



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI 0612265-5 A2**

(22) Data de Depósito: 09/06/2006
(43) Data da Publicação: 24/04/2012
(RPI 2155)



(51) *Int.Cl.:*
C25C 7/00
C25C 3/08
C25C 3/12

(54) **Título:** MÉTODO DE PRODUÇÃO DE ALUMÍNIO EM UMA CÉLULA DE HALL-HÉROULT COM ANODOS PRÉ-COZIDOS, E, ANODO PRÉ-COZIDO

(30) **Prioridade Unionista:** 22/06/2005 NO 20053072

(73) **Titular(es):** NORSK HYDRO ASA

(72) **Inventor(es):** ARILD STORESUND

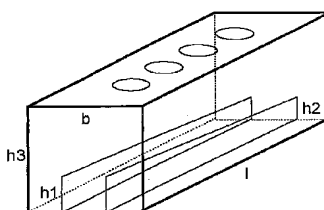
(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & CIA.

(86) **Pedido Internacional:** PCT NO2006000221 de 09/06/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2006/137739de 28/12/2006

(57) **Resumo:** MÉTODO DE PRODUÇÃO DE ALUMÍNIO EM UMA CÉLULA DE HALL-HÉROULT COM ANODOS PRÉ-COZIDOS, E, ANODO PRÉ-COZIDO. A invenção refere-se a um método de produção de alumínio em uma célula de Hall-Héroult com anodos pré-cozidos, bem como anodos para o mesmo. Os anodos são fornecidos com fendas em sua superfície de desgaste (ftmdo) para a drenagem de gás. As fendas têm largura de 2-8 mm, preferivelmente de 3 mm.

h1 = 350 mm
h2 = 320 mm
largura da fenda = 3-8 mm
l = 1510 mm
h3 = 600 mm
b = 700 mm



“MÉTODO DE PRODUÇÃO DE ALUMÍNIO EM UMA CÉLULA DE HALL-HÉROULT COM ANODOS PRÉ-COZIDOS, E, ANODO PRÉ-COZIDO”

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

5 A presente invenção refere-se a um método otimizado para realizar um processo de eletrólise para produzir alumínio de acordo com o processo de Hall-Héroult com anodos pré-cozidos, e anodos.

Em um processo como descrito acima, será passado um gás na superfície de desgaste (primária - o lado de baixo ou o lado de fundo) de anodos devido à redução de alumina. Em particular, gás de dióxido de carbono vai se acumular nesta superfície, causando variações e instabilidades no contato elétrico do anodo com o eletrólito. Este fenômeno físico tem várias desvantagens, tais como:

15 - reação de volta aumentada e perda de eficiência de corrente devida ao contato próximo entre a camada de alumínio produzido e as bolhas de gás de CO₂.

- possibilidade e duração aumentadas de efeitos do anodo
- produção de calor na camada de gás resulta em uma distância interpolar reduzida e densidade de corrente reduzida na célula. Um aumento na densidade de corrente vai aumentar a produção nas células.

20 A queda de IR (queda de resistência interpolar) extra devido às bolhas de gás no eletrólito foi medida em 0,15-0,35 V em células de redução de alumina (1992, The 11th International Course on Process Metallurgy of Aluminium, páginas 6-11).

25 Há várias propostas para minimizar o problema mencionado acima, tal como introduzir anodos com um fundo inclinado, formando fendas ou trilhas na superfície de desgaste dos anodos para drenar gás desta área.

As fendas em anodos pré-cozidos são normalmente produzidas em um compactador vibrador quando a massa do anodo estiver em um estado

verde, ou em um processo de moagem a seco que é realizado nos anodos calcinados. O processo de moagem a seco é normalmente realizado pelo uso de um serrote circular. De acordo com métodos de produção comumente disponíveis de hoje, as fendas podem ser produzidas com uma largura que tem aproximadamente 13-15 cm.

