 の内部の流動媒体が減少すると、燃焼セル 2 から、燃焼セル側隔壁 6 1 の底部側の間隙を通じて、流動媒体循環セル 6 に流動媒体が供給される。さらに流動媒体の循環供給量は、循環用の空気を増加すると増加し、当該空気を減少させると低下し、当該空気を停止すると流動媒体の循環供給も停止する。また、流動媒体の循環用として供給された空気は、燃焼セル側隔壁 6 1 の上部側の間隙を通じて燃焼セル 2 の上部に排気される。

【0029】

層内伝熱管セル 5 は、層内伝熱管 5 1 と、層内伝熱管セル側隔壁 6 2 と、空気分散板 7 と、から概略構成されている。層内伝熱管 5 1 は、ボイラ外部に設けられた上部ヘッダ 5 2 及び下部ヘッダ 5 3 に接続されている。層内伝熱管 5 1 には、流動媒体を冷却するために、下部ヘッダ 5 3 から上部ヘッダ 5 2 に向けて、温水や飽和水や蒸気等の冷却媒体が供給される。

【0030】

層内伝熱管 5 1 の内部を流れる冷却媒体の温度を、腐食性の塩素とアルカリ金属（カリウム等）との錯塩が溶融する温度より低く保つことにより、E F B に含まれる塩素による層内伝熱管 5 1 の腐食を防止することができる。

【0031】

また、層内伝熱管を備えているので、発生した蒸気を用いて発電したり、温水供給することにより、これまで廃棄されていた E F B を燃焼して得られる熱を有効に活用することができる。

【0032】

循環セル 6 から層内伝熱管セル 5 に循環供給された流動媒体は、自重により下方向に移動していく。空気分散板 7 からは、流動化開始速度程度の空気が供給される。流動媒体は、層内伝熱管 5 1 により冷却され、層内伝熱管セル側隔壁 6 2 の下部から循環セル 6 側及び燃焼セル 2 側に移動する。層内伝熱管 5 1 内部には飽和水や飽和蒸気を供給することができる。これらの飽和水や飽和蒸気は、温水として利用したり、発電用の過熱蒸気として利用することができる。

【0033】

カリウムを多量に含む E F B を安価なカリ源として利用することを目的として、石炭灰と E F B の野焼き灰とを混合し、電気炉で 600℃から 1, 100℃にて焼成することにより、ケイ酸カリ肥料を製造できることが確認されている。そこで、石炭と E F B を流動層ボイラで混焼することを模擬し、インドネシア炭の微粉と、乾燥して微粉碎した E F B を等量混合したものを電気炉で焼成することによりケイ酸カリ肥料が製造できるか確認する試験を行った。

【0034】

次に、実施例、比較例に関する試験結果を述べる。

【0035】

表 1 にインドネシア炭、E F B 1、E F B 2、及び E F B の野焼き灰の分析値を示す。ここで、E F B については恒湿ベースの項目は気乾ベースで示し、インドネシア炭及び E F B の灰組成は、電気炉で 815℃、1 時間灰化したものをベースとして示している。

【0036】

【表 1】

項 目		ベ-ス	単位	インドネシア炭	EFB1	EFB2	EFB野焼き灰
全水分		到着	%	22.9	69.3	70.0	3.3 ~ 12.8
水分		恒湿	%	12.4	3.8	3.6	-
灰分		恒湿	%	5.6	5.1	4.9	-
		無水	%	6.3	5.3	5.1	
揮発分		恒湿	%	39.7	71.9	72.6	-
固定炭素		恒湿	%	42.3	19.2	18.9	-
塩素		無水	mg/kg	52	5,500	5,700	-
カリウム		無水	mg/kg	-	28,000	24,000	-
灰組成	SiO ₂	無水	%	36.7	27.6	31.0	19.1 ~ 24.1
	Al ₂ O ₃	無水	%	19.5	1.42	1.19	0.82 ~ 2.70
	Fe ₂ O ₃	無水	%	11.5	2.11	1.42	0.56 ~ 1.11
	CaO	無水	%	12.1	6.45	5.58	5.44 ~ 6.98
	MgO	無水	%	5.14	9.56	9.40	3.92 ~ 5.22
	Na ₂ O	無水	%	2.94	4.38	4.23	0.14 ~ 0.49
	K ₂ O	無水	%	1.25	25.8	24.3	37.0 ~ 50.2
	as K	無水	%	1.04	21.4	20.2	30.7 ~ 41.7
	SO ₃	無水	%	8.69	2.30	4.52	2.00 ~ 4.14
	P ₂ O ₅	無水	%	0.52	5.29	4.82	2.16 ~ 3.23
	TiO ₂	無水	%	0.76	0.16	0.11	-
	V ₂ O ₅	無水	%	0.03	<0.01	<0.01	-
	塩素	無水	%	-	1.80	2.80	4.33 ~ 6.41
	ほう素	無水	mg/kg	-	92	230	110 ~ 160

