(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 1 月 3 日(03.01.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/002843 A1

(51) 国際特許分類:
G21F 9/32 (2006.01) *G21F 9/30* (2006.01)
G21F 9/28 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/066807

(22) 国際出願日: 2013 年 6 月 19 日(19.06.2013)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2012-146249 2012 年 6 月 29 日(29.06.2012) JP

(71) 出願人: 太平洋セメント株式会社(TAIHEIYO CEMENT CORPORATION) [JP/JP]; 〒1358578 東京都港区台場二丁目３番５号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 田中　宜久(TANAKA Yoshihisa); 〒2858655 千葉県佐倉市大作二丁目４番２号　太平洋セメント株式会社中央研究所内 Chiba (JP). 大桐　哲雄(OGIRI Tetsuo); 〒1358578 東京都港区台場二丁目３番５号　太平洋セメント株式会社内 Tokyo (JP). 本間　健一(HONMA Kenichi); 〒2858655 千葉県佐倉市大作二丁目４番２号　太平洋セメント株式会社中央研究所内 Chiba (JP). 岡村　聰一郎(OKAMURA Soichiro); 〒1358578 東京都港区台場二丁目３番５号　太平洋セメント株式会社内 Tokyo (JP). 進藤　拓也(SHINDO Takuya); 〒1358578 東京都港区台場二丁目３番５号　太平洋セメント株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 中井　潤(NAKAI Jun); 〒1600022 東京都新宿区新宿五丁目１０番８号　江澤ビル２階 Tokyo (JP).

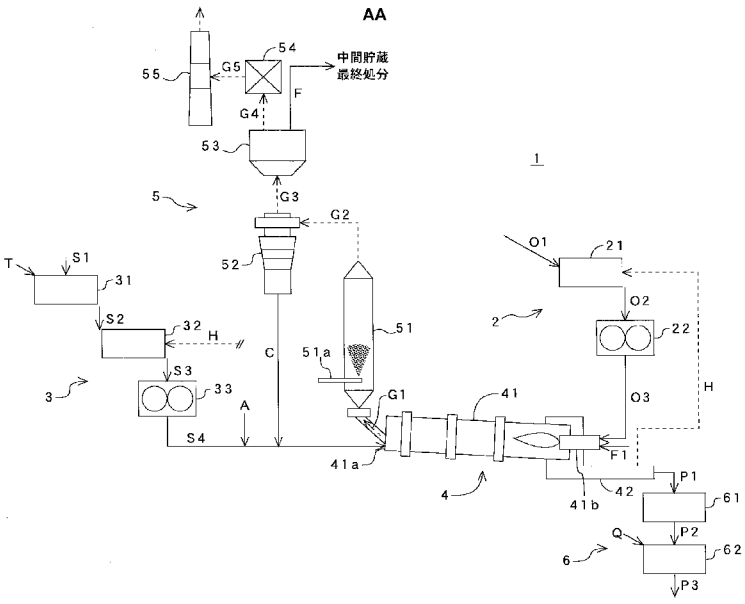
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) **Title**: REMOVAL DEVICE FOR RADIOACTIVE CESIUM

(54) 発明の名称 : 放射性セシウムの除去装置



AA Intermediate stockpiling, final disposition

(57) **Abstract**: [Problem] To provide a device for removing radioactive cesium from waste material containing radioactive cesium, doing so at low energy and in a dependable manner. [Solution] The removal device (1) for radioactive cesium is provided with: a rotary kiln (41) which is provided with a burner (41b) supplied from the kiln front with organic matter (O3) contaminated with radioactive cesium, and an inorganic matter charging port (41a) supplied from the kiln tail with inorganic matter (S4) contaminated with radioactive cesium, and which is employed to burn the organic matter (O3) together with the inorganic matter (S4); and a recovery device (cooling tower (51), cyclone (52), bag filter (53)) for recovering cesium that has volatilized in the rotary kiln. A drying/crushing device (dryer (21), crusher (22)) for drying and crushing the organic matter (O1) prior to charging the radioactive cesium-contaminated organic matter to the rotary kiln can be provided. Additionally, a reforming/drying/crushing device (reformer (31), dryer (32), crusher (23)) for reforming, drying, and crushing the inorganic matter (S1) can be provided. During burning of the organic matter (O3) together with the inorganic matter (S4), a calcium source can be added as a reaction accelerant (A) to the rotary kiln.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/002843 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