Há algumas desvantagens em haver fendas na superfície do anodo, e serão mencionadas aqui:

- tempo de vida reduzido do anodo na célula porque a massa do anodo é removida;

- área de superfície de trabalho do anodo reduzida;
- material de carbono extra tem que ser transportado de volta para fábrica de massa de carbono (moagem a seco);

- energia extra na operação de moagem (moagem a seco).

Todas estas desvantagens podem ser reduzidas pela fabricação de fendas mais estreitas. Assim, as fendas não devem ser mais largas do que o necessário para efetivamente drenar os gases do anodo da superfície de trabalho.

Um estudo realizado e relatado em "R. Shekar, J.W.Evans, Physical modelling studies of electrolyte flow due to gas evolution and some aspects of bubbles behaviour in advanced Hall cells, Part III. Predicting the performance of advanced Hall cells, Met. and Mat. Trans., Vol. 27B, Feb. 1996, pp 19-27", indica que as trilhas com uma largura menor que 1 cm não drenaram o gás propriamente.

Apesar do ensinamento acima, o requerente agora tem estudos iniciais realizados em uma célula de eletrólise aplicando anodos com fendas muito finas, que tem provado dar uma drenagem de gás suficiente.

Os anodos envolvidos nos estudos foram calcinados e processados pela implementação de uma técnica de processamento conhecida de processamento/corte de outros tipos de materiais.

Pela fabricação das fendas no anodo calcinado mais fino do que aquele da técnica anterior, as desvantagens mencionadas acima vão ser menores.

5 Como as fendas finas pegam somente uma pequena fração da massa do anodo, potencialmente um alto número de fendas pode ser usado.

A queda na voltagem do banho quando se usam fendas permite um aumento na amperagem na célula de redução de alumina, aumentado a produção de alumínio e diminuindo o consumo de energia específico. Esta vantagem é melhorada quando se usam fendas estreitas, por causa do fato
10 mencionado acima de que somente uma pequena fração da massa do anodo é removida mesmo quando se usam várias fendas estreitas.

Estas e outras vantagens podem ser conseguidas com a presente invenção como definido no conjunto de reivindicações em anexo.

No seguinte, a presente invenção deve ser descrita também
15 com referência aos exemplos e figuras onde:

A Figura 1 descreve um esboço de um anodo de acordo com a presente invenção;

A Figura 2 descreve uma queda de voltagem de banho em célula de redução de alumina versus o número de fendas;

20 A Figura 3 descreve uma foto de um anodo de acordo com a presente invenção;

A Figura 4 descreve dados de processo extraídos de um estudo de escala cheia, aplicando anodos de acordo com a presente invenção.

25 Como descrito na Figura 1, é mostrado um anodo tendo fendas processadas nele e onde a largura das ditas fendas estão entre 3 e 8 milímetros. Além disso, são indicadas duas fendas tendo um fundo em forma de cantilever, onde sua profundidade em uma extremidade do anodo h_2 é 320 mm e a profundidade na outra extremidade h_1 é 350 mm. As dimensões totais do anodo neste exemplo é comprimento (l) = 1510 mm, altura (h_3) = 600 mm

e largura (b) = 700 mm. Assim, as fendas, nesta forma de realização, se estendem através de mais que 50% da altura do anodo. O fundo em forma de cantilever pode ser inclinado entre 0° e 10°.

Na Figura 2 é indicado como a voltagem do banho pode diminuir quando um número crescente de fendas for introduzido no anodo. Os números reais variam com a largura e o comprimento do anodo, com a densidade de corrente, e com o projeto da fenda. A voltagem é indicada no eixo vertical, e o número de fendas no eixo horizontal.

Nos estudos em escala completa foi observado que a profundidade das fendas vai aumentar levemente devido à erosão no processo de eletrólise. Este efeito é causado pelo fato de que o gás drenado nas fendas do fundo do anodo vai consumir material de carbono no fundo da fenda devido à reação de Bourdoard ($\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$). Um consumo de 2-3 cm de material de carbono no fundo das fendas tem sido observado em um anodo que tinha sido utilizado na célula por 17 dias, i.e., 60% de anodo gasto. Este efeito de extensão de fenda auto-impulsionado deve ser levado em conta quando se determina a profundidade de processamento das fendas.

