

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 814 339**

51 Int. Cl.:

C25D 3/06 (2006.01)

C25D 21/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.02.2013 PCT/US2013/024719**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.08.2013 WO13122774**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2013 E 13749579 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 2815002**

54 Título: **Control de color de depósitos de cromo trivalente**

30 Prioridad:

16.02.2012 US 201213398111

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

26.03.2021

73 Titular/es:

**MACDERMID ACUMEN, INC. (100.0%)
245 Freight Street
Waterbury, CT 06702, US**

72 Inventor/es:

**HINGLEY, STACEY;
TOOTH, RICHARD y
CLARKE, TERENCE**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 814 339 T3

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

Control de color de depósitos de cromo trivalente

5 **Campo de la invención**

La presente composición se refiere generalmente a un método para ajustar y controlar el color de depósitos de cromo trivalente.

10 **Antecedentes de la invención**

El cromado es el recubrimiento de elección en muchas aplicaciones de acabado metálico y la demanda de un acabado brillante y lustroso de cromo sigue creciendo. El cromo ha soportado los desafíos competitivos de otros acabados debido a su estética sin parangón, así como a sus superiores capacidades técnicas, que incluyen el comportamiento frente a la corrosión y capacidad multisustrato. El cromo se utiliza ampliamente en la industria del acabado metálico para el cromado tanto decorativo como duro.

Tradicionalmente, el cromo se galvaniza a partir de electrolitos que contienen cromo hexavalente, pero se han realizado muchos intentos en los últimos cincuenta años para desarrollar un proceso comercialmente aceptable para galvanizado del cromo usando electrolitos que contengan solamente iones de cromo trivalente. El incentivo de usar electrolitos que contienen sales de cromo trivalente se debe a que el cromo hexavalente presenta importantes problemas para la salud y el medio ambiente. El vertido de una solución que contiene cromo hexavalente produce importantes problemas ambientales, y los baños de cromo hexavalente necesitan un tratamiento especial antes de su eliminación para cumplir la normativa. Por lo tanto, los iones de cromo hexavalente y las soluciones a partir de las que se galvaniza el cromo hexavalente tienen limitaciones técnicas, entre las que se incluyen el coste cada vez mayor de eliminar los baños de galvanoplastia y del agua para aclarar.

Las soluciones de cromado trivalente se han convertido en una alternativa cada vez más popular en la industria del acabado metálico a las soluciones de cromado hexavalentes por diversas razones, entre las que se incluyen un mayor poder de penetración, así como una menor toxicidad. La concentración total de cromo metálico utilizada en una solución de cromo trivalente es también significativamente menor que la de una solución de cromado hexavalente, y esta reducción en la cantidad de metal, además de una menor viscosidad de la solución, conduce a menos arrastre y depuración de aguas residuales. Los baños de cromo trivalente, como resultado de su excelente poder de penetración, también producen de forma típica menos rechazo y permiten mayores densidades de bastidores en comparación con los baños de cromo hexavalente.

La velocidad del cromado trivalente y la dureza del depósito son también similares a los del cromo hexavalente, y los electrolitos de cromo trivalente también funcionan en el mismo intervalo de temperatura que los electrolitos de cromo hexavalente. Sin embargo, los electrolitos de cromo trivalente tienden a ser más sensibles a las impurezas metálicas que los electrolitos de cromo hexavalente. Las impurezas se pueden eliminar mediante intercambio iónico o con agentes de precipitación, seguido de filtración.

Las dos químicas principales para los baños de electrolitos de cromo trivalente se basan en el cloruro y el sulfato. En algunos casos, los sistemas basados en sulfato son más ventajosos que los sistemas basados en cloruro por diversas razones. Por ejemplo, el depósito procedente de un sistema basado en sulfato tiene mayor pureza, lo que lleva a una mejor protección contra la corrosión y a un color cercano al del cromo hexavalente. La química de los sistemas basados en sulfato es también menos corrosiva, lo que evita el deterioro del entorno de la galvanoplastia y de las zonas componentes.

Históricamente, el color de depósitos de cromo trivalente ha sido más oscuro que el de los de depósitos de cromo hexavalente. Aunque este problema se ha reducido en gran medida, sigue habiendo pequeñas diferencias de color entre los dos acabados. Los depósitos de cromo trivalente se producen esencialmente de dos maneras: la primera forma es la que simula, tan estrechamente como sea posible, el color del cromo hexavalente; y la segunda forma es aquella específicamente diseñada para obtener un color diferente para producir un efecto de acabado cosmético deseado.