【課題】放射性セシウムを含む廃棄物からより低エネルギーで、かつ確実に放射性セシウムを除去する装置を提供する。 【解決手段】放射性セシウムで汚染された有機物Ｏ３を窯前から供給するバーナ４１ｂと、放射性セシウムで汚染された無機物Ｓ４を窯尻から供給する無機物投入口４１ａとを備え、有機物Ｏ３を、無機物Ｓ４と共に焼成するロータリーキルン４１とロータリーキルンにおいて揮発したセシウムを回収する回収装置（冷却塔５１、サイクロン５２、バグフィルタ５３）とを備える放射性セシウムの除去装置１。放射性セシウムで汚染された有機物をロータリーキルンへ投入する前に、有機物Ｏ１を乾燥粉砕する乾燥粉砕装置（乾燥機２１、粉砕機２２）を備えることができる。また、無機物Ｓ１を改質乾燥粉砕する改質乾燥粉砕装置（改質機３１、乾燥機３２、粉砕機３３）を備えることができる。有機物Ｏ３を、無機物Ｓ４と共に焼成する際に、ロータリーキルンに反応促進剤Ａとしてカルシウム源を添加することができる。

明　細　書

発明の名称 ： 放射性セシウムの除去装置

技術分野

[0001] 本発明は、放射性セシウムを含有する廃棄物、特に、下水処理汚泥や枝葉等の有機廃棄物から放射性セシウムを除去する装置に関する。

背景技術

[0002] 放射性セシウム等の放射性物質を含有する廃棄物から放射性物質を除染する手段及び装置について、従来種々の提案がなされている。例えば、特許文献１には、硝酸塩の形態で存在する核分裂で生じた放射性廃棄物を、外部に周回する通電コイルを備えたスリットを有する冷却容器内で電磁誘導加熱により溶解し、セシウム等の長寿命核種を揮発させ、分離・回収する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本特開平５－１５７８９７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、今般の原子力発電所の事故により我が国で生じた解決すべき課題は、上記特許文献１に記載のような、核関連施設内での通常運転によって生成される廃棄物の除染ではなく、外界へ放出されて土壌、下水汚泥や震災廃木材等へ取り込まれた放射性物質を除染処理することである。とりわけ、このような放射性廃棄物は膨大な量に及ぶことが予想されることから、単なる除染手段の提案ではなく、いかに放射性物質を大量にかつ効率よく揮発除去して回収し、そのコストを低減し得る手段を提供するかが重要である。

[0005] そこで、本発明は、上記解決課題に鑑みてなされたものであって、放射性セシウムを含む廃棄物から、より低いエネルギーで、かつ確実に放射性セシウムを除去する装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するため、本発明は、放射性セシウムの除去装置であって、放射性セシウムで汚染された有機物を窯前から供給する有機物供給手段と、放射性セシウムで汚染された無機物を窯尻から供給する無機物供給手段とを備え、前記有機物を前記無機物と共に焼成するロータリーキルンと、該ロータリーキルンにおいて揮発したセシウムを回収する回収装置とを備えることを特徴とする。

[0007] そして、本発明によれば、放射性セシウムで汚染された有機物を窯前から供給することで、燃料の一部として代替できるため、燃料コストを低減することが可能となる。また、放射性セシウムで汚染された有機物及び無機物をロータリーキルン内の高温下で処理し得るため、確実に放射性セシウムを揮発除去することができる。

[0008] さらに、有機物を窯前から供給してロータリーキルンの高温部を通過させながら燃焼させるため、セシウムは確実に気化し、気流により窯尻まで運搬され除去される。また、未燃カーボンや一酸化炭素等の発生が抑制され、下水汚泥等から生じる臭気成分も分解することができ、その結果として、排ガス処理のための付加的な装置を省略することが可能となる。また、無機物を窯尻から供給するため、有機物の燃焼による顕熱を有効に利用して、効率よく焼成することができる。

[0009] ここで、放射性セシウムで汚染された有機物とは、下水汚泥、下水汚泥乾粉・炭化物、浄水汚泥、建設汚泥、剪定枝葉・除草乾燥物、震災廃木材、湖沼等の水域底質中草木等をいい、放射性セシウムで汚染された無機物とは、下水スラグ、土壌、都市ごみ焼却灰、各種汚泥焼却灰、瓦礫、湖沼等の水域底質等をいう。

[0010] 上記放射性セシウムの除去装置において、前記放射性セシウムで汚染された有機物を前記ロータリーキルンへ投入する前に、該有機物を乾燥粉砕する乾燥粉砕装置をさらに備えることもできる。これにより、熱損失が大きく利用が進まなかった下水汚泥等を代替燃料として利用することができ、これら

