

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5832996号
(P5832996)

(45) 発行日 平成27年12月16日(2015.12.16)

(24) 登録日 平成27年11月6日(2015.11.6)

(51) Int.Cl. F I
C 2 5 C 3/08 (2006.01) C 2 5 C 3/08

請求項の数 13 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-514422 (P2012-514422)	(73) 特許権者	512298708
(86) (22) 出願日	平成22年6月1日(2010.6.1)		エスゲーエル カーボン ソシエタス ヨーロピア
(65) 公表番号	特表2012-529567 (P2012-529567A)		SGL Carbon SE
(43) 公表日	平成24年11月22日(2012.11.22)		ドイツ連邦共和国 ヴィースバーデン ゼー
(86) 国際出願番号	PCT/EP2010/057667		ンラインシュトラッセ 8
(87) 国際公開番号	W02010/142580		Soehnleinstr. 8, D-
(87) 国際公開日	平成22年12月16日(2010.12.16)		65201 Wiesbaden, Ge
審査請求日	平成25年5月28日(2013.5.28)		rmany
(31) 優先権主張番号	102009024881.1	(74) 代理人	110001379
(32) 優先日	平成21年6月9日(2009.6.9)		特許業務法人 大島特許事務所
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)	(72) 発明者	オッティンガー、オズヴィーン
前置審査			ドイツ連邦共和国マイティンゲン8640
			5・シュレージアーストラッセ 17
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カソード底部、その製造方法及びそのアルミニウム製造用電解槽への使用

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アルミニウム製造用電解槽のためのカソード底部であって、
 少なくとも1つのカソードブロックと、
 前記少なくとも1つのカソードブロックに隣接配置された材料と、
前記少なくとも1つのカソードブロックから所定の間隔を隔てて配置された、少なくとも1つの別のカソードブロック及び/または前記電解槽の側壁とを含み、
 前記材料が、膨張グラファイトに基づく予圧縮されたプレートを含み、
前記少なくとも1つのカソードブロックと、前記少なくとも1つの別のカソードブロック及び/または前記側壁との間に形成された隙間を前記材料で塞いだことを特徴とするカ
 ソード底部。

【請求項 2】

前記材料が、膨張グラファイトに基づく予圧縮されたプレートから成ることを特徴とする請求項 1 に記載のカソード底部。

【請求項 3】

前記予圧縮されたプレートをフィルムとして形成したことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のカソード底部。

【請求項 4】

前記少なくとも1つのカソードブロックから所定の間隔を隔てて配置された前記少なくとも1つの別のカソードブロックを含み、

10

20

前記少なくとも1つのカソードブロックと前記少なくとも1つの別のカソードブロックとの間に形成された隙間を前記材料で塞いだことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか一項に記載のカソード底部。

【請求項5】

前記少なくとも1つのカソードブロックにおける前記少なくとも1つの別のカソードブロックと対向する表面がテクスチャ加工されていることを特徴とする請求項4に記載のカソード底部。

【請求項6】

前記少なくとも1つのカソードブロックにおける前記少なくとも1つの別のカソードブロックと対向する表面が少なくとも1つの溝を有することを特徴とする請求項4に記載のカソード底部。

10

【請求項7】

前記少なくとも1つのカソードブロックの左右両側に前記材料を隣接配置し、前記少なくとも1つのカソードブロックとその左右両側にそれぞれ配置された前記少なくとも1つの別のカソードブロックとの間に形成された各隙間を前記材料で塞ぎ、かつ、前記材料の端面が前記カソードブロックの端面と同一平面となるようにしたことを特徴とする請求項4ないし6のいずれか一項に記載のカソード底部。

【請求項8】

請求項1ないし7のいずれか1項に記載のカソード底部の製造方法であって、
少なくとも1つのカソードブロックを用意するステップと、
前記少なくとも1つのカソードブロックの少なくとも1つの表面に材料を隣接配置するステップと、

20

前記少なくとも1つのカソードブロックから所定の間隔を隔てて少なくとも1つの別のカソードブロックを配置する、及び/または前記少なくとも1つのカソードブロックを前記電解槽の側壁から所定の間隔を隔てて配置するステップと、