Además, los recubrimientos de cromo trivalente oscuros cada vez son más populares en la industria. El aspecto de un acabado oscuro y brillante que pueda soportar los criterios de ensayo del cromo hexavalente es deseable en muchas aplicaciones, y se han desarrollado soluciones de cromo trivalente oscuro que satisfacen tanto el aspecto como los requisitos técnicos. Para estas soluciones, es deseable presentar una excelente cobertura y poder de penetración, un color consistente en una amplia gama de densidades de corriente y la ventaja de una operación con baja concentración de metales, en comparación con el cromo hexavalente.

Los aditivos de color pueden ser difíciles de analizar y controlar y, por tanto, la consistencia del color puede ser difícil de conseguir. Es deseable proporcionar un medio para analizar y controlar el color de depósitos de cromo trivalente para mantener la consistencia de color de los depósitos.

El documento WO 2012/060918 (que está comprendido en el Artículo 54(3) EPC) describe un electrolito ácido acuoso de cromo trivalente que comprende iones de cromo trivalente y un agente complejante para mantener los iones de cromo trivalente en solución, en el que el electrolito acuoso comprende aditivos que pueden producir un revestimiento sobre un sustrato que tienen un matiz oscuro. El documento US 2008/0274373 describe una pieza de motor que incluye: un sustrato metálico; y una capa de cromado que recubre al menos una parte de una superficie del sustrato metálico, formándose la capa de cromado a partir de una solución de cromado trivalente. El documento US 2011/0155286 describe una composición para un tratamiento de conversión química capaz de formar una película de conversión química que tiene al mismo tiempo un aspecto negro, de forma que el valor L de la película es 28 incluso cuando la película se ha formado a partir de una composición que se ha envejecido, y resistencia a la corrosión.

Sumario

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para analizar el color de un depósito de cromo trivalente.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método para controlar el color de un depósito de cromo trivalente.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método para controlar la adición de varios aditivos potenciadores del color al baño de cromado trivalente.

Otro objeto más de la presente invención es proporcionar un depósito de cromo trivalente que tenga un color consistente.

La presente invención proporciona un método según la reivindicación 1 para controlar el color de un depósito de cromo trivalente. Las características preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

En un aspecto, la presente descripción se refiere generalmente a un método para controlar el color de un depósito de cromo trivalente, comprendiendo el método las etapas de:

- (a) medir el color de un patrón de depósito de cromo trivalente;
- (b) añadir uno o más aditivos potenciadores del color a un electrolito de cromo trivalente;
- (c) poner en contacto un sustrato con el electrolito de cromo trivalente que contiene el uno o más aditivos potenciadores del color para depositar un depósito de cromo trivalente de color mejorado sobre el sustrato;
- (d) medir el color del depósito de cromo trivalente de color mejorado;
- (e) comparar el color del depósito de cromo trivalente de color mejorado con el del patrón; y
- (f) si es necesario, ajustar la cantidad del uno o más aditivos potenciadores en el color del electrolito de cromo trivalente si el color del depósito de cromo trivalente de color mejorado está fuera de una variación óptica deseada respecto del patrón.

En otro aspecto, la presente descripción se refiere generalmente a un método para controlar el color de un depósito de cromo trivalente, comprendiendo el método las etapas de:

- (a) medir el color de un patrón de depósito de cromo trivalente usando un espectrofotómetro para determinar un primer valor CIELAB L*;
- (b) añadir uno o más aditivos potenciadores del color a un electrolito de cromo trivalente;
- (c) poner en contacto un sustrato con el electrolito de cromo trivalente que contiene el uno o más aditivos potenciadores del color para depositar un depósito de cromo trivalente de color mejorado sobre el sustrato;
- (d) medir el color del depósito de cromo trivalente de color mejorado usando el espectrofotómetro para determinar un valor CIELAB L* para el depósito de cromo trivalente de color mejorado;
- (e) comparar el valor CIELAB L* del depósito de cromo trivalente de color mejorado con el primer valor CIELAB L* para el patrón; y
- (f) si es necesario, ajustar la cantidad del uno o más aditivos potenciadores del color del electrolito de cromo trivalente si el valor CIELAB L* del depósito de cromo trivalente de color mejorado está fuera de una variación óptica deseada respecto del primer valor CIELAB L* para el patrón.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 representa un gráfico de valores L* de un depósito de cromo trivalente con adiciones de un primer aditivo potenciador del color (Parte A) a un baño de electrolito de cromo trivalente.

