(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 715 649**

(51) Int. CI.:

G21C 19/307 (2006.01)
G21D 1/00 (2006.01)
G21D 3/08 (2006.01)
G21C 17/022 (2006.01)
C02F 101/00 (2006.01)
C02F 103/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.03.2013 PCT/JP2013/002007**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **03.10.2013 WO13145691**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2013 E 13769302 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 2833366**

(54) Título: **Sistema y método de reducción de una fuente de radiación para una central de energía atómica**

(30) Prioridad:

26.03.2012 JP 2012069877

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.06.2019

(73) Titular/es:

THE JAPAN ATOMIC POWER COMPANY (100.0%)
1-1 Kanda Mitoshiro-cho, Chiyoda-ku
Tokyo 101-0053, JP

(72) Inventor/es:

UEYAMA, YUTAKA y
SUGINO, WATARU

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método de reducción de una fuente de radiación para una central de energía atómica

Campo de la técnica

La presente invención se refiere a un sistema y método de reducción de una fuente de radiación para una central de energía nuclear en el cual se puede reducir una fuente de radiación mediante la inyección de un agente dispersante en el refrigerante de una central de energía nuclear.

Técnica antecedente

En un sistema primario de una central de energía nuclear con reactor de agua a presión (en lo sucesivo, denominado PWR), y un sistema primario de una central de energía nuclear de agua en ebullición (en lo sucesivo, denominado BWR) que ha funcionado durante un largo período de tiempo, puede depositarse CRUD radiactivo, y puede incorporarse un nucleido radiactivo en una película de óxido sobre una superficie de las tuberías e instrumentos del sistema primario. El CRUD radiactivo y el nucleido radiactivo incorporado en la película de óxido son fuentes de radiación y causan exposición a la radiación. Por esta razón, es preferible que se elimine la mayor cantidad posible de CRUD radiactivo y de nucleidos radiactivos incorporados en la película de óxido.

Hasta la década de 1980, ha tendido a reducirse constantemente la dosis de radiación de una central de energía nuclear. Sin embargo, en los últimos años, se ha detenido la reducción de la dosis. Por lo tanto, además de las medidas convencionales de reducción de la dosis hasta la fecha, son deseables medidas adicionales.

En un sistema primario de una central de energía nuclear convencional, se ha aplicado la inyección de zinc para lograr una reducción de la exposición a la radiación. La aplicación de inyección de zinc tiene un cierto efecto en la reducción de la tasa de dosis del equipo y tuberías del sistema primario (por ejemplo, véase la Bibliografía de Patente 1).

Listado de citas

Bibliografía de patentes

Bibliografía de Patentes 1: Solicitud de patente japonesa abierta a la inspección pública No. 2010-43956.

El documento WO 98/03051 describe un agente dispersante del polímero ácido poliacrílico con un peso molecular medio de 70.000 a 15.000 para eliminar los depósitos de óxido metálicos en el sistema de enfriamiento de un generador de vapor nuclear durante la operación del mismo.

Sumario de la Invención

Problema técnico

Sin embargo, además de la inyección de zinc, que es una técnica de la Bibliografía de Patentes 1, se requiere otra técnica para la reducción de la exposición a la radiación. En el BWR, en el que la concentración de hierro en el agua de alimentación es alta, el efecto de la inyección de zinc puede ser menor. Además, una operación con aumento del rendimiento, con ciclo de larga duración, y mejoras similares que se investigan para ser aplicadas en el futuro, pueden causar un aumento en la dosis de radiación. Por lo tanto, se requiere una medida adicional para la reducción de la exposición a la radiación.

Se ha realizado la presente invención para resolver los problemas convencionales. La presente invención proporciona un sistema y un método de reducción de la fuente de radiación para una central de energía nuclear en la que se inyecta un agente dispersante en el refrigerante de la central de energía nuclear para eliminar el CRUD radiactivo acumulado en la central de energía nuclear y un nucleido radiactivo incorporado en una película de óxido, reduciendo de este modo las fuentes de radiación.

Solución al problema

La presente invención consiste en un sistema de reducción de la fuente de radiación para una central de energía nuclear, que incluye una unidad de inyección de un agente dispersante para inyectar un agente dispersante en el refrigerante de un sistema de refrigeración de la central de energía nuclear.

La presente invención también consiste en un método de reducción de la fuente de radiación para una central de energía nuclear, que incluye la inyección de un agente dispersante en el refrigerante de un sistema de refrigeración de la central de energía nuclear.

Efectos ventajosos de la Invención

Según la presente invención, se pueden reducir las fuentes de radiación mediante la inyección de un agente dispersante en un refrigerante de una central de energía nuclear para eliminar el CRUD radiactivo acumulado en la central de energía nuclear y los nucleidos radiactivos incorporados en una película de óxido.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una representación que muestra una imagen SEM de la superficie de una muestra INCONEL 600 después de una prueba T1.

La Figura 2 es una representación que muestra una imagen SEM de la superficie de la muestra INCONEL 600 después de una prueba T1 → T2.

La Figura 3 es una representación que muestra una imagen SEM de la superficie de la muestra INCONEL 600 después de una prueba T1 → T2 → T3.

La Figura 4 es una representación que muestra una imagen SEM de la superficie de la muestra INCONEL 600 después de una prueba T1 → T2 → T4.

La Figura 5 es un gráfico que ilustra un resultado GDS de la muestra INCONEL 600 después de la prueba T1.

La Figura 6 es un gráfico que ilustra un resultado GDS de la muestra INCONEL 600 después de la prueba T1 → T2.

La Figura 7 es un gráfico que ilustra un resultado GDS de la muestra INCONEL 600 después de la prueba T1 → T2 → T3.

La Figura 8 es un gráfico que ilustra un resultado GDS de la muestra INCONEL 600 después de la prueba T1 → T2 → T4.

Descripción de las realizaciones

A continuación se describirá en detalle un sistema y un método de reducción de una fuente de radiación para una central de energía nuclear que son, cada uno, una realización de la presente invención.

Se describirán de manera simple una configuración de un sistema refrigerante primario de una central de energía nuclear tipo PWR general y un flujo de un refrigerante primario.