前記少なくとも1つのカソードブロックと、前記少なくとも1つの別のカソードブロック及び/または前記側壁との間に形成された隙間を前記材料で塞ぐステップとを含む、

前記材料が、膨張グラフィットに基づく少なくとも1つの予圧縮されたプレートを含むことを特徴とする方法。

【請求項9】

30

前記少なくとも1つのカソードブロックから所定の間隔を隔てて前記少なくとも1つの別のカソードブロックを配置し、前記少なくとも1つのカソードブロックと前記少なくとも1つの別のカソードブロックとの間に形成された隙間を前記材料で塞ぐステップを含むことを特徴とする請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記少なくとも1つのカソードブロックの前記少なくとも1つの表面に前記材料を配置するステップが、接着剤を用いて前記表面に前記材料を結合させることを含むことを特徴とする請求項8又は9に記載の方法。

【請求項11】

前記材料をフィルムとして形成したことを特徴とする請求項8ないし10のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項12】

前記少なくとも1つのカソードブロックを用意するステップの前又は後に、
前記少なくとも1つのカソードブロックの前記少なくとも1つの表面をテクスチャ加工するステップをさらに含むことを特徴とする請求項8ないし11のいずれか一項に記載の方法。

【請求項13】

請求項1ないし7のいずれか一項に記載のカソード底部のアルミニウム製造用電解槽への使用。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明はカソード底部、その製造方法及びそのアルミニウム製造用電解槽への使用に関する。

【背景技術】

【0002】

アルミニウムは通常、いわゆる電解槽での溶融塩電解によって製造される。電解槽は通常、その底部が断熱材で裏張りされている薄鋼板又は鋼鉄製の槽を含む。この槽の内側に、別の槽がさらに含まれる。前記別の槽の底部は、電源の陰極に接続された炭素又はグラファイトから成る最大で24個のカソードブロックによって形成されており、該槽の壁部は、炭素、グラファイト又は炭化ケイ素から成る側壁ブロックによって形成されている。互いに隣接するカソードブロック間には隙間が形成されている。カソードブロック及び場合によっては充填された隙間のこの配列は通常、カソード底部と呼ばれる。通常、カソードブロック間の隙間は、タールを有する炭素及び/又はグラファイトから成るラミングペーストによって充填されている。ラミングペーストは、融解成分に対するシーリングのために、あるいは、電解槽の作動中の機械的応力を補償するために用いられる。カソードブロック及びラミングペーストはカソード底部として使用される。電源の陽極に接続された支持フレームから吊るされた短いカーボンブロックが、アノードとして使用される。

【0003】

このような電解槽内では、酸化アルミニウム(Al_2O_3)と氷晶石(Na_3AlF_6)との溶融混合物(酸化アルミニウムが約15~20%、氷晶石が約85~80%であることが好ましい)が、約960の温度で溶融塩電解される。これにより、溶融した酸化アルミニウムが固体のカーボンブロック・アノードと反応し、液体アルミニウムとガス状二酸化炭素とが生成される。前記溶融混合物は電解槽の前記側壁を保護クラストで被覆する。一方、アルミニウムは溶融物よりも密度が高いため、前記溶融物よりも低い位置にある電解槽の底部に集まり、空気酸素による再酸化から保護される。このようにして製造されたアルミニウムは電解槽から取り出され、精錬される。

【0004】

電気分解中、アノードは消費されるが、カソード底部は化学的に不活性な挙動を示す。したがって、アノードは所定の作動時間が経過すると交換される消耗部品であるが、カソード底部は長期間又は恒久的に機能するように設計されている。しかし、カソード底部は、摩耗を免れない。アルミニウム層がカソード底部の内面上を移動することによって、カソードの表面の物理的摩耗が生じる。さらに、炭化アルミニウムの生成及びナトリウムのインターカレーションによって、カソード底部の(電気)化学的腐食が生じる。また、カソード表面への粒子付着によって、カソード表面の構造的弱体化が生じ得る。一般に、アルミニウムを製造するための経済的な設備を得るためには100~300個の電解槽が直列に接続される。このような設備は一般的に少なくとも4~10年は使用しなければならず、電解槽のカソードブロックの故障及び交換は高い費用や高度な修理を要するため、そのような場合は設備の経済性が大きく低下する。

【0005】

タールを含有し、タールを有するラミングペースト及び/又はグラファイトから成るラミングペーストを有する上記の電解槽の欠点は、例えば機械的安定性又は突き固め方法といった技術的な理由により粗粒ラミングペーストの薄層を形成することができないため隙間が生じ、この隙間により、カソード表面積が減少したり、隙間に入り込んだアルミニウムや粒子によってカソード底部の摩耗が増大したりする恐れがあることである。