La Figura 2 representa un gráfico de valores L* de un depósito de cromo trivalente con adiciones de un segundo aditivo potenciador del color (Parte B) a un baño de electrolito de cromo trivalente, que representa los valores L*.

Descripción detallada

Los inventores de la presente invención han determinado que es posible predecir la cantidad de los diversos aditivos necesarios para ajustar y controlar el color de un depósito de cromo trivalente. La presente composición se refiere generalmente a un proceso para gestionar el color producido por un baño de cromo trivalente usando un espectrofotómetro y medir el color bien de un panel de celdas Hull patrón o partes del proceso y después ajustar con precisión la química de los componentes que afectan a la gama de colores.

En un aspecto, la presente descripción se refiere generalmente a un método para controlar el color de un depósito de cromo trivalente, comprendiendo el método las etapas de:

- 5 (a) medir el color de un patrón de depósito de cromo trivalente;
- (b) añadir uno o más aditivos potenciadores del color a un electrolito de cromo trivalente;
- (c) poner en contacto el sustrato con el electrolito de cromo trivalente que contiene el uno o más aditivos potenciadores del color para depositar un depósito de cromo trivalente de color mejorado sobre el sustrato;
- (d) medir el color del depósito de cromo trivalente de color mejorado;
- 10 (e) comparar el color del depósito de cromo trivalente de color mejorado con el del patrón; y
- (f) si es necesario, ajustar la cantidad del uno o más aditivos potenciadores del color del electrolito de cromo trivalente si el color del depósito de cromo trivalente de color mejorado está fuera de una variación óptica deseada respecto de la del patrón.

15 Como se ha descrito anteriormente, las dos químicas principales para los baños de electrolitos de cromo trivalente se basan en el cloruro y el sulfato.

Un baño de electrolito de cromo trivalente de tipo cloruro típico comprende:

Cromo trivalente	15-30 g/l
Ácido bórico (tampón)	40-80 g/l
Cloruro de sodio, potasio o amonio	100-300 g/l
Fe (ii)/Fe (iii)	30-300 mg/l
Agente humectante	0,05-1,0 g/l
Agente complejante	20-50 g/l

20 Un baño de electrolito de cromo trivalente de tipo sulfato típico comprende:

Cromo trivalente	5-20 g/l
Ácido bórico (tampón)	50-100 g/l
Sulfato de sodio, potasio o amonio	100-300 g/l
Sacarina	1-5 g/l
Catalizador (orgánico)	1-5 mg/l
Agente humectante	0,05-1,0 g/l
Agente complejante	5-30 g/l

25 Los agentes humectantes se utilizan ampliamente para reducir la tensión superficial de la solución, lo que tiene el efecto de minimizar la formación de poros en el depósito. Los ejemplos de agentes humectantes adecuados incluyen laurilsulfato de sodio y etil hexil sulfato de sodio para los baños de electrolito de cromo de tipo sulfato. Para los baños de electrolito de tipo cloruro, el agente humectante puede ser un tensioactivo no iónico que no contiene azufre tal como éteres de polietilenglicol de alquilfenoles, a manera de ejemplo y no como limitación.

30 También se puede añadir un tampón para mantener el pH de la solución de electrolito en el nivel deseado. Los tampones adecuados incluyen ácido fórmico, ácido acético y ácido bórico. En una realización, el tampón es ácido bórico.

En un proceso típico, la superficie a chapar se sumerge en el baño de electrolito acuoso que contiene el electrolito de cromo trivalente y se hace pasar una corriente a través del baño para electrodepositar cromo sobre la superficie.

35 Para todas las soluciones, la forma física del depósito se puede modificar o regular mediante la adición de agentes de nivelación, lo que puede ayudar en la formación de depósitos uniformes, o agentes abrillantadores, que fomentan el depósito de recubrimientos brillantes. Se pueden requerir otras adiciones de sustancias químicas para ayudar a disolver los ánodos, y a modificar otras propiedades, bien en la solución o del depósito, dependiendo del caso específico. Además, las soluciones pueden también incluir agentes complejantes o sales de conductividad.