En la central de energía nuclear tipo PWR, es estándar un sistema en circuito cerrado de circulación forzada compuesto por un circuito cerrado doble de sistemas primario y secundario. En la central de energía nuclear tipo PWR, se produce el agua de refrigeración primaria (refrigerante del reactor), que es agua alta temperatura y a alta presión sin ebullición, en el núcleo del reactor de una vasija de reactor y se transfiere al interior de un tubo de transferencia de calor en un generador de vapor mediante una bomba de refrigerante primario. La presión del sistema primario es controlada y mantenida por un regulador de presión.

El sistema de reducción de la fuente de radiación para una central de energía nuclear según la presente realización tiene una unidad de inyección de un agente dispersante para inyectar un agente dispersante en un refrigerante primario de un circuito refrigerante de una central de energía nuclear tipo PWR. El agente dispersante representa una sustancia química que convierte un sólido en partículas finas y las dispersa en un líquido. El agente dispersante es generalmente un polímero orgánico. Ejemplos de los mismos pueden incluir un agente dispersante de partículas estabilizantes por interacción electrostática (dispersante aniónico) y un agente dispersante de partículas estabilizantes por protección estérica (dispersante no iónico).

En esta realización, el agente dispersante se inyecta en el circuito primario para eliminar de manera eficiente un metal (Ni, Fe, Cr, Co, etc.) que puede convertirse en fuente de radiación del circuito primario, y CRUD y una película de óxido que contiene fuentes de radiación y se adhieren al combustible, a instrumentos y a tuberías. De este modo, pueden reducirse las fuentes de radiación de la central de energía nuclear.

Cuando la central de energía nuclear es de tipo PWR, es preferible que la unidad de inyección de agente dispersante de la presente realización esté conectada a una tubería de un sistema primario de refrigerante de la central de energía nuclear tipo PWR. De este modo, se puede reducir la dosis de radiación de los instrumentos y tuberías primarias.

Un punto del circuito refrigerante primario de un PWR apto para conectarse a la unidad de inyección del agente dispersante de la presente realización es un tanque de control de volumen (VCT) de un sistema de control de volumen químico (CVCS) como ejemplo.

El agente dispersante de la presente realización es ácido poliacrílico (PAA). En este caso, se puede prevenir eficazmente la acumulación de un producto de corrosión en una superficie de transferencia de calor en ebullición. El agente dispersante de la presente realización se puede usar solo o en combinación con otros productos químicos (por ejemplo, zinc).

Es deseable que el agente dispersante de la presente realización no contenga ningún componente de impureza. Esto se debe a que cuando el agente dispersante contiene un componente de impureza, el componente de impureza se puede descomponer en el reactor y afectar a una estructura del reactor. En particular, es preferible que el agente dispersante no contenga ningún componente de sodio, cloruro, azufre y flúor como componente de impureza. Esto puede suprimir la corrosión de un elemento de tubería causada por sodio.

En la presente realización descrita anteriormente, se describe un método para inyectar un agente dispersante en un sistema refrigerante primario de un PWR, pero la realización no está limitada a este método. La realización puede

aplicarse a un BWR. Por ejemplo, un punto de un sistema de refrigerante de un BWR apto para conectarse a la unidad de inyección de agente dispersante de la presente realización es una salida de un sistema de limpieza de refrigerante del reactor (CUW) y una salida de una bomba de condensado de alta presión.

Como se describió anteriormente, según el sistema y método de reducción de una fuente de radiación para una central de energía nuclear de la presente realización, se puede reducir el CRUD radiactivo depositado en la central de energía nuclear y los nucleidos radiactivos incorporados en una película de óxido, mediante la inyección de un agente dispersante en un refrigerante de la central de energía nuclear. De este modo, se pueden reducir las fuentes de radiación de la central de energía nuclear.

Ejemplos

De aquí en adelante, se describirá la presente invención de forma más específica con referencia a los Ejemplos. Sin embargo, la presente invención no se limita a los ejemplos.

(Prueba de cribado)

En la evaluación de un agente dispersante de los Ejemplos, se sumergió una muestra de placa que tiene una película de óxido formada sobre una superficie de la misma, en una solución acuosa del agente dispersante en cada uno de los Ejemplos 1 a 8, a temperatura ambiente durante 168 horas, y se evaluó la cantidad de metal eluída en la solución acuosa (concentración de metal).

Como muestra de placa, se utilizaron dos tipos: SUS316L (18 mm x 18 mm x 1 mm de grosor) e INCONEL (marca registrada, en lo sucesivo es el mismo) 600 (18 mm x 18 mm x 1,57 mm de grosor). La muestra se sumergió en una solución acuosa que contenía 10 ppb de Ni durante 1.000 horas, y luego en una solución acuosa que contenía 10 ppb de Ni y 10 ppb de Co durante 1.000 horas para formar una película de óxido en la superficie de la muestra. Se midió la cantidad de metal eluido de cuatro tipos de Ni, Fe, Cr y Co. Se midió la cantidad de metal eluido mediante espectroscopia de absorción atómica.

(Ejemplo 1)

Como agente dispersante, se usó ácido poliacrílico (PAA) con un peso molecular medio de 16.000. Se añadió el agente dispersante a una solución acuosa de manera que la concentración del agente dispersante fue de 1 ppm, y se evaluó la cantidad de metal eluido en la solución acuosa.

(Ejemplo 2)

Como agente dispersante, se usó ácido poliacrílico (PAA) con un peso molecular promedio de 26.000. Se añadió el agente dispersante a una solución acuosa de manera que la concentración del agente dispersante fue de 1 ppm, y se evaluó la cantidad de metal eluido en la solución acuosa.

Ejemplo Comparativo 3

Como agente dispersante, se usó polivinilpirrolidona (PVP) con un peso molecular promedio de 60.000. Se añadió el agente dispersante a una solución acuosa de manera que la concentración del agente dispersante fue de 1 ppm, y se evaluó la cantidad de metal eluido en la solución acuosa.