10

20

【0037】

EFBは無水ベースでカリウムを2.4~2.8重量%、塩素を0.55~0.57重量%含有しており、灰分が5.1~5.3%であるため、灰中では約19倍に濃縮されるはずである。しかしながら表1を参照すると、灰化試料中にはカリウムが20.2~21.4%、塩素が1.80~2.80%となっている。これは、カリウムでは約6割、塩素では約8割が815℃での灰化、焼成中に揮散したものと考えられる。一方、EFBの野焼き灰ではカリウムは30.7~41.7%、塩素は4.33~6.41%含有されていることから、燃焼、焼成温度が低いために揮散割合が低いものと思われる。

【0038】

30

図2に、実施例1としてインドネシア炭とEFB1との等量混合物を電気炉で815℃、1時間焼成したときの、X線解析チャートを示す。また、比較例1としてインドネシア炭単体を、比較例2としてEFB1単体を電気炉で815℃、1時間焼成したときの、X線解析チャートを示す。さらに、比較例3としてEFBの野焼き灰のX線回折チャートを示す。

【0039】

<比較例1>

インドネシア炭の焼成灰では、石炭灰に見られるSiO₂（石英、図中では「Quartz」ともいう）およびFe₂O₃（ヘマタイト）は存在するが、焼成温度が低いために、3Al₂O₃・2SiO₂（ムライト）は存在せず、代わりに硫酸カルシウムが存在している。

40

【0040】

<比較例2、及び比較例3>

EFB1の焼成灰及びEFBの野焼き灰ではK₂CO₃（炭酸カリウム）およびKCl（塩化カリウム）が主成分となっている。

【0041】

<実施例1>

一方、インドネシア炭とEFB1の等量混合物の焼成灰では、ケイ酸カリ肥料の主成分であるKAlSiO₄が生成していることがわかる。

【0042】

50

次に、インドネシア炭と E F B 1 の等量混合物を焼成温度及び時間を変化させて K A l S i O₄ の生成状況を確認した。

【0043】

＜実施例 2＞

図 3 に、インドネシア炭と E F B 1 の等量混合物を 6 5 0 ℃～8 5 0 ℃で 5 0 分焼成した場合の X 線回折チャートを示す。

焼成温度 6 5 0 ℃～8 5 0 ℃において K A l S i O₄ の生成が確認され、焼成温度の上昇とともに S i O₂ および塩化カリウムの割合が減少していることがわかる。

【0044】

＜実施例 3＞

図 4 に、インドネシア炭と E F B 1 の等量混合物を 7 5 0 ℃で 1 0 ～5 0 分焼成した場合の X 線回折チャートを示す。

焼成時間の増加とともに S i O₂ 及び塩化カリウムの割合が減少していることがわかる。

【0045】

＜実施例 4＞

図 3 及び図 4 において、2 θ が 2 8 . 5 deg 付近で K A l S i O₄ のピークと塩化カリウムのピークが重なっている。両者のピークの変化を確認しやすくするため、インドネシア炭、及び E F B 1 と E F B 2 との混合物の等量混合物を焼成温度を変化させた焼成灰を、2 8 . 5 deg 前後で通常よりも半分のスキャン速度での X 線回折にて確認を行った。

【0046】

図 5 に 6 5 0 ℃～9 5 0 ℃で 5 0 分焼成した焼成灰の遅いスキャン速度での X 線回折チャートを示す。焼成温度の上昇とともに、塩化カリウムが減少し、K A l S i O₄ が増加していることが確認できる。

【0047】

＜実施例 5＞

次に、インドネシア炭、及び E F B 1 と E F B 2 との混合物の等量混合物を焼成温度を変化させて肥料成分（く溶性カリ、水溶性カリ、及び可溶性ケイ酸）の生成状況がどのように変化するかを確認した。

【0048】

図 6 に 6 5 0 ℃～9 5 0 ℃で 5 0 分焼成した灰の各肥料成分含有量を示す。焼成温度の上昇とともにく溶性カリ及び水溶性カリ含有量は減少し、可溶性ケイ酸は増加している。これは、焼成温度の上昇によりカリウムが揮散するとともに塩化カリウムに対する K A l S i O₄ の割合が増加していることを示している。また、焼成温度の上昇によりケイ酸が反応し可溶性になったことを示している。

【0049】

以上をまとめると、流動層炉にてケイ酸カリ肥料を製造した場合の本技術の特徴は以下の通りである。

【0050】

流動層ボイラにて E F B と石炭をそれぞれの灰分合計量に対して K₂O として 1 0 %～3 0 % となる範囲で混焼し、流動層内温度（焼成温度）を 6 5 0 ～9 0 0 ℃で運転することにより、カリウムと塩素に起因するボイラでの障害が緩和されるとともに、流動層ボイラがケイ酸カリ肥料の焼成炉の役割を果たし、ボイラから排出される灰としてケイ酸カリ肥料が製造される。