40 Además, los baños de electrolito de cromo también comprenden uno o más aditivos para controlar el color del depósito de cromo, incluida la sílice coloidal. Estos uno o más aditivos pueden incluir además azufre y ácido fosforoso, siendo la sílice y el azufre los elementos primarios para el control del color. En algunas químicas de baño, el ácido fosforoso también se puede utilizar para transmitir un comportamiento de corrosión adicional, y también oscurece el depósito de forma no intencionada. Los inventores han descubierto que el color del depósito se ve muy poco alterado por otros aditivos del baño o las condiciones operativas. La contaminación por cobre y níquel puede alterar el color, pero esto tiende a ser específico de la densidad de corriente y produce otros efectos perjudiciales sobre el rendimiento, ique

incluye el deterioro de la resistencia a la corrosión del depósito. Así, puede ser deseable utilizar el intercambio iónico para gestionar los niveles de contaminación y minimizar cualquier impacto sobre el color y/o el rendimiento.

En otro aspecto, la presente descripción se refiere generalmente a un método para controlar el color de un depósito de cromo trivalente, comprendiendo el método las etapas de:

- (a) medir el color de un patrón de depósito de cromo trivalente usando un
- (b) añadir uno o más aditivos potenciadores del color a un electrolito de cromo trivalente;
- (c) poner en contacto un sustrato con el electrolito de cromo trivalente que contiene el uno o más aditivos potenciadores del color para depositar un depósito de cromo trivalente de color mejorado sobre el sustrato;
- (d) medir el color del depósito de cromo trivalente de color mejorado usando el espectrofotómetro para determinar un segundo valor CIELAB L^* del depósito de cromo trivalente de color mejorado;
- (e) comparar el primer valor CIELAB L^* con el segundo valor CIELAB L^* ; y
- (f) si es necesario, ajustar la cantidad del uno o más aditivos potenciadores del color en el electrolito de cromo trivalente si el segundo valor CIELAB L^* del depósito de cromo trivalente de color mejorado está fuera de una variación óptica deseada respecto del primer valor CIELAB L^* .

CIE $L^*a^*b^*$ (CIELAB) es un espacio de color especificado por la Comisión Internacional sobre la Iluminación y fue creado para servir como modelo de dispositivo independiente a utilizar como referencia. El espacio de color CIE $L^*a^*b^*$ incluye todos los colores perceptibles, y uno de los atributos más importantes del espacio de color CIE $L^*a^*b^*$ es la independencia del dispositivo, lo que significa que los colores son independientes de su naturaleza de creación.

Las tres coordenadas de CIELAB representan la claridad del color ($L^*=0$ produce negro y $L^*=100$ indica blanco difuso (el blanco especular debería ser más alto)), su posición entre rojo/magenta y verde (a^* , los valores negativos indican verde, mientras que los valores positivos indican magenta) y su posición entre el amarillo y el azul (b^* , los valores negativos indican azul y los valores positivos indican amarillo).

Las relaciones no lineales para L^* , a^* y b^* pretenden imitar la respuesta no lineal del ojo. Además, los cambios uniformes de los componentes en el espacio de color CIE $L^*a^*b^*$ están destinados a corresponderse con cambios uniformes en el color percibido, de forma que las diferencias perceptibles relativas entre dos colores cualesquiera en $L^*a^*b^*$ se pueden aproximar tratando cada color como un punto en un espacio tridimensional (con los tres componentes $L^*a^*b^*$) y tomando la distancia euclídea entre ellos. Los ejes a^* y b^* están generalmente comprendidos de -60 a $+60$.

También hay valores delta asociados con la escala de color CIELAB. ΔL^* , Δa^* y Δb^* indican cuánto se diferencian entre sí un patrón y una muestra en L^* , a^* y b^* . Estos valores delta se utilizan frecuentemente para el control de calidad o para ajustar las fórmulas. También se pueden establecer tolerancias para los valores delta. Los valores delta que están fuera de tolerancias indican que hay demasiada diferencia entre el patrón y la muestra. La diferencia de color total, ΔE^* , también se puede calcular. El ΔE^* es un valor único que tiene en cuenta las diferencias entre los valores L^* , a^* y b^* de la muestra y el patrón. No indica qué parámetro o parámetros están fuera de tolerancias, si ΔE^* está fuera de tolerancia.