Ejemplo Comparativo 4

Como agente dispersante, se usó un polímero de ácido maleico con un peso molecular promedio de 5.500. Se añadió el agente dispersante a una solución acuosa de manera que la concentración del agente dispersante fue de 1 ppm, y se evaluó la cantidad de metal eluido en la solución acuosa.

(Ejemplo 5)

Como agente dispersante, se usó ácido poliacrílico (PAA) con un peso molecular promedio de 16.000. Se añadió el agente dispersante a una solución acuosa de manera que la concentración del agente dispersante fue de 50 ppb, y se evaluó la cantidad de metal eluido en la solución acuosa.

(Ejemplo 6)

Como agente dispersante, se usó ácido poliacrílico (PAA) con un peso molecular promedio de 26.000. Se añadió el agente dispersante a una solución acuosa de manera que la concentración del agente dispersante fue de 50 ppb, y se evaluó la cantidad de metal eluido en la solución acuosa.

Ejemplo Comparativo 7

Como agente dispersante, se usó polivinilpirrolidona (PVP) con un peso molecular promedio de 60.000. Se añadió el agente dispersante a una solución acuosa de manera que la concentración del agente dispersante fue de 50 ppb, y se evaluó la cantidad de metal eluido en la solución acuosa.

Ejemplo Comparativo 8

Como agente dispersante, se usó un polímero de ácido maleico con un peso molecular promedio de 5.500. El agente dispersante se añadió a una solución acuosa de manera que la concentración del agente dispersante fue de 50 ppb, y se evaluó la cantidad de metal eluido en la solución acuosa.

(Ejemplo comparativo 1)
En el Ejemplo comparativo 1, se evaluó la cantidad de metal eluido sin usar un agente dispersante.
La Tabla 1 muestra la concentración de metal eluido de la muestra SUS316L. ("-" en la Tabla representa un valor en el límite de detección o menor de espectroscopia de absorción atómica).

[Tabla 1]

PRUEBA	CONDICIÓN (CANTIDAD LÍQUIDA: 20 ml)		CONCENTRACIÓN DE METAL ELUÍDO (ppb)			
	AGENTE DISPERSANTE (PESO MOLECULAR MEDIO)	CONCENTRACIÓN	Ni	Fe	Cr	Co
EJEMPLO 1	PAA (16.000)	1 ppm	6,875	60,63	-	6,025
EJEMPLO 2	PAA (26.000)	1 ppm	7,025	57,25	-	-
EJEMPLO 3	PVP (60.000)	1 ppm	7,025	66,90	-	-
EJEMPLO 4	POLÍMERO DE ÁCIDO MALEICO (5.500)	1 ppm	6,575	70,93	-	-
EJEMPLO 5	PAA (16.000)	50ppb	5,550	129,90	2,675	-
EJEMPLO 6	PAA (26.000)	50ppb	4,425	58,00	-	-
EJEMPLO 7	PVP (60.000)	50ppb	5,075	61,53	-	-
EJEMPLO 8	POLÍMERO DE ÁCIDO MALEICO (5.500)	50ppb	4,875	73,85	2,450	-
EJEMPLO COMPARATIVO 1	NINGUNO	-	5,925	47,575	-	-

Como se ve en la Tabla 1, un elemento principal que se eluye del SUS316L es Fe, y también se eluye el Ni ligeramente. La cantidad de Fe eluido aumenta incluso por la adición de cada agente dispersante (Ejemplos 1 a 8) en comparación con ninguna adición (Ejemplo Comparativo 1).

La cantidad de Ni eluido aumenta por la adición de cada uno de los agentes dispersantes de los Ejemplos 1 a 4 en comparación con ninguna adición (Ejemplo Comparativo 1). Por consiguiente, es preferible que la concentración del agente dispersante sea de 1 ppm desde el punto de vista de la elución de Fe y Ni.

Las concentraciones de Cr y Co eluidas del SUS316L están en el límite de detección o menor bajo la mayoría de las condiciones, mientras que se eluye una cantidad significativamente grande de Co solo en el Ejemplo 1. Por esta razón, al usar el agente dispersante PAA (16.000) del Ejemplo 1, se espera la eliminación de ^{58}Ni, que es un nucleido primario de ^{58}Co y ^{60}Co y ^{58}Co, que son fuentes de radiación. Por lo tanto, es más preferible que se utilice PAA (16.000) como agente dispersante y que la concentración del agente dispersante sea de 1 ppm desde el punto de vista de la elución de Fe, Ni y Co.

La Tabla 2 muestra la concentración de metal eluido del INCONEL 600. ("-" en la Tabla representa un valor en el límite de detección o menor de la espectroscopia de absorción atómica).

[Tabla 2]

PRUEBA	CONDICIÓN (CANTIDAD LÍQUIDA: 20 ml)		CONCENTRACIÓN DE METAL ELUÍDO (ppb)			
	AGENTE DISPERSANTE (PESO MOLECULAR MEDIO)	CONCENTRACIÓN	Ni	Fe	Cr	Co
EJEMPLO 1	PAA (16.000)	1 ppm	218,08	29,90	-	-
EJEMPLO 2	PAA (26.000)	1 ppm	253,08	25,23	-	-
EJEMPLO 3	PVP (60.000)	1 ppm	205,58	21,23	-	-

EJEMPLO 4	POLÍMERO DE ÁCIDO MALEICO (5.500)	1 ppm	154,75	19,55	-	-
EJEMPLO 5	PAA (16.000)	50ppb	107,3	47,38	-	-
EJEMPLO 6	PAA (26.000)	50ppb	128,6	65,35	-	-
EJEMPLO 7	PVP (60.000)	50ppb	157,1	36,98	-	-
EJEMPLO 8	POLÍMERO DE ÁCIDO MALEICO (5.500)	50ppb	117,8	31,88	-	-
EJEMPLO COMPARATIVO 1	NINGUNO	-	139,75	17,10	-	-

Como se ve en la Tabla 2, las concentraciones de Cr y Co eluidas de INCONEL 600 tienen un valor en el límite de detección o menor en la mayoría de las condiciones. Además, un elemento principal eluido de INCONEL 600 es el Ni, y también se eluye del mismo una gran cantidad de Fe. La cantidad de Fe eluido aumenta incluso por la adición de cada agente dispersante (Ejemplos 1 a 8) en comparación con ninguna adición (Ejemplo comparativo 1). En particular, la cantidad de Fe eluido aumenta durante la adición con una concentración de 50 ppb (Ejemplos 5 a 8).