Pelos novos métodos de processamento das fendas, haverá poeira de grãos finos que pode ser facilmente ser retornada de volta para a fábrica de massa. De fato, a poeira produzida vai substituir um certo tipo de poeira seca que é necessário na fábrica de massa de alguma forma. Assim, ao invés de ter um problema com material excessivo a ser reciclado, há agora a produção de material útil devido ao novo método de processamento.

A Figura 3 descreve uma foto de um anodo de acordo com a presente invenção, mostrando a superfície de desgaste (o lado do fundo) do anodo. O anodo foi removido da célula após um período de produção. As duas linhas longitudinais descritas na foto são as fendas.

A Fig. 4 descreve dados de ruído da célula, extraídos de um estudo de escala completa, aplicando anodos de acordo com a presente

invenção. Como mostrado na Figura, é possível se realizar o processo de eletrólise em uma maneira mais estável do que aquela de anodos não-processados.

5 A queda neste ruído de voltagem na célula é pelo menos igual àquela obtida anteriormente em células tendo fendas tradicionais de largura 12-15 mm, indicando que a largura da fenda de 3 mm é suficiente para remover o gás de dióxido de carbono da superfície de trabalho do anodo.

10 Uma outra comparação entre os anodos com fendas com largura de 3 mm e anodos com fendas com largura de 15 mm mostra que mesmo com o mesmo número de fendas, a vantagem é considerável: Para um anodo de 100 cm de largura e fornecido com duas fendas de largura de 15 mm, a superfície de trabalho do anodo foi reduzida em 3%. Em um anodo de acordo com a presente invenção, duas fendas de largura de 3 mm reduz a superfície de trabalho em somente 0,6%.

15 Assume-se que a presente invenção vai trabalhar com fendas ainda mais estreitas, por exemplo, 2 mm, mas não tem sido praticamente possível se verificar estas ainda.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de produção de alumínio em uma célula de Hall-Héroult com anodos pré-cozidos, onde os anodos têm uma ou mais fendas em suas superfícies de desgaste (fundo) para drenagem de gás, caracterizado pelo fato de que a drenagem de gás é realizada por uma ou mais fendas tendo 2-8 mm de largura.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a drenagem de gás é realizada por duas ou mais fendas em cada anodo.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as fendas têm um fundo em forma de cantilever com inclinação entre 0° e 10°.

4. Anodo pré-cozido para uma célula de Hall-Héroult para a produção de alumínio, o anodo tem uma ou mais fendas dispostas em sua parte de fundo (superfície de desgaste) para drenagem de gás, caracterizado pelo fato de que as ditas uma ou mais fendas têm largura de 2-8 mm.

5. Anodo pré-cozido de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que as ditas uma ou mais fendas têm largura de 3 mm.

6. Anodo pré-cozido de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o anodo tem duas ou mais fendas.

7. Anodo pré-cozido de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que as ditas uma ou mais fendas penetram no anodo até uma extensão que representa mais que 50% da altura do anodo.

8. Anodo pré-cozido de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que as ditas uma ou mais fendas têm forma de cantilever em um ângulo entre 0 e 10°.

h1 = 350 mm
h2 = 320 mm
largura da fenda = 3 - 8 mm
l = 1510 mm
h3 = 600 mm
b = 700 mm