【0006】

最もよく使用される無煙炭ラミングペーストは、黒鉛化されたカソードブロックよりも導電性及び熱伝導性が低い。したがって、カソードの有効表面が失われたり、合成抵抗の増加によりエネルギー消費が増大したりすることによって、プロセスの経済性が低下する。その上、負荷率が高くなることによって、カソード底部の摩耗が増大する。

【 0 0 0 7 】

代わりの方法として、ブロック同士を接着してモノリシックのカソード底部を構成するという方法もあるが、この方法は、カソード底部の熱機械応力について問題があるため、ほとんど適用されない。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

したがって、本発明の課題は、カソード面積を増大させることができ、かつ大きなカソード面積を有するカソード底部の製造に好適な手段を提供することである。さらに、本発明の課題は、大きなカソード面積を有するカソード底部の簡単な製造方法を提供すること

10

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

上記課題は、請求項 1 の特徴を有するカソード底部及び請求項 8 の特徴を有する方法によって解決される。

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、カソード底部が少なくとも 1 つのカソードブロックに接して配置可能である材料を含み、そして材料が膨張グラファイトに基づく予圧縮されたプレートを含むことを特徴とすることが定められている。以下、この膨張グラファイトに基づく予圧縮されたプレートを予圧縮されたグラファイトプレートとも称する。これら 2 つの概念は本発明の範囲内では互換性があり、その他の添加剤を含有してよい膨張グラファイト製の予圧縮されたプレートをさらに意味する。したがってカソード面を増大するための手段は、予圧縮されたグラファイトプレートを含む材料である。材料はカソードブロックに摩擦結合式に結合可能である。本発明によれば使用される予圧縮されたグラファイトプレートは、従来ラミングペーストが使用された箇所、即ちとりわけカソードブロック間に形成された隙間である電解槽の範囲内に使用することができるが、しかしまた電解槽の側壁とカソードブロックとの間に存在する中間空間にも使用することができる。予圧縮されたグラファイトプレートはカソード底部のカソードブロック間のとりわけシール手段として使用される。

20

【 0 0 1 1 】

予圧縮されたグラファイトプレートを有するカソード底部は、得られうる寸法に経済的かつ技術的に可能な製造可能性によって限界が設定されている多数のカソードブロックを相互に連ねることが可能になることによって、摩擦結合式の結合により、大きな有効カソード面を有する。

30

【 0 0 1 2 】

有利な効果は、健康上有害な多環式芳香族炭化水素を含有する従来のコールタールピッチ含有のカーボンペーストに比べての予圧縮されたグラファイトプレートの生理学的な安全性である。その上、予圧縮されたグラファイトプレートは従来のコールタールピッチ含有のカーボンペーストに対してより高い導電性及び熱伝導性を有し、またしたがってカソード面を増大させる。

40

【 0 0 1 3 】

膨張グラファイトは次の有利な性質を有する：膨張グラファイトは健康上無害であり、環境を汚染しない、柔らかい、圧縮可能であり、軽量であり、耐エイジング性であり、耐薬品性で耐熱性、工業的に気密かつ液密であり、不燃性であって加工容易である。その上、膨張グラファイトは液状アルミニウムと合金を生成しない。したがって膨張グラファイトはアルミニウム製造用電解槽のためのカソード底部のための材料として適当である。

【 0 0 1 4 】

膨張グラファイトは、グラファイト、例えば天然グラファイト、を薬品処理及び熱処理することによって得られる。この製造方法で熱伝導性及び導電性が維持されたままで、グラファイトは 2 0 0 ~ 4 0 0 倍の体積サイズを得ることができる。

50

【 0 0 1 5 】

例えばグラファイトはインターカレーション溶液、例えば硫酸、で処理することによってグラファイト層間化合物（グラファイト塩）が形成される。引き続き、熱分解が約 1 0 0 0 で実施され、その際、膨張グラファイトからこのインターカレーションされた試薬が除去される。このようにして得られた膨張グラファイトは、例えばコンパウンディング、プレス、含浸、積層及びカレンダー処理によってさらに加工されてよい。例えば膨張グラファイトはグラファイトフィルムもしくはグラファイトプレートへとさらに圧縮されてよい。本発明では好ましくは、前述のとおり製造された、膨張グラファイトに基づく予圧縮されたプレートが使用される。しかし予圧縮されたグラファイトプレートはさらに樹脂で含浸されていてよい。膨張グラファイトは、例えば S G L ・カーボン・S E (S G L C a r b o n S E) 社から購入可能である。