La cantidad de Ni eluido aumenta por la adición de cada uno de los agente dispersantes de los Ejemplos 1 a 4 y 7 en comparación con ninguna adición (Ejemplo Comparativo 1). Por consiguiente, es preferible que la concentración del agente dispersante sea de 1 ppm desde el punto de vista de la elución de Fe y Ni.

A partir de la evaluación, se confirma que los agente dispersantes obtenidos en los Ejemplos 1 a 8 de la presente invención promueven la elución del elemento metálico como fuente de radiación. Por lo tanto, se demuestra la eficacia de la presente invención.

(Prueba de corrosión en agua a alta temperatura y alta presión)
Se llevó a cabo una prueba de corrosión de INCONEL 600 en agua a alta temperatura y alta presión a 320° C usando una instalación para la prueba de evaluación del comportamiento de corrosión no estacionario. Como parámetros de calidad básica del agua en la prueba de corrosión, la concentración de B es de 280 ppm, la concentración de Li es de 2 ppm, la concentración de hidrógeno disuelto (DH) es de 30 cc / kg y la concentración de oxígeno disuelto (OD) es de 5 ppb o menos. Una condición de prueba se muestra en la Tabla 3.

[Tabla 3]

PRUEBA	CALIDAD DEL AGUA	MUESTRA	HORA
T1	Ni 10 ppb	INCONEL 600 (20 × 20 × 2 EN GROSOR) 8 HOJAS INCONEL 600 (18 × 18 × 1,57 EN GROSOR) 21 HOJAS	1000 h
T2	Ni 10 ppb + Co 10 ppb	INCONEL 600 (20 × 20 × 2 EN GROSOR) 2 HOJAS INCONEL 600 (18 × 18 × 1,57 EN GROSOR) 15 HOJAS	1000 h
T3	Ni 10 ppb + Co 10 ppb + PAA (16,000) 50 ppb	INCONEL 600 (CON PELÍCULAS PREFORMADAS, CADA TAMAÑO 2 HOJAS)	1000 h
T4	Ni 10 ppb + Co 10 ppb + Zn 5 ppb + PAA (16,000) 50 ppb	INCONEL 600 (CON PELÍCULAS PREFORMADAS, CADA TAMAÑO 2 HOJAS)	1000 h

Las pruebas T1 y T2 apuntan a la formación de una película preformada y a la acumulación de un óxido de metal en la superficie de una muestra. En la formación de una película preformada en los Ejemplos, usualmente se añadieron 10 ppb de Ni.

Además, un efecto esperado por la adición de un agente dispersante a un circuito primario de un PWR es la eliminación de un producto de corrosión radiactivo. Desde el punto de vista de la exposición a la radiación, el producto de corrosión radiactivo más importante es el ^{58}Co y el ^{60}Co, de los cuales los elementos son Co. En la prueba T2, se añadió Co al agua de prueba.

Mediante la prueba de cribado, se juzgó que el ácido poliacrílico (peso molecular promedio: 16.000) (PAA (16.000)) era el mejor, y en las pruebas T3 y T4se usó el ácido poliacrílico.

En las pruebas T3 y T4, se utilizó la muestra de placa INCONEL 600 en la que se había formado la película preformada en las pruebas T1 y T2. Las pruebas T3 y T4 apuntan a la observación del cambio del óxido de metal en la superficie de la muestra por el agente dispersante. Las muestras sumergidas en las pruebas T1 y T2 fueron las mismas. Las muestras de placa en las pruebas T3 y T4 eran muestras de placa en las que se había formado la película preformada en las pruebas T1 y T2.

Una película de óxido producida en la superficie de la muestra se analizó después de la prueba de corrosión en agua a alta temperatura y alta presión. La configuración de la superficie de la muestra de placa (INCONEL 600) se observó con un SEM y se analizó la distribución del elemento en una dirección de profundidad mediante espectroscopia de descarga luminiscente (GDS). La distribución en la dirección de profundidad de seis elementos de Ni, Fe, Cr, Co, Zn y C se analizó mediante GDS.

Las Figuras 1 a 4 muestran imágenes SEM de la superficie de las muestras INCONEL 600 después de la prueba T1, después de la prueba T1 → T2, después de la prueba T1 → T2 → T3, y después de la prueba T1 → T2 → T4, respectivamente.

Con frecuencia se observa un cristal de óxido metálico en la superficie de la muestra solo después de la prueba T1 → T2. Se considera que no se produce o crece mucho un cristal de óxido de metal en 1.000 horas de la prueba T1, pero el número de cristales de óxido de metal aumenta en 1.000 horas de la prueba T2 posterior. Después de las pruebas T3 y T4 de adición del agente dispersante, el número de cristales de óxido de metal disminuye claramente. Se considera razonable que este resultado se pueda derivar de su eliminación debido al agente dispersante.

Las Figuras 5 a 8 muestran los resultados GDS de las muestras INCONEL 600. En la capa superficial más externa de las muestras después de la prueba T2 de la Figura 6, es grande una porción en la que la concentración de Ni es baja, mientras que en las muestras después de la prueba T1 → T2 → T3 de la Figura 7 y después de la prueba T1 → T2 → T4 de la Figura 8, comienza un aumento en la concentración de Ni desde la capa superficial más externa de la película de óxido (el borde ascendente del gráfico es anterior). En las pruebas T1 → T2 → T3 y T1 → T2 → T4, se agregó el agente dispersante y, por lo tanto, la capa superficial más externa de la película de óxido puede desprenderse.