Como se describe en la presente descripción, algunas realizaciones de la presente invención se dirigen a depósitos de cromo “de color oscuro”. Como se usa en la presente descripción, “oscuro” o “de color oscuro” se refiere a materiales que son negros, así como a materiales que tienen un color cercano al tono negro que incluyen, por ejemplo, gris oscuro, azul oscuro, verde oscuro, marrón oscuro y similares. En ciertas realizaciones, los depósitos de cromo de color oscuro pueden producir un recubrimiento que tiene un valor CIELAB L^* de entre 60 y 80 dependiendo de la composición particular del electrolito de cromo y el tono deseado del depósito.

Según la presente descripción, un usuario compondría en primer lugar un electrolito de chapado de cromado trivalente basándose en una química de baño de cloruro o de sulfato. El usuario obtiene al principio una lectura inicial de un depósito de cromo trivalente con un color deseado mediante un espectrofotómetro para determinar un valor CIELAB L^* inicial. A continuación, el usuario añade el uno o más aditivos potenciadores del color al electrolito de cromo trivalente y después obtiene una segunda lectura basándose en un depósito de cromo trivalente chapado a partir del electrolito después de la adición de los aditivos potenciadores del color al electrolito de cromo trivalente. A continuación se realizan ajustes para hacer coincidir el intervalo operativo del patrón CIELAB basándose en la química del baño en particular. Por lo tanto, las lecturas del color se pueden mantener dentro de cierto intervalo. Por ejemplo, las lecturas de color se pueden mantener entre $\pm 2 \Delta E^*$ unidades, lo que se considera una variación óptica razonable que es improbable que se pueda observar de forma general.

En un aspecto de la descripción, el uno o más aditivos para controlar el color del depósito de cromo comprenden iones de tiocianato y/o sílice nanocoloidal. También serían de utilidad otros aditivos que contienen azufre o sílice, o bien combinaciones de aditivos.

Generalmente, las lecturas de CIELAB L^* se toman para cada lote procesado de un electrolito de cromo trivalente en particular según el procedimiento descrito anteriormente hasta que se establezca el intervalo de trabajo y las limitaciones para cada planta. A continuación se realizan ajustes, usando la adición de los aditivos potenciadores del color cuando las lecturas muestran una variación cercana a $\pm 2 \Delta E^*$ unidades (u otra variación especificada) respecto al patrón del proceso. Por lo tanto, puede verse que se pueden obtener los valores CIELAB L^* del depósito

de cromo trivalente para el baño de electrolito de cromo trivalente en particular y el valor se puede ajustar mediante la adición de una cantidad específicamente determinada del uno o varios aditivos potenciadores del color para mantener el valor CIELAB L* del depósito de cromo trivalente dentro de un determinado intervalo para controlar con precisión y mantener la consistencia del depósito de cromo trivalente chapado a partir del electrolito.

La Tabla 1 proporciona valores CIELAB L* del depósito de cromo trivalente para varios procesos electrolíticos con cromo trivalente, así como los valores de CIELAB L* para un depósito de cromo hexavalente.

Tabla 1. Valores CIELAB y ΔE^* típicos para varios electrolitos de cromo trivalente

Proceso	Química	CIELAB L*	+/-2 ΔE^* Típico
TriMacIII™	Sulfato	80	-0,4, 0,5
Envirochrome	Sulfato	78	0,2, 2,0
TriMac®	Sulfato	75	0,6, 4,3
Twilite®	Sulfato	64	0,3, 3,4
Moonlite®	Cloruro	58	0,5, 3,9
MACrome™ CL3	Cloruro	75	0,2, 2,2
Galaxy	Cloruro	65	0,2, 3,8
Onyx	Níquel negro + pintura	62	0,5, 5,4
Cromo hexavalente	Sulfato	85	-0,9, -1,2

(TriMacIII™, TriMac®, Twilite®, Moonlite® y MACrome™ CL3 están todos disponibles de MacDermid, Inc., Waterbury, CT).