【0051】

また、流動層内温度（焼成温度）を調整することにより、各肥料成分（く溶性カリ、水溶性カリ、及び可溶性ケイ酸）の含有量を変化させ、作物に合わせた様々なスペックのケイ酸カリ肥料が製造可能である。

【0052】

本ケイ酸カリ肥料は、アブラヤシのプランテーションで現在カリ肥料として使われてい

10

20

30

40

50

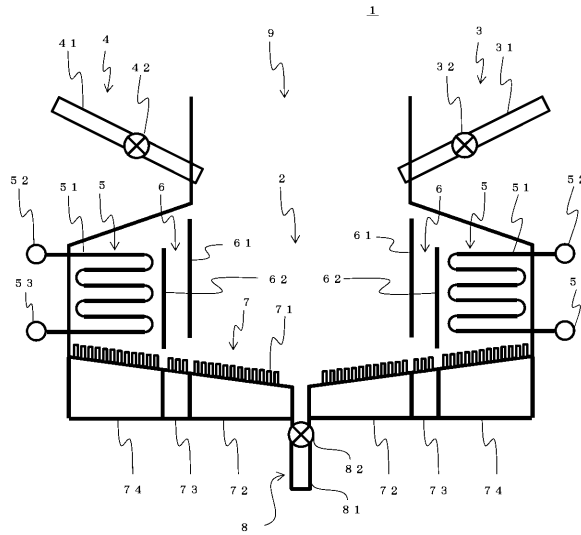
る塩化カリウムの代替として使用すれば、塩素使用量を低減したカリウムの循環サイクルが確立できる。また、本来、灰として排出される廃棄物が肥料として利用できるものであり、低価格のカリ肥料として現地の他の作物にも利用拡大が期待できる。

【符号の説明】

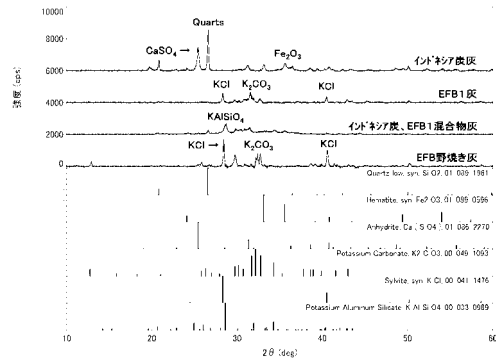
【0053】

1	ケイ酸カリ肥料製造装置（ボイラ）	
2	燃焼セル	
3	石炭供給装置	
3 1	石炭供給管	
3 2	石炭供給バルブ	10
4	E F B 供給装置	
4 1	E F B 供給管	
4 2	E F B 供給バルブ	
5	層内伝熱管セル	
5 1	層内伝熱管	
5 2	上部ヘッダ	
5 3	下部ヘッダ	
6	流動媒体循環セル	
6 1	燃焼セル側隔壁	
6 2	層内伝熱セル側隔壁	20
7	空気分散板	
7 1	空気分散ノズル	
7 2	燃焼セル用風箱	
7 3	循環セル用風箱	
7 4	層内伝熱管セル用風箱	
8	流動媒体拔出装置	
8 1	流動媒体拔出管	
8 2	流動媒体拔出バルブ	
9	排気煙道	30

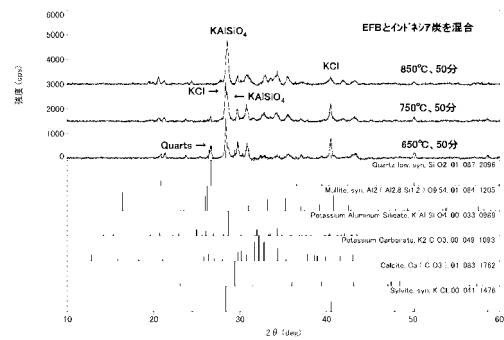
【図 1】



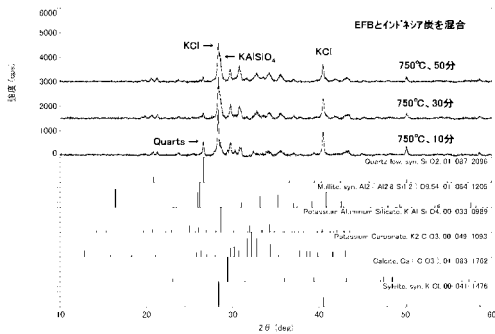
【図 2】



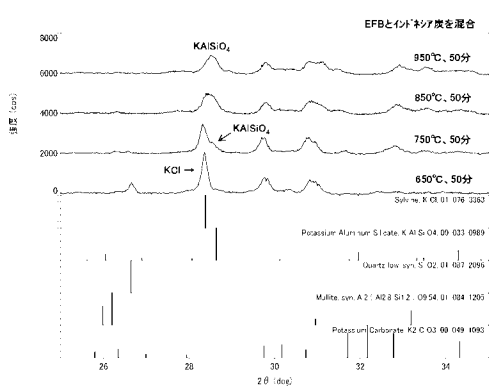
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