に含まれる放射性セシウムを確実に処理することも可能となる。

[0011] 上記放射性セシウムの除去装置において、前記放射性セシウムで汚染された無機物を前記ロータリーキルンへ投入する前に、該無機物を改質する改質機、さらにこれを乾燥粉砕する乾燥粉砕機を備えることもできる。改質することにより、水分を含んだ無機物が貯留タンクや輸送機等に付着するなどのハンドリング性の悪さを改善することができ、後段に配置される乾燥機等への輸送等が容易となる。また、乾燥させることにより、ロータリーキルンで無機物中水分の蒸発に消費される熱量が不要になるため、燃料の使用量を低減させることができる。また、これに伴い、ロータリーキルンから排出される排ガス量が低減するため、冷却塔、サイクロン、集塵機、脱硝塔等の排ガス処理装置をコンパクトにすることができ、設備コストを抑えることも可能となる。さらに、粉砕することにより、無機物の放射性セシウム濃度等の品質を均一化することができるため、ロータリーキルンで放射性セシウムを安定かつ確実に処理することが可能となる。

[0012] 上記放射性セシウムの除去装置において、前記回収装置は、前記ロータリーキルンの排ガスを冷却する冷却塔と、該冷却塔の排ガス中のダストを回収する集塵機とすることができる。

[0013] 上記放射性セシウムの除去装置において、前記集塵機の前段に、前記冷却塔の排ガス中の粗粉ダストを分離する分級機を備え、該分級機で分離された粗粉ダストを前記ロータリーキルンに戻すことができる。これによって、放射性セシウムをより多く含有する微粉ダストのみを集塵することで、放射性セシウムをより効率よく回収することができる。

[0014] 上記放射性セシウムの除去装置において、前記放射性セシウムで汚染された有機物を、前記放射性セシウムで汚染された無機物と共に焼成する際に、前記ロータリーキルンにカルシウム源を添加することができる。これにより、被焼成物の塩基度を高め、焼成過程における液相の発生を抑えることができ、放射性セシウムを効率よく揮発させることができる。

[0015] 上記放射性セシウムの除去装置において、前記ロータリーキルンで放射性

セシウムが揮発除去された後に生成された除染生成物を分級するための分級機と、さらにこれに不溶化材を添加混合するための不溶化材添加混合機を備えることもできる。これにより、除染生成物をセメント混合材及び土工資材等に適合した粒度に調整することができ、また、除染生成物からの重金属等の溶出を防止することができるため、除染生成物を有効に活用することが可能となる。

発明の効果

[0016] 以上のように、本発明によれば、放射性セシウムを含む廃棄物から、より低いエネルギーで、かつ確実に放射性セシウムを除去する装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明に係る放射性セシウムの除去装置の一実施の形態を示す全体構成図である。

発明を実施するための形態

[0018] 次に、本発明を実施するための形態について、図１を参照しながら詳細に説明する。尚、以下の説明では、本発明に係る放射性セシウムの除去装置によって、放射性セシウムを含有する有機物及び無機物から放射性セシウムを除去すると共に、除染後の上記有機物及び無機物からセメント混合材及び土工資材等に利用可能な除染生成物を製造する場合を例にとって説明する。ここで、放射性セシウムとは、セシウムの放射性同位体であるセシウム１３４及びセシウム１３７である。

[0019] 図１は、本発明に係る放射性セシウムの除去装置の一実施の形態を示し、この除去装置１は、大別して、有機物乾燥粉砕装置２と、無機物改質乾燥粉砕装置３と、焼成装置４と、除染系排ガス処理装置５と、除染生成物分級装置６とで構成される。

[0020] 有機物乾燥粉砕装置２は、焼成装置４の前段に配置され、受け入れた放射性セシウムを含む有機物（以下、単に「有機物」という）Ｏ１を乾燥、粉砕するために備えられ、乾燥機２１と粉砕機２２とで構成される。

[0021] 乾燥機２１は、受け入れた有機物Ｏ１の含水率が高い場合に、熱効率の観点から有機物Ｏ１を乾燥させるために備えられる。粉砕機２２は、乾燥機２１の後段に配置され、乾燥機２１で乾燥された有機物Ｏ２を、ロータリーキルン４１の窯前のバーナ４１ｂから吹き込むのに適当な大きさに粉砕するために備えられる。ここで、有機物乾燥粉砕装置２に持ち込まれる有機物Ｏ１とは、上述のように、放射性セシウムを含む下水汚泥、伐採材、除草、稲わら等であり、含水率や形状等の性状も多様である。従って、性状等を改善する必要がない場合には、乾燥機２１及び粉砕機２２のいずれか又は双方を省略することも可能である。また、乾燥及び粉砕の機能を共に備える乾燥粉砕装置を設置してもよい。