A partir de la evaluación, se confirma que el agente dispersante obtenido por la presente invención promueve la elución del elemento metálico (Ni) como fuente de radiación. Por lo tanto, se demuestra la eficacia de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de reducción de una fuente de radiación para una central de energía nuclear, que comprende una unidad de inyección de un agente dispersante para inyectar un agente dispersante en un refrigerante de un sistema refrigerante de la central de energía nuclear, y en el cual el agente dispersante es ácido poliacrílico, y el peso molecular medio del ácido poliacrílico es de 16.000 o 26.000 y la concentración del ácido poliacrílico es de 50 ppb o 1 ppm.

2. El sistema de reducción de una fuente de radiación para una central de energía nuclear según la reivindicación 1, en el que la central de energía nuclear es una central de energía nuclear con reactor de agua a presión, y el refrigerante es un refrigerante primario en la central de energía nuclear con reactor de agua a presión.

3. El sistema de reducción de una fuente de radiación para una central de energía nuclear según la reivindicación 1, en el que el agente dispersante no contiene ningún componente de impureza.

4. El sistema de reducción de una fuente de radiación para una central de energía nuclear según la reivindicación 1, en el que el agente dispersante no contiene ningún componente de impureza que sea por lo menos un componente de entre sodio, cloruro, azufre y flúor.

5. Un método de reducción de una fuente de radiación para una central de energía nuclear, que comprende

la inyección de un agente dispersante en un refrigerante de un sistema refrigerante de la central de energía nuclear, y

en el cual el dispersante es ácido poliacrílico, y el peso molecular medio del ácido poliacrílico es de 16.000 o 26.000 y la concentración del ácido poliacrílico es de 50 ppb o 1 ppm.

6. El método de reducción de una fuente de radiación para una central de energía nuclear según la reivindicación 5, en el que la central de energía nuclear es una central de energía nuclear con reactor de agua a presión, y el refrigerante es un refrigerante primario en la central de energía nuclear con reactor de agua a presión.

7. El método de reducción de una fuente de radiación para una central de energía nuclear según la reivindicación 5, en el que el agente dispersante no contiene un componente de impureza.

8. El método de reducción de una fuente de radiación para una central de energía nuclear según la reivindicación 5, en el que el agente dispersante no contiene un componente de impureza que sea al menos un componente de entre sodio, cloruro, azufre y flúor.