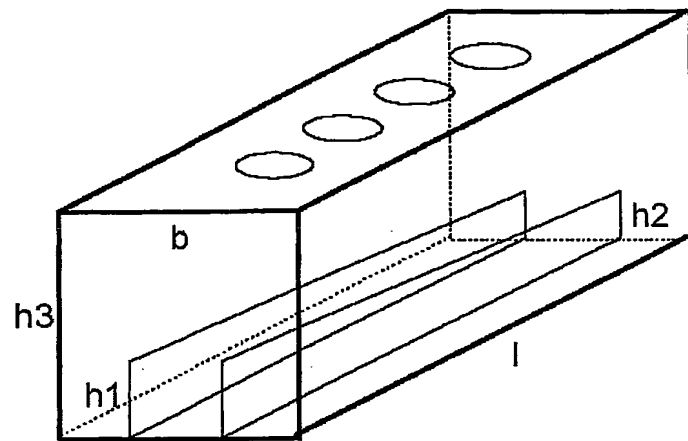
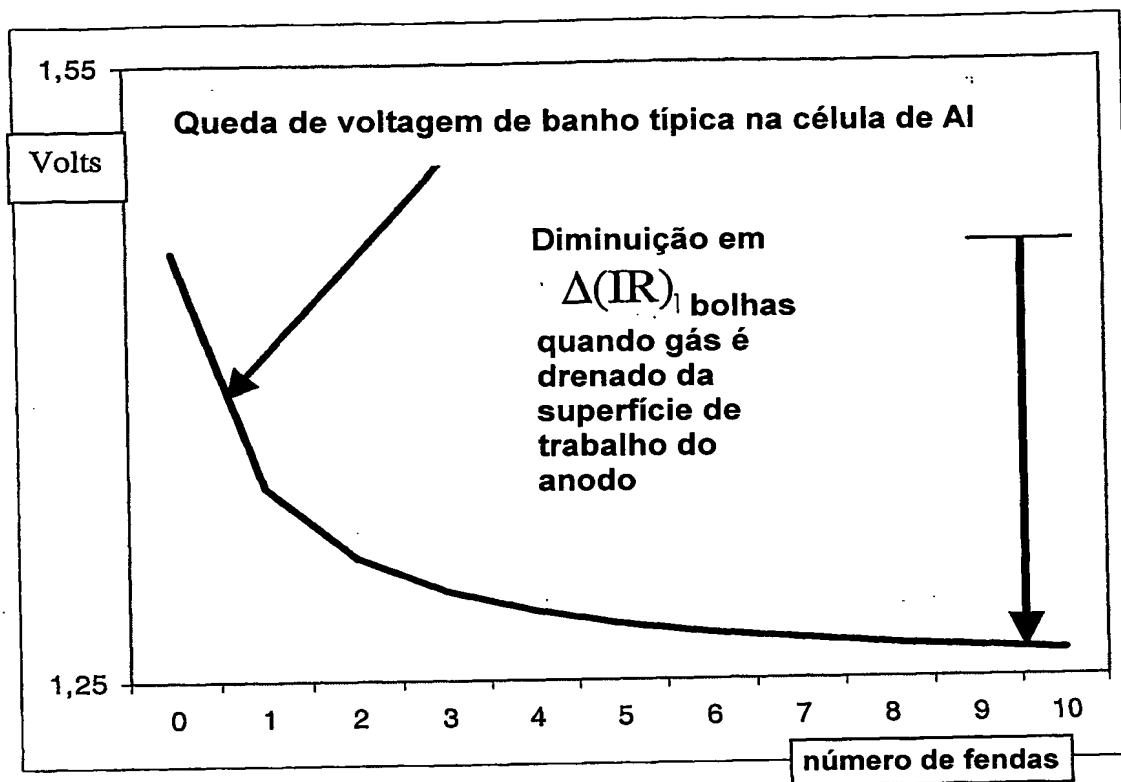
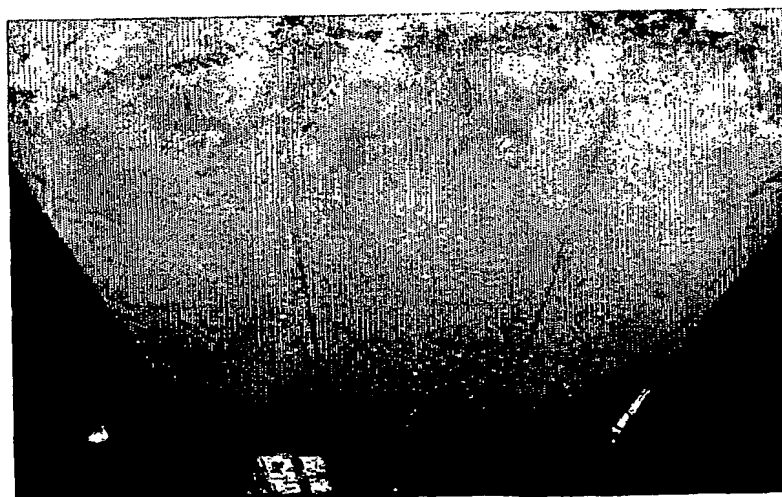