[0022] 無機物改質乾燥粉砕装置３は、焼成装置４の前段に配置され、受け入れた放射性セシウムを含む無機物（以下、単に「無機物」という）Ｓ１を改質、乾燥、粉砕するために備えられ、改質機３１と乾燥機３２と粉砕機３３とで構成される。

[0023] 改質機３１は、受け入れた無機物Ｓ１が貯留タンクや輸送機等に付着するなどのハンドリング性が悪い場合に、無機物Ｓ１に改質材Ｔを添加してこれを改質するために備えられる。これにより、後段に配置される乾燥機３２等への輸送等が容易になる。改質材Ｔとしては、生石灰、消石灰、炭酸カルシウム、セメント等を用いることができ、これらの群に含まれる1種を単独で、又は2種以上を組み合わせて用いることができる。このうち、改質効果及び費用の点から生石灰が好ましい。

[0024] 乾燥機３２は、改質機３１の後段に配置され、改質後の無機物Ｓ２の含水率が高い場合に、ロータリーキルン４１での投入熱量低減の観点から無機物Ｓ２を乾燥させるために備えられる。

[0025] 粉砕機３３は、乾燥機３２の後段に配置され、乾燥機３２で乾燥された無機物Ｓ３の放射性セシウム濃度等の品質を均一化させるのに適当な大きさに粉砕するために備えられる。

[0026] ここで、無機物改質乾燥粉砕装置３に持ち込まれる無機物Ｓ１とは、上述

のように、放射性セシウムを含むスラグ、土壌、各種焼却灰、瓦礫、湖沼等の水域底質等であり、含水率や形状等の性状も多様である。従って、性状等を改善する必要がない場合には、改質機３１及び乾燥機３２並びに粉砕機３３のいずれか又は全てを省略することも可能である。また、改質及び乾燥並びに粉砕のいずれか二つ以上の機能を共に備える装置を設置してもよい。

[0027] 焼成装置４は、有機物乾燥粉砕装置２で乾燥、粉砕された有機物Ｏ３等を焼成するために備えられ、ロータリーキルン４１と、クリンカクーラ４２とで構成される。

[0028] ロータリーキルン４１は、窯尻に、キルン内部へ無機物改質乾燥粉砕装置３で改質、乾燥、粉砕された無機物Ｓ４を供給するための投入口４１ａと、窯前に、微粉炭等の化石燃料Ｆ１と上記有機物Ｏ３をロータリーキルン４１内へ噴出して供給物を焼成するためのバーナ４１ｂとを備える。

[0029] クリンカクーラ４２は、ロータリーキルン４１から排出された焼成物を、導入した冷却空気（大気）によって冷却して除染生成物Ｐ１を得るために備えられる。このクリンカクーラ４２からの高温の排ガスＨは、有機物の乾燥機２１及び無機物の乾燥機３２に供給され、有機物Ｏ１及び無機物Ｓ２の乾燥に利用できる。

[0030] 除染系排ガス処理装置５は、焼成装置４の後段に配置され、ロータリーキルン４１から排出された排ガスＧ１を冷却する冷却塔５１と、冷却塔５１の排ガスＧ２に含まれる粗粉ダストＣを回収するサイクロン５２と、サイクロン５２の排ガスＧ３に含まれる微粉ダストＦを集塵するバグフィルタ５３と、バグフィルタ５３の排ガスＧ４の脱硝を行う脱硝塔５４から構成される。

[0031] 冷却塔５１は、ロータリーキルン４１の排ガスＧ１を冷却し、有機物Ｏ３及び無機物Ｓ４から揮発した放射性セシウム等を固体状として回収するために備えられる。排ガスＧ１の冷却は、冷却塔５１の下端部に設置された散水装置５１ａから水を噴霧することにより行う。尚、この散水装置５１ａは、揮発したセシウムを固体状として排ガスＧ１に含まれるダストに付着させて回収し得る程度の機能を備えていればよく、散水装置５１ａの設置箇所は、

冷却塔５１の下端部に限定されない。さらに、水による冷却ではなく、冷却塔内に冷却空気を導入することによって冷却してもよく、水による冷却、空気による冷却を各々単独で用いてもよく、両者を併用してもよい。

[0032] サイクロン５２は、上述のようにして濃縮されたセシウム塩等を含む粗粉ダストＣを回収するために備えられ、回収した粗粉ダストＣは、無機物Ｓ４と共に、投入口４１ａからロータリーキルン４１に投入される。サイクロン５２に代えて、他の形式の分級機を用いることもできる。

