

REIVINDICACIONES

1. Un método para recuperar selectivamente al menos un metal de dos o más metales a partir de un material, en donde el método comprende:
 - (a) mezclar un material con un oxidante para formar una mezcla, en donde el material comprende dos o más metales;
 - (b) realizar un proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo a la mezcla; y
 - (c) separar y recuperar selectivamente al menos uno o más primeros metales de los dos o más metales del material de al menos uno o más segundos metales de los dos o más metales del material.
2. El método de la reivindicación 1, en donde el oxidante se selecciona del grupo que consiste en agentes de cloro, agentes de flúor, agentes de bromo, agentes de yodo y sus combinaciones.
3. El método de la reivindicación 1, en donde el oxidante comprende un agente de cloro.
4. El método de la reivindicación 3, en donde el agente de cloro se selecciona del grupo que consiste en sales de haluro, cloruro de amonio y sus combinaciones.
5. El método de la reivindicación 3, en donde el agente de cloro es cloruro de sodio.
6. El método de la reivindicación 3, en donde el agente de cloro es Cl_2 .
7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 3-6, en donde el proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo comprende un proceso de cloración electrotérmica.
8. El método de la reivindicación 7, en donde el proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo se realiza a una temperatura entre 630 °C y 830 °C.

9. El método de la reivindicación 8, en donde el primero de uno o más metales comprenden In.
10. El método de la reivindicación 7, en donde el proceso de calentamiento instantáneo se realiza a una temperatura mayor que 1240 °C.
11. El método de la reivindicación 10, en donde
 - (a) el primero de uno o más metales comprende un metal seleccionado del grupo que consiste en Sn y Mn, y
 - (b) el segundo de uno o más metales comprende un metal seleccionado del grupo que consiste en Au y Cr.
12. El método de la reivindicación 1-6, en donde la etapa de realizar un proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo a la mezcla comprende:
 - (a) un primer proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo realizado a una primera temperatura a la mezcla para formar un primer producto;
 - (b) se realiza un primer proceso de evaporación al primer producto para formar un primer producto residuo; y
 - (b) un segundo proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo realizado a una segunda temperatura al primer producto residuo.
13. El método de la reivindicación 12, en donde la segunda temperatura es mayor que la primera temperatura.
14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 12-13, en donde
 - (a) el primer proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo comprende un primer proceso de cloración electrotérmica; y
 - (b) el segundo proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo comprende un segundo proceso de cloración electrotérmica.
15. El método de la reivindicación 14, en donde

- (a) el primer proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo se realiza a una temperatura entre 630 °C y 830 °C; y
- (b) el segundo proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo se realiza a una temperatura mayor que 1240 °C.

16. El método de cualquiera de las reivindicaciones 12-15, en donde el primer proceso de evaporación forma una fase de evaporación.

17. El método de la reivindicación 16, en donde la fase de evaporación comprende un compuesto que comprende In.

18. El método de cualquiera de las reivindicaciones 12-17, en donde el primer producto residuo comprende un compuesto que comprende un metal seleccionado del grupo que consiste en Sn, Mn, Au y Cr.

19. El método de la reivindicación 18, en donde el segundo proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo forma un segundo producto.

20. El método de la reivindicación 19, en donde se realiza un segundo proceso de evaporación al segundo producto para formar un segundo producto residuo.

21. El método de la reivindicación 20, en donde el segundo producto residuo comprende un compuesto que comprende un metal seleccionado del grupo que consiste en Au y Cr.

22. El método de cualquiera de las reivindicaciones 20-21, en donde el segundo proceso de evaporación forma una segunda fase de evaporación.

23. El método de la reivindicación 22, en donde la segunda fase de evaporación comprende un compuesto que comprende un metal seleccionado del grupo que consiste en Sn y Mn.