Ejemplo 1:

Se midieron lecturas de color CIELAB L* de paneles de celdas Hull patrón y las lecturas de color CIELAB L* se relacionaron con concentraciones variables de dos aditivos potenciadores del color diferentes (Parte A y Parte B). A partir de esta información, fue posible predecir la cantidad de aditivo necesaria para ajustar y controlar el color del depósito.

Se preparó una composición según el proceso Moonlite®, con la química del baño basada en cloruro. Durante el proceso, los valores CIELAB L* de paneles de celdas Hull patrón se midieron y se relacionaron con concentraciones variables de un primer aditivo potenciador del color (que contiene una solución de iones de tiocianato, Parte A (no según las presentes reivindicaciones)) y un segundo aditivo potenciador del color (que contiene sílice coloidal, Parte B). A partir de esta información, fue posible predecir la cantidad de aditivo necesaria para ajustar y controlar el color del depósito.

Los valores L* de las Partes A y B se proporcionan más adelante en las Tablas 2 y 3. Además, la Figura 1 es un gráfico que demuestra cómo el aditivo de la Parte A alteró el color del depósito. La Figura 2 es un gráfico que demuestra cómo el aditivo de la Parte B alteró el color de deposición.

Por lo tanto, se puede observar que es posible determinar los valores L* para las adiciones de diversos aditivos potenciadores del color y usar estos valores para determinar la cantidad del uno o varios aditivos potenciadores del color que se deben añadir al baño de electrolito de cromo trivalente para mantener un color consistente del baño de chapado y por lo tanto, del depósito de cromo chapado.

Tabla 2. Lecturas de la Parte A:

Concentración de la Parte A (ml/l)	L*
0	58,9
2	55,6
4	53,7
6	53,0
8	52,7
10	52,5

Tabla 3. Lecturas de la Parte B:

Concentración de la Parte B (ml/l)	L*
0	63,9
2	56,3
4	52,7
6	51,8
8	50,7
10	52,9

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar el color de un depósito de cromo trivalente, comprendiendo el método las etapas de:
 - 5 (a) medir el color de un patrón de depósito de cromo trivalente;
 - (b) añadir uno o más aditivos potenciadores del color a un electrolito de cromo trivalente;
 - (c) poner en contacto un sustrato con el electrolito de cromo trivalente que contiene el uno o más aditivos potenciadores del color para depositar un depósito de cromo trivalente de color mejorado sobre el sustrato;
 - (d) medir el color del depósito de cromo trivalente de color mejorado;
 - 10 (e) comparar el color del depósito de cromo trivalente de color mejorado con el del patrón del depósito de cromo trivalente; y
 - (f) ajustar la cantidad del uno o más aditivos potenciadores del color del electrolito de cromo trivalente si el color del depósito de cromo trivalente de color mejorado está fuera de una variación óptica deseada respecto de la del patrón depósito de cromo trivalente;
 - 15 en donde el aditivo potenciador del color comprende sílice coloidal.
2. El método según la reivindicación 1, en donde el electrolito de cromo trivalente está basado en una química de baño de un cloruro o de un sulfato.
- 20 3. El método según la reivindicación 1, en donde la etapa de poner en contacto el sustrato con el electrolito de cromo trivalente que contiene el uno o más aditivos potenciadores del color comprende sumergir el sustrato en la solución de electrolito de cromo de color mejorado y hacer pasar una corriente a través de la solución de electrolito de color mejorado para electrodepositar cromo sobre el sustrato.
- 25 4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde:
el color del patrón del depósito de cromo trivalente se mide en la etapa (a) usando un espectrofotómetro para determinar un primer valor CIELAB L*;
el color del depósito de cromo trivalente de color mejorado se mide en la etapa (d) usando el espectrofotómetro para determinar un segundo valor CIELAB L* del depósito de cromo trivalente de color mejorado;
30 en la etapa (e), el primer valor CIELAB L* se compara con el segundo valor CIELAB L*; y
en la etapa (f), la cantidad del uno o más aditivos potenciadores del color en el electrolito de cromo trivalente se ajusta si el segundo valor CIELAB L* del depósito de cromo trivalente de color mejorado está fuera de una variación óptica deseada respecto del primer valor del patrón CIELAB L* para el patrón.
- 35 5. El método según la reivindicación 4, en donde la variación óptica del intervalo de funcionamiento del CIELAB L* se mantiene dentro de +/- 2 ΔE* unidades.
6. El método según la reivindicación 4, en donde se realizan ajustes en el electrolito de cromo trivalente usando los aditivos potenciadores del color cuando un valor CIELAB L* del depósito de cromo trivalente de color mejorado tiene una variación óptica que es más de +/- 2 ΔE* unidades respecto del patrón.
- 40