[0033] バグフィルタ５３は、サイクロン５２の排ガスＧ３に含まれるセシウム塩や酸性ガス等を吸着した微粉ダストＦを回収するために備えられる。バグフィルタ５３に代えて、他の形式の集塵機を用いることもできる。また、バグフィルタを2基直列に配置し、前段のバグフィルタでセシウム塩を吸着した微粉ダストFを回収し、後段のバグフィルタで酸性ガス等を除去するための排ガス処理剤を添加し、酸性ガス等を吸着したダストを回収してもよい。

[0034] 脱硝塔５４は、触媒等を用いてバグフィルタ５３を通過した燃焼排ガスＧ４中のＮＯｘを分解して除去するために備えられる。この脱硝塔５４は、例えば、ハニカム状に構成され、大量の燃焼排ガスを処理する場合でも比較的小型に構成することができる。また、ＮＯｘを分解除去するだけでなく、ＳＯｘを吸着除去する脱硫機能をこれに付加してもよい。

[0035] 除染生成物分級装置６は、焼成装置４の後段に配置され、土工資材等として利用可能なクリンカ（除染生成物）Ｐ１を分級し、さらにこれに不溶化材Ｑを添加混合するために備えられ、分級機６１と不溶化材添加混合機６２とで構成される。

[0036] 分級機６１は、除染生成物Ｐ１をセメント混合材及び土工資材等（以下、単に「土工資材等」という）Ｐ３に適合した粒度に調整するために備えられる。ここで、除染生成物Ｐ１の粒度は、焼成装置４における焼成温度や滞留時間等の焼成条件によって異なる。除染生成物Ｐ１の粒度が、分級をせずとも土工資材等Ｐ３に適合した粒度となる場合はこれを省略することも可能である。また、分級だけでは土工資材等Ｐ３に適合した粒度とならない場合は

、分級機６１の前段に粉砕機を配置してもよく、又は分級機と粉砕機とを複数組み合わせて配置してもよい。

[0037] 不溶化材添加混合機６２は、分級機６１の後段に配置され、分級された除染生成物Ｐ２から重金属、六価クロム、フッ素等の溶出がある場合に、これを防止する観点から除染生成物Ｐ２に不溶化材Ｑを添加混合するために備えられる。不溶化材Ｑとしては、還元剤及び吸着剤からなる群より選ばれる少なくとも１種以上を用いる。還元剤としては、例えば、亜硫酸ナトリウム等の亜硫酸塩、硫酸鉄（II）、塩化鉄（II）等の鉄（II）塩、チオ硫酸ナトリウム、鉄粉等が挙げられる。吸着剤としては、例えば、ゼオライト、粘土鉱物、Mg－Al系やMg－Fe系等のハイドロタルサイト化合物のような層状複水酸化物、Ca－Al系水酸化物やエトリンガイドやモノサルフェート等のCa－Al系化合物、酸化鉄（ヘマタイト）や酸化ビスマス等の含水酸化物、水酸化マグネシウムや軽焼マグネシウムや焼成ドロマイトや酸化マグネシウム等のマグネシウム化合物、硫化鉄や鉄粉やシュベルマナイトやFeOOH等の鉄化合物、酸化ケイ素や酸化アルミニウムや酸化鉄等の１種又は２種以上の混合物又は焼成物、セリウム、及び希土類元素を含む化合物等が挙げられる。これら還元剤及び吸着剤は１種を単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。ここで、除染生成物Ｐ２からの重金属等の溶出量は、焼成装置４に供給された有機物Ｏ３や無機物Ｓ４に含まれる重金属等の含有量や形態によって異なる。従って、重金属等の溶出量が土工資材等の基準を下回る場合にはこれを省略することも可能である。

[0038] 次に、上記構成を有する放射性セシウムの除去装置１の動作について、図１を参照しながら説明する。

[0039] 受け入れた有機物Ｏ１を乾燥機２１に投入して乾燥した後、粉砕機２２に乾燥した有機物Ｏ２を投入し、所望の寸法へ粉砕する。

[0040] 一方、受け入れた無機物Ｓ１に改質材Ｔを添加して改質機３１で改質した後、乾燥機３２に改質した無機物Ｓ２を投入し乾燥させ、さらに粉砕機３３に乾燥した無機物Ｓ３を投入し、所望の寸法へ粉砕する。