24. El método de cualquiera de las reivindicaciones 12-23, en donde la etapa de realizar un proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo a la mezcla comprende:
- (a) el segundo proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo forma un segundo producto residuo;
 - (b) se realiza un segundo proceso de evaporación al segundo producto para formar un segundo producto residuo; y
 - (c) un tercer proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo realizado a una tercera temperatura al segundo producto residuo.
25. El método de la reivindicación 24, en donde
- (a) la segunda temperatura es mayor que la primera temperatura, y
 - (b) la tercera temperatura es mayor que la segunda temperatura.
26. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-25, en donde el material es un desecho.
27. El método de la reivindicación 26, en donde el desecho es desecho electrónico posconsumo.
28. El método de la reivindicación 26, en donde el desecho es desecho posindustrial.
29. El método de la reivindicación 28, en donde el desecho posindustrial se selecciona del grupo que consiste en ceniza volante de carbono, residuo de bauxita, minerales, relaves de minería y lodos de dragado.
30. El método de la reivindicación 26, en donde el desecho comprende óxido de indio y estaño (ITO).
31. El método de la reivindicación 26, en donde el desecho es desecho de electrodos.
32. El método de la reivindicación 319, en donde el desecho de electrodos comprende un

compuesto seleccionado del grupo que consiste en In_2O_3 , SnO_2 , Au, MnO, Cr_2O_3 y sus combinaciones.

33. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde la mezcla comprende además un reductor.

34. El método de la reivindicación 33, en donde el reductor se selecciona del grupo que consiste en fuentes de carbono, fuentes de metal(0), H_2 y sus combinaciones.

35. El método de la reivindicación 34, en donde el reductor comprende una fuente de metal(0).

36. El método de la reivindicación 35, en donde la fuente de metal(0) comprende una fuente de estaño(0).

37. El método de la reivindicación 34, en donde el reductor comprende el H_2 .

38. El método de la reivindicación 37, en donde el reductor comprende el H_2 en argón o nitrógeno (N_2).

39. El método de la reivindicación 38, en donde el reductor comprende entre 1 % y 5 % del H_2 en volumen en el argón o el nitrógeno (N_2).

40. El método de la reivindicación 34, en donde el reductor comprende una fuente de carbono.

41. El método de la reivindicación 40, en donde el proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo comprende un proceso de carbocloración electrotérmica.

42. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde
(a) el proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo forma un primer

producto;

- (b) se realiza un primer proceso de evaporación al primer producto para formar un primer producto residuo;
- (c) el método comprende además mezclar un reductor con el primer producto residuo para formar una segunda mezcla; y
- (d) el método comprende además realizar un segundo proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo a la segunda mezcla.

43. El método de la reivindicación 42, en donde

- (a) antes de la etapa de realizar el segundo proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo, se realiza un tratamiento al primer producto residuo, y
- (b) el tratamiento se selecciona del grupo que consiste en un tratamiento acuoso, un tratamiento con ácido acuoso y un tratamiento con base acuosa.

44. El método de la reivindicación 43, en donde el tratamiento del primer producto residuo aumenta la pureza de uno o más metales recuperados del primer producto residuo.

45. El método de cualquiera de las reivindicaciones 42-44, en donde el reductor se selecciona del grupo que consiste en fuentes de carbono, fuentes de metal(0), H_2 y sus combinaciones.