FIG. 1

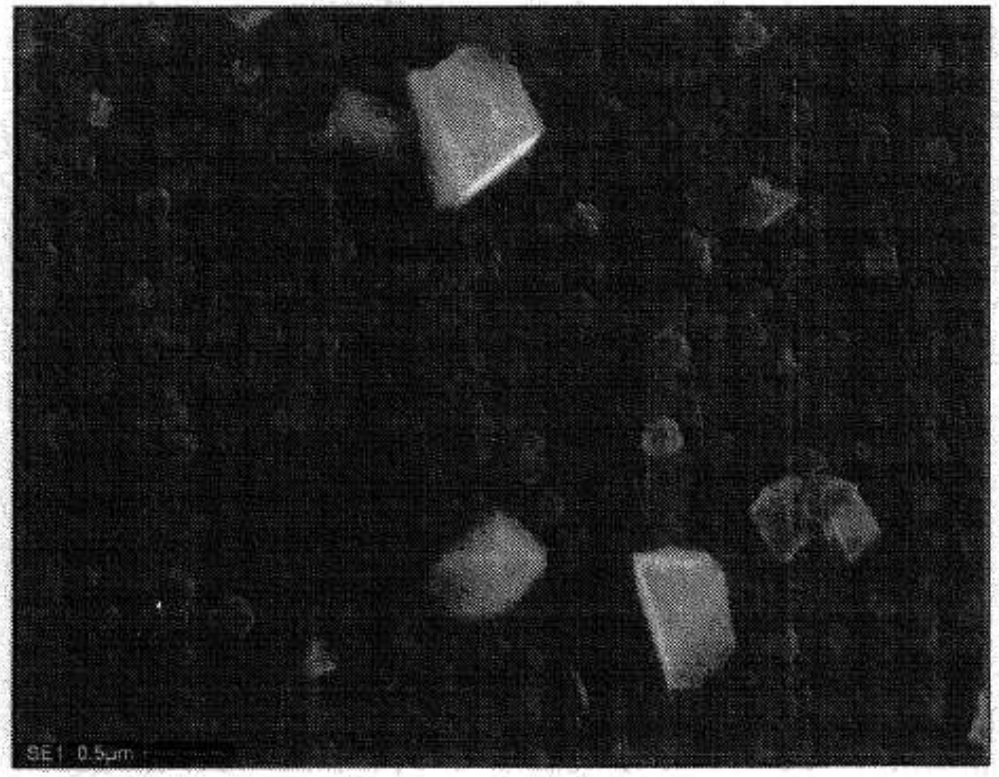


FIG. 2

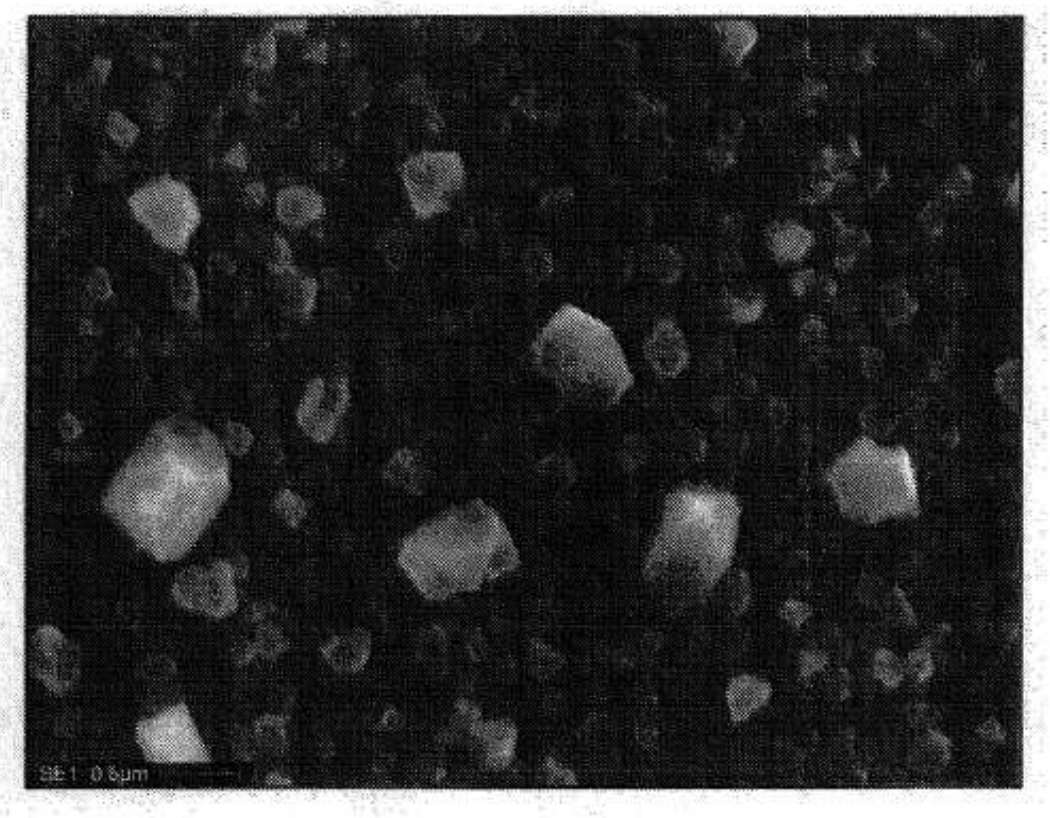


FIG. 3

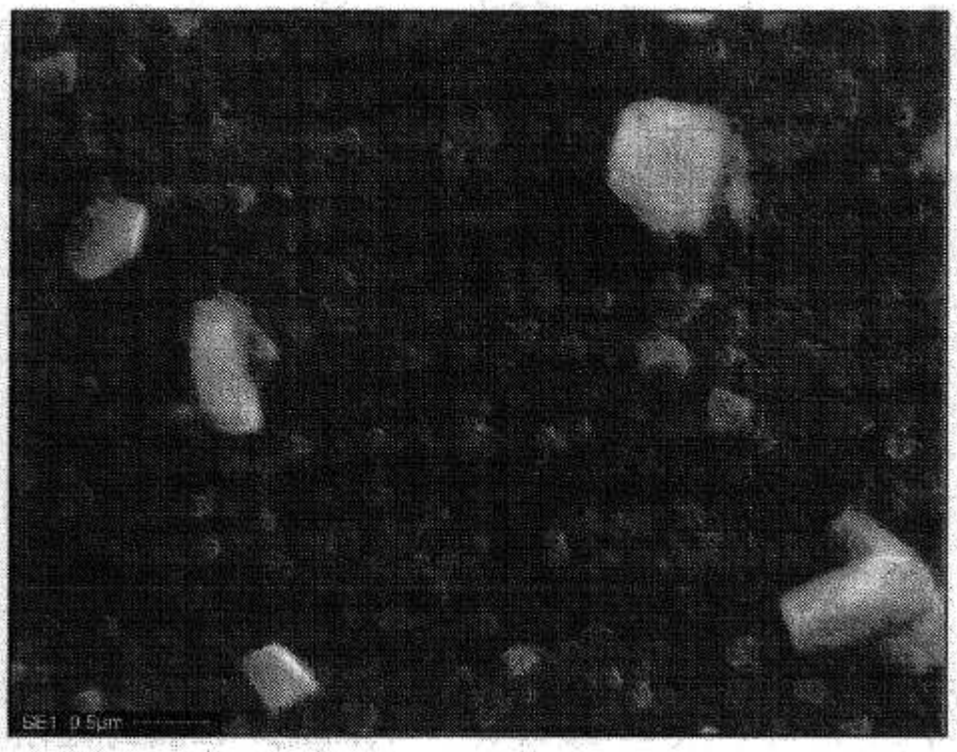


FIG. 4

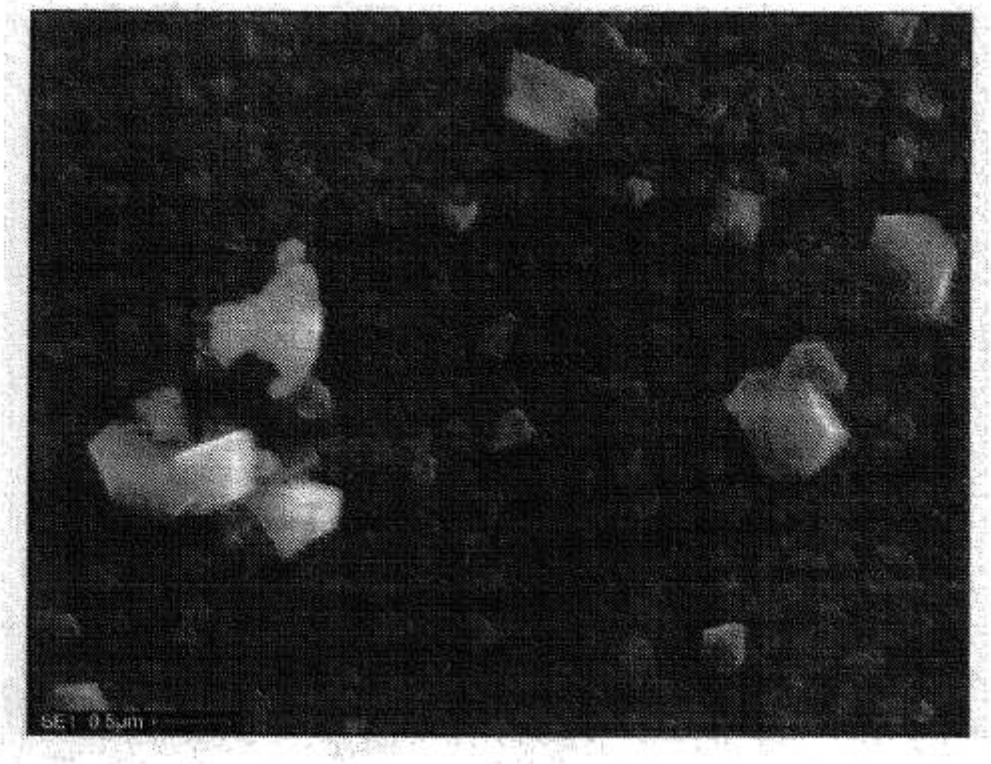


FIG. 5

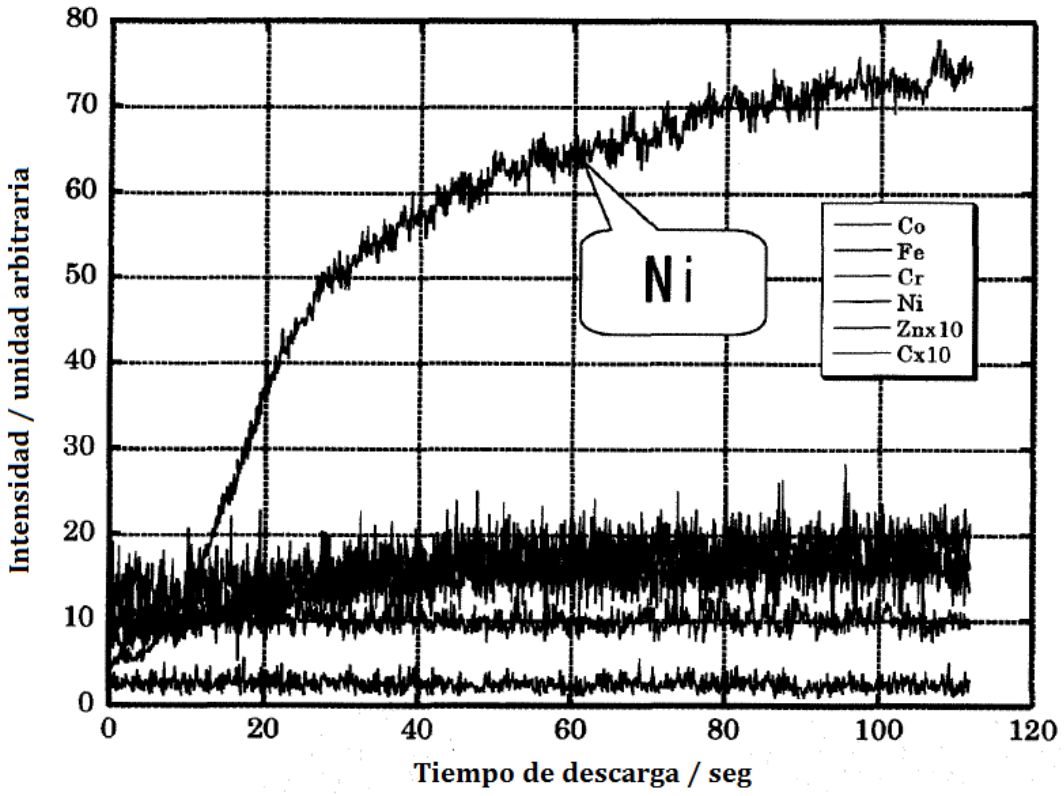

Intensidad / unidad arbitraria