FIG. 1

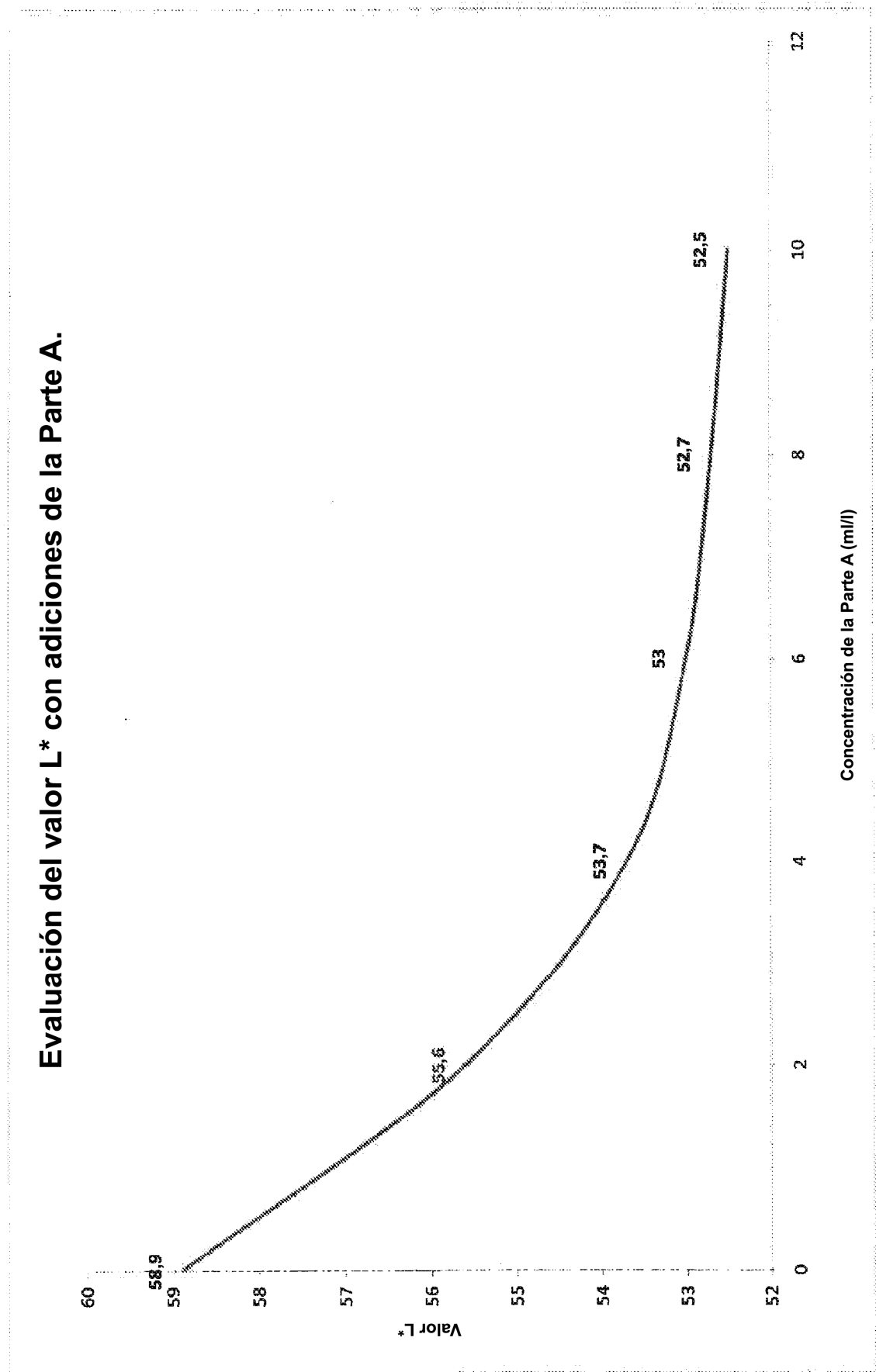


FIG. 2

Evaluación del valor L^* con la Parte B