46. El método de la reivindicación 45, en donde el reductor comprende una fuente de metal(0).

47. El método de la reivindicación 46, en donde la fuente de metal(0) comprende una fuente de estaño(0).

48. El método de la reivindicación 45, en donde el reductor comprende el H_2 .

49. El método de la reivindicación 48, en donde el reductor comprende el H_2 en argón o nitrógeno (N_2).

50. El método de la reivindicación 49, en donde el reductor comprende entre 1 % y 5 % del H_2 en volumen en el argón o el nitrógeno (N_2).
51. El método de la reivindicación 45, en donde el reductor comprende una fuente de carbono.
52. El método de la reivindicación 51, en donde
- (a) el proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo a la mezcla comprende un proceso de cloración electrotérmica; y
 - (b) el segundo proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo a la segunda mezcla comprende un proceso de carbocloración electrotérmica.
53. El método de la reivindicación 52, en donde el primer proceso de evaporación forma una primera fase de evaporación.
54. El método de la reivindicación 53, en donde la primera fase de evaporación comprende un compuesto que comprende un metal seleccionado del grupo que consiste en Fe, Ni, Mn, Cu y sus combinaciones.
55. El método de cualquiera de las reivindicaciones 52-54, en donde el primer producto residuo comprende un compuesto que comprende un metal seleccionado del grupo que consiste en Si, Ta y sus combinaciones.
56. El método de cualquiera de las reivindicaciones 52-55, en donde el segundo proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo forma un segundo producto.
57. El método de la reivindicación 56, en donde se realiza un segundo proceso de evaporación al segundo producto para formar un segundo producto residuo.
58. El método de la reivindicación 57, en donde el segundo producto residuo comprende

un compuesto que comprende Ta.

59. El método de cualquiera de las reivindicaciones 57-58, en donde el segundo proceso de evaporación forma una segunda fase de evaporación.

60. El método de la reivindicación 59, en donde la segunda fase de evaporación comprende un compuesto que comprende Si.

61. El método de cualquiera de las reivindicaciones 33-60, en donde el material es un desecho.

62. El método de la reivindicación 61, en donde el desecho es desecho electrónico posconsumo.

63. El método de la reivindicación 61, en donde el desecho es desecho posindustrial.

64. El método de la reivindicación 63, en donde el desecho posindustrial se selecciona del grupo que consiste en ceniza volante de carbono, residuo de bauxita, minerales, relaves de minería y lodos de dragado.

65. El método de la reivindicación 61, en donde el desecho comprende Ta.

66. El método de la reivindicación 61, en donde el desecho es desecho de capacitores.

67. El método de la reivindicación 66, en donde el desecho de capacitores comprende compuestos seleccionados del grupo que consiste en Fe_2O_3 , NiO, MnO, CuO, SiO_2 , Ta_2O_5 y sus combinaciones.

68. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-67, en donde el método recupera selectivamente el al menos un metal de los dos metales más de un material con una selectividad de al menos 70 % en peso de pureza del al menos un metal.

69. El método de la reivindicación 68, en donde la selectividad es de al menos 90 % en peso.

70. El método de la reivindicación 68, en donde la selectividad es de al menos 95 % en peso.

71. El método de la reivindicación 68, en donde la selectividad es de al menos 97 % en peso.

72. El método de la reivindicación 68, en donde la selectividad es de al menos 99 % en peso.

73. El método de la reivindicación 68, en donde la selectividad es de al menos 99,999 % en peso.

74. Un sistema para recuperar selectivamente al menos un metal de dos o más metales, en donde el sistema comprende:

- (a) una fuente de la mezcla que comprende un material y un oxidante, en donde el material comprende dos o más metales;
- (b) una celda conectada operativamente a la fuente de manera que la mezcla pueda fluir hacia la celda y mantenerse bajo compresión;
- (c) electrodos conectados operativamente a la celda de presión; y
- (d) un suministro de energía instantáneo para aplicar una tensión a través de la mezcla para realizar un proceso de calentamiento por efecto de Joule instantáneo a la mezcla, en donde el sistema se configura y opera para realizar cualquiera de las reivindicaciones 1-73 para separar y recuperar selectivamente al menos uno o más primeros metales de los dos o más metales del material de al menos uno o más segundos metales de los dos o más metales del material.

75. El sistema de acuerdo con la reivindicación 74, en donde la fuente de la mezcla

comprende el material, el oxidante y un reductor.

76. El sistema de acuerdo con la reivindicación 74, en donde el sistema comprende una segunda fuente que comprende un reductor.