Tiempo de descarga / seg
Ni
Co
Fe
Cr
Ni
Znx10
Cx10
0
10
20
30
40
50
60
70
80
0
20
40
60
80
100
120

FIG. 6

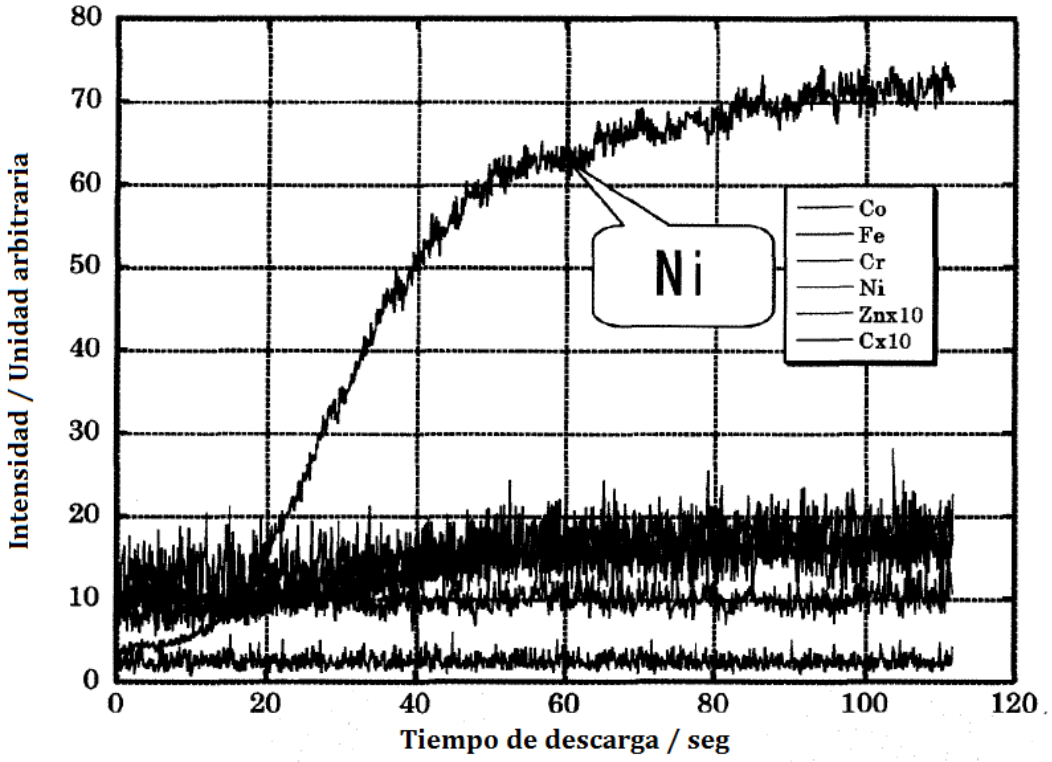

Intensidad / Unidad arbitraria
Tiempo de descarga / seg
0
10
20
30
40
50
60
70
80
0
20
40
60
80
100
120
Ni
Co
Fe
Cr
Ni
Znx10
Cx10