[0041] 乾燥粉砕した有機物Ｏ３及び化石燃料Ｆ１をバーナ４１ｂからロータリーキルン４１内に吹き込んで燃焼させると共に、改質乾燥粉砕した無機物Ｓ４及び反応促進剤Ａとしてカルシウム源を投入口４１ａから投入して焼成する。反応促進剤Ａを供給することで、被焼成物の塩基度を高め、焼成過程における液相の発生を抑えることができ、有機物Ｏ３及び無機物Ｓ４に含まれる放射性セシウムを効率よく揮発させることができる。

[0042] カルシウム源としては、炭酸カルシウム、生石灰、消石灰、石灰石、ドロマイト、高炉スラグ等を用いることができ、これらの群に含まれる１種を単独で、又は２種以上を組み合わせて用いることができる。このうち、炭酸カルシウムは、ロータリーキルン４１内での顕熱により脱炭酸され、酸化カルシウム（ＣａＯ）と二酸化炭素（CO_2）に容易に分解するため好ましい。

[0043] 無機物Ｓ４及び有機物Ｏ３に含まれていた放射性セシウムは、ロータリーキルン４１内で揮発し、排ガスＧ１に含まれた状態で冷却塔５１へ導入される。

[0044] 冷却塔５１において、排ガスＧ１は、散水装置５１ａから噴霧された水（もしくは冷却塔内に導入された冷却空気、又はこれらの混合物）によって急激に冷却され、排ガスＧ１に含まれていたセシウムが固体状のセシウム塩となってダストに付着する。

[0045] 次に、セシウム塩を含有する冷却塔５１からの排ガスＧ２をサイクロン５２に導入し、排ガスＧ２に含まれる粗粉ダストＣを回収する。回収した粗粉ダストＣは、ロータリーキルン４１に戻される。この粗粉ダストＣにもセシウム塩が含まれるが、含有率が比較的低いため、ロータリーキルン４１に戻し、セシウムを再度揮発させて回収する。

[0046] サイクロン５２の排ガスＧ３をバグフィルタ５３に導入し、セシウム塩を高率で含有する微粉ダストＦを回収する。回収した微粉ダストＦは、必要に応じて水洗、吸着、圧縮等により、さらに減容化処置をした後、コンクリート製の容器等に密閉して保管し、中間貯蔵施設や最終処分場に搬送する。また、排ガスＧ３に含まれる酸性ガス等を吸着したダストもバグフィルタ５３

で回収される。

[0047] バグフィルタ５３の排ガスＧ４を脱硝塔５４に導入し、排ガスＧ４に含まれるＮＯｘを分解して除去し、清浄化された脱硝塔５４の排ガスＧ５を煙突５５から大気へ放出する。

[0048] 一方、ロータリーキルン４１へ投入された無機物Ｓ４は、ロータリーキルン４１内でバーナ４１ｂから吹き込まれた化石燃料Ｆ１と及び有機物Ｏ３の燃焼熱により焼成され、放射性セシウムが揮発除去された後に、クリンカクーラ４２によって冷却され、土工資材等として利用可能なクリンカ（除染生成物）Ｐ１が生成される。クリンカクーラ４２の高温の抽気ガスＨは、有機物の乾燥機２１や無機物の乾燥機３２の熱源として利用する。

[0049] 除染生成物Ｐ１は、分級機６１によって土工資材等として利用可能な粒度に分級され、さらに不溶化材添加混合機６２で除染生成物Ｐ２は不溶化材Ｑを添加混合される。除染生成物Ｐ２と不溶化材Ｑを混合する方法としては、除染生成物Ｐ２と粉末状の不溶化材Ｑを混合してもよく、不溶化材Ｑを予め水と混合して、スラリー又は水溶液（以下、「スラリー等」ともいう）にして、除染生成物Ｐ２とスラリー等を混合する、除染生成物Ｐ２にスラリー等を噴霧する、又は、除染生成物Ｐ２をスラリー等に浸漬する等の方法が挙げられる。

[0050] 以上のように、本実施の形態によれば、放射性セシウムを含む有機物Ｏ１、無機物Ｓ１から低コストで効率よく放射性セシウムを除去すると共に、これらを燃料及び原料として利用し、セメント混合材及び土工資材等として利用可能な除染生成物Ｐ３を製造することが可能となる。

[0051] 尚、上記実施の形態においては、バグフィルタ５３の前段にサイクロン５２を設けて粗粉ダストＣを分離してロータリーキルン４１に戻したが、冷却塔５１の排ガスＧ２に含まれるダストをすべて回収し、回収したダストのすべてについて減容化処置等を施した後、中間貯蔵施設や最終処分場に搬送することもできる。