Fig. 1

Fig. 2Fig. 3

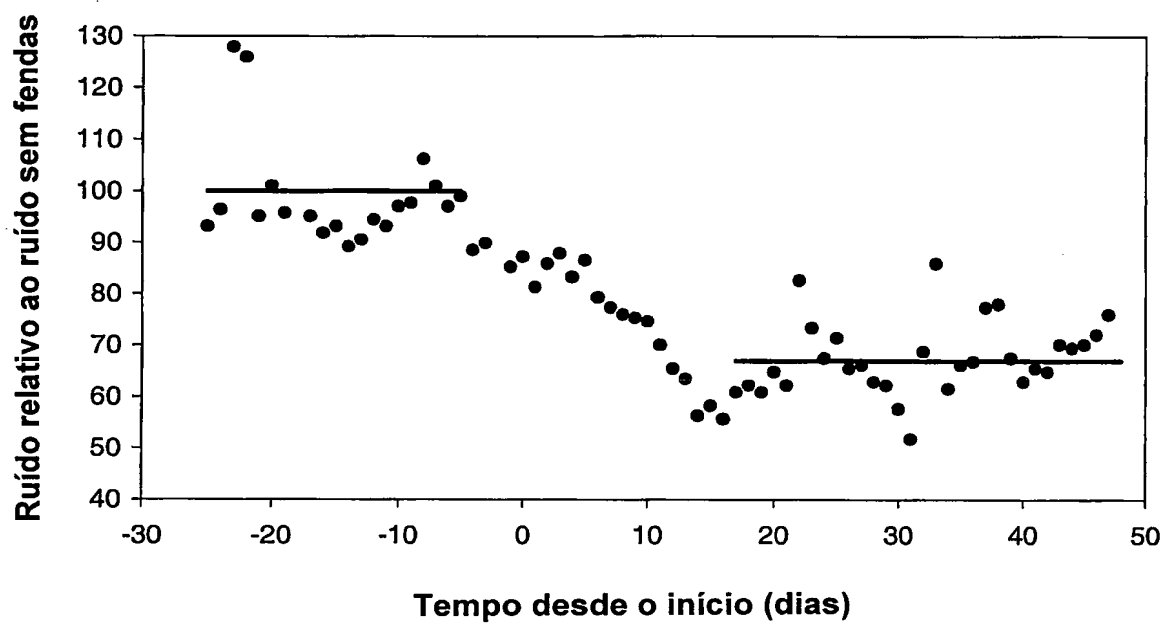


Fig. 4

RESUMO

“MÉTODO DE PRODUÇÃO DE ALUMÍNIO EM UMA CÉLULA DE HALL-HÉROULT COM ANODOS PRÉ-COZIDOS, E, ANODO PRÉ-COZIDO”

5 A invenção refere-se a um método de produção de alumínio em uma célula de Hall-Héroult com anodos pré-cozidos, bem como anodos para o mesmo. Os anodos são fornecidos com fendas em sua superfície de desgaste (fundo) para a drenagem de gás. As fendas têm largura de 2-8 mm, preferivelmente de 3 mm.