FIG. 7

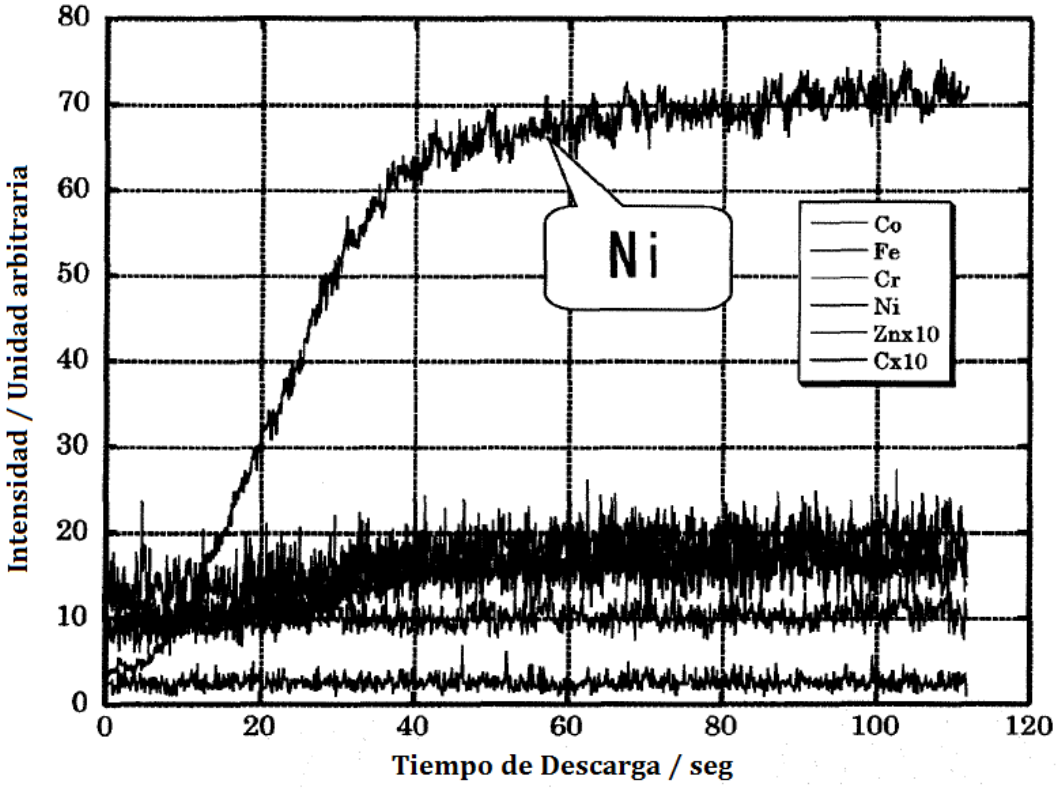
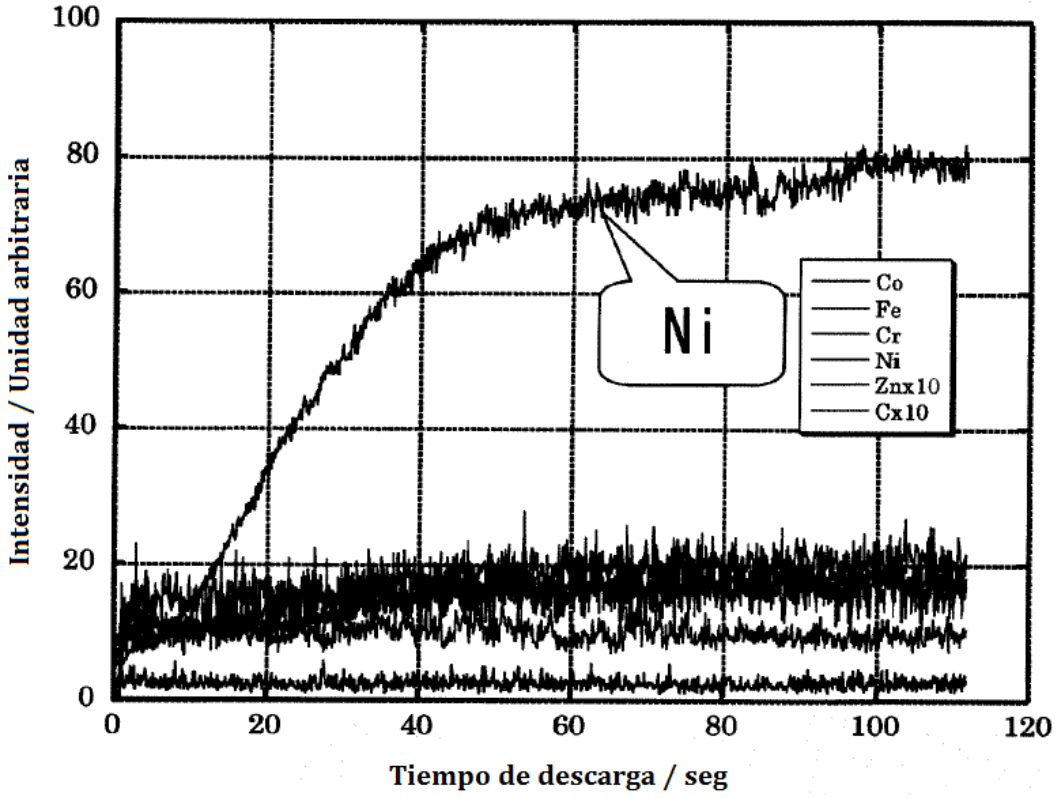

Intensidad / Unidad arbitraria
Tiempo de Descarga / seg
Ni
Co
Fe
Cr
Ni
Znx10
Cx10
0
10
20
30
40
50
60
70
80
0
20
40
60
80
100
120

FIG. 8


100
80
60
40
20
0
0
20
40
60
80
100
120
Intensidad / Unidad arbitraria
Tiempo de descarga / seg
Ni
Co
Fe
Cr
Ni
Znx10
Cx10