[0052] また、無機物Ｓ４及び反応促進剤Ａを、投入口４１ａから混合してロータ

リーキルン４１内へ供給したが、個別に投入してもよい。また、その投入箇所についても、ロータリーキルン４１へ窯尻部から投入すればよく、投入口４１ａに限定するものではない。また、有機物Ｏ３についても、ロータリーキルン４１内へ窯前部から供給すればよく、投入箇所はバーナ４１ｂに限定するものではない。

符号の説明

[0053] １　放射性セシウム除去装置

２　有機物乾燥粉砕装置

２１　乾燥機

２２　粉砕機

３　無機物改質乾燥粉砕装置

３１　改質機

３２　乾燥機

３３　粉砕機

４　焼成装置

４１　ロータリーキルン

４１ａ　無機物投入口

４１ｂ　バーナ

４２　クリンカクーラ

５　除染系排ガス処理装置

５１　冷却塔

５１ａ　散水装置

５２　サイクロン

５３　バグフィルタ

５４　脱硝塔

５５　煙突

６　除染生成物分級装置

６１　分級機

６２　不溶化材添加混合機

Ａ　反応促進剤（カルシウム源）

Ｂ　改質材

Ｃ　粗粉ダスト

Ｆ　微粉ダスト

Ｏ１～Ｏ３　（放射性セシウムを含む）有機物

Ｆ１　化石燃料

Ｇ１～Ｇ５　排ガス

Ｈ　クリンカクーラの抽気ガス

Ｐ１　クリンカ（除染生成物）

Ｐ２　除染生成物

Ｐ３　土工資材等（除染生成物）

Ｑ　不溶化材

Ｓ１～Ｓ４　（放射性セシウムを含む）無機物

Ｔ　改質材

請求の範囲

［請求項1］ 放射性セシウムで汚染された有機物を窯前から供給する有機物供給手段と、放射性セシウムで汚染された無機物を窯尻から供給する無機物供給手段とを備え、前記有機物を前記無機物と共に焼成するロータリーキルンと、

該ロータリーキルンにおいて揮発したセシウムを回収する回収装置とを備えることを特徴とする放射性セシウムの除去装置。

［請求項2］ 前記放射性セシウムで汚染された有機物を前記ロータリーキルンへ投入する前に、該有機物を乾燥粉砕する乾燥粉砕装置を備えることを特徴とする請求項１に記載の放射性セシウムの除去装置。

［請求項3］ 前記放射性セシウムで汚染された無機物を前記ロータリーキルンへ投入する前に、該無機物を改質する改質機を備えることを特徴とする請求項１又は２に記載の放射性セシウムの除去装置

［請求項4］ 前記放射性セシウムで汚染された無機物を前記ロータリーキルンへ投入する前に、該無機物を乾燥粉砕する乾燥粉砕機を備えることを特徴とする請求項１又は２に記載の放射性セシウムの除去装置

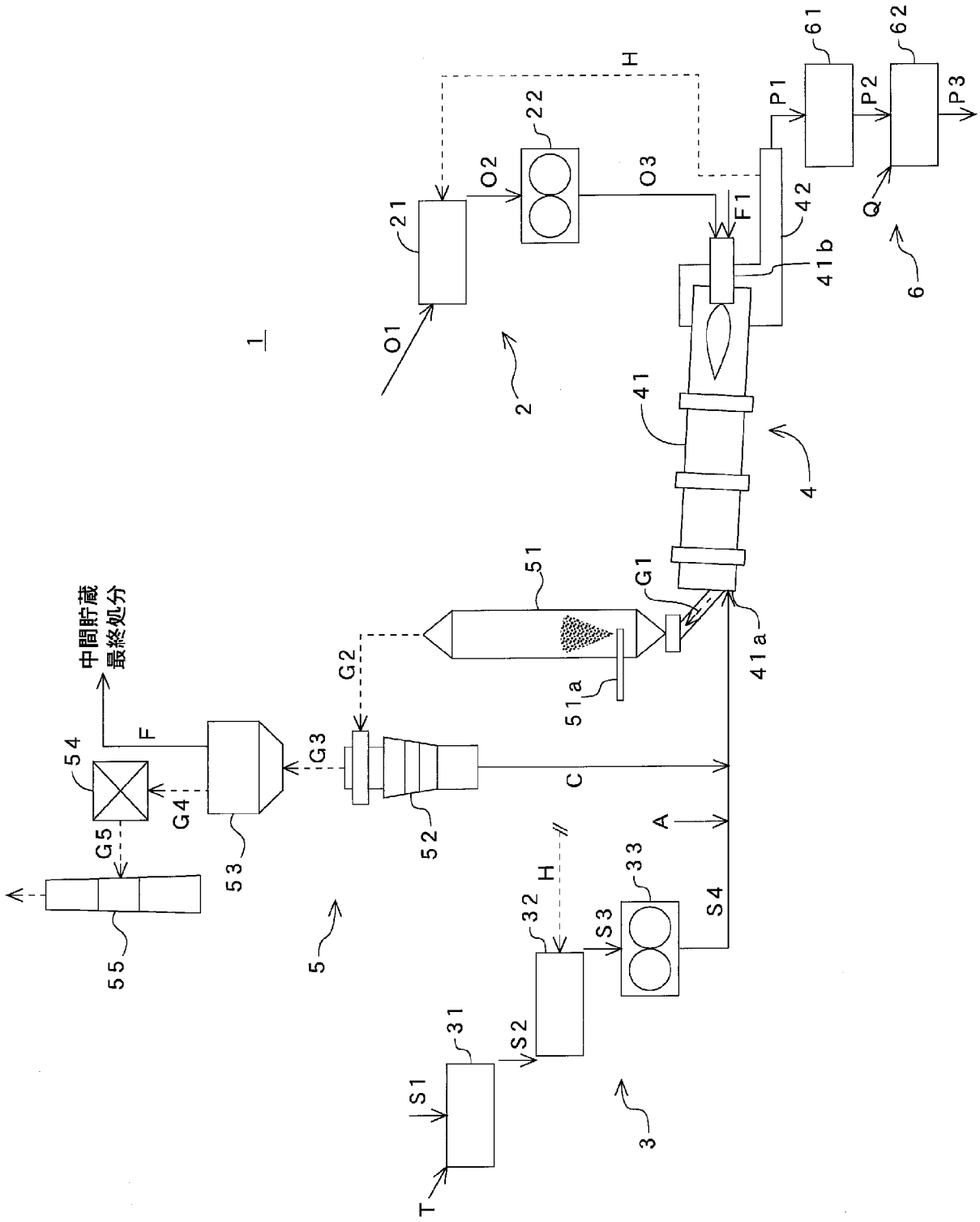
［請求項5］ 前記回収装置は、前記ロータリーキルンの排ガスを冷却する冷却塔と、該冷却塔の排ガス中のダストを回収する集塵機であることを特徴とする請求項１乃至４のいずれかに記載の放射性セシウムの除去装置。

［請求項6］ 前記集塵機の前段に、前記冷却塔の排ガス中の粗粉ダストを分離する分級機を備え、該分級機で分離された粗粉ダストを前記ロータリーキルンに戻すことを特徴とする請求項１乃至５のいずれかに記載の放射性セシウムの除去装置。

［請求項7］ 前記放射性セシウムで汚染された有機物を、前記放射性セシウムで汚染された無機物と共に焼成する際に、前記ロータリーキルンにカルシウム源を添加することを特徴とする請求項１乃至６のいずれかに記載の放射性セシウムの除去装置。

［請求項8］ 前記ロータリーキルンで放射性セシウムが揮発除去された後に生成された除染生成物を分級するための分級機と、さらにこれに不溶化材を添加混合するための不溶化材添加混合機を備えることを特徴とする請求項１乃至７のいずれかに記載の放射性セシウムの除去装置。

[図1]


1
2
3
4
5
6
21
22
31
32
33
41
41a
41b
42
51
51a
52
53
54
55
61
62
O1
O2
O3
P1
P2
P3
Q
H
F1
G1
G2
G3
G4
G5
F
C
A
S1
S2
S3
S4
T
中間貯蔵
最終処分

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/066807

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G21F9/32(2006.01)i, *G21F9/28*(2006.01)i, *G21F9/30*(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G21F9/00-9/36

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-235595 A (Hitachi, Ltd.), 31 August 2001 (31.08.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 5-157897 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 25 June 1993 (25.06.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 29 July, 2013 (29.07.13)	Date of mailing of the international search report 06 August, 2013 (06.08.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０６６８０７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G21F9/32(2006.01)i, G21F9/28(2006.01)i, G21F9/30(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G21F9/00 - 9/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３年

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2001-235595 A (株式会社日立製作所) 2001.08.31, 全文全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 5-157897 A (住友金属工業株式会社) 1993.06.25, 全文全図 (ファミリーなし)	1-8

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

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

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２９．０７．２０１３	０６．０８．２０１３

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

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｉ　３６０８
村川　雄一
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７３