10

【 0 0 1 6 】

本発明の範囲内では膨張グラファイトに基づく予圧縮されたプレートは、圧縮されているがさらに圧縮可能である膨張グラファイトを含む。即ち、予圧縮されたグラファイトプレートと称されるのは、部分圧縮されており、したがって圧縮されてもいるし、圧縮可能でもあるプレート形の膨張グラファイトである。

【 0 0 1 7 】

好ましくは予圧縮されたグラファイトプレートは少なくとも 1 つのプレートとして形成されている。本発明の範囲内では 1 個より多いプレートを含む予圧縮されたプレートは、相互に積重ねられたプレートを有する。相互に積重ねられたプレートは接着剤、例えばフェノール樹脂、で接着されていてよい。

20

【 0 0 1 8 】

好ましくはカソードブロックに接して配置可能な材料は、膨張グラファイトに基づく予圧縮されたプレートから成る。付加的に無機もしくは有機の添加剤、例えば二ホウ化チタン及び二ホウ化ジルコニウム、が投入されてよい。

【 0 0 1 9 】

有利な実施形態の場合には予圧縮されたグラファイトプレートはフィルムとして形成されている。フィルムは薄く、柔軟でありそして容易にその周囲の形状に適合させることができる。例えば、フィルムは容易にカソードブロック間の隙間の寸法とカソードブロックの表面特性と適合させることができる。さらにフィルムは葉状構造を有する。したがってフィルムにはさらに、空洞を形成することなく積重ね可能であるという利点がある。

30

【 0 0 2 0 】

有利な実施形態の場合にはカソード底部は少なくとも 1 つのカソードブロックを含み、このカソードブロックはもう 1 つのカソードブロックに対して所定の間隔で配置されていることによってカソードブロック間に少なくとも 1 つの隙間が形成されている。膨張グラファイトに基づく予圧縮されたプレートを含む材料は前記隙間を充填しそしてカソードブロックを摩擦結合式に結合する。従来使用されていた炭素ラミネーションペーストの代わりに予圧縮されたグラファイトプレートが使用されることによって、カソードブロック間の隙間の幅を小さくすることができ、そしてしたがって有効カソード面を大きくすることができる。材料は、2 つのカソードブロック間の隙間を塞ぐことができるばかりでなく、さらにこの材料の圧縮可能な特性のために、電気分解中に生じるカソードブロックの膨張を補償することもできる 2 つのカソードブロック間の充填材として使用される。材料とカソードブロックは摩擦結合式に結合されており、好ましくは同一平面で終わっている。前記材料とカソードブロックは、例えばフェノール樹脂を用いて、相互に接着されていてよい。

40

【 0 0 2 1 】

カソードブロックは好ましくは幅寸法より長い長さ寸法を有し、その一方で幅寸法と高さ寸法はほぼ同じである。一般にカソードブロックは長さ 3 8 0 0 m m まで、幅 7 0 0 m m、高さ 5 0 0 m m である。好ましくは少なくとも 2 つのカソードブロックは、それらの長さ寸法が平行となるよう配置されている。2 つのカソードブロック間の所定の間隔は、カソードブロックの幅寸法の約 1 / 1 0 ~ 1 / 1 0 0 である。カソードブロック間の間隔

50

の減少は、本発明による材料を使用することによって可能である。したがって、例えば幅 650 mm のカソードブロックが使用される場合にはカソードブロック間の間隔は、カソードブロック間の充填材としての従来のラミングペーストの使用下に少なくとも 40 mm でなければならず、その一方でこの間隔は予圧縮されたグラファイトプレートを使用することによって 10 mm にまで減少させることができる。AP30 技術では、例えば幅 650 mm のカソードブロックと幅 40 mm の隙間とを用いて 10 mm への減少の場合には有効カソードブロック表面は約 5 % 増大する。

【0022】

好ましくは少なくとも 1 つのカソードブロックは、電源との接続のための少なくとも 1 つの手段を含む。例えばカソードブロックは電源と接続可能である導体レールを収容するための少なくとも 1 つの凹部を有する。少なくとも 2 つのカソードブロックが、それらの長さ寸法が平行となるようアライメントされている場合には、前記凹部は好ましくはカソードブロックの縦方向にアライメントされている、即ちこれら凹部は 2 つのカソードブロック間に形成された隙間に対して平行に延びている。当然のことながらカソード底部はさらにカソードブロックと導体レール間の接続要素、例えば接点ペースト等、を有してよい。

【0023】

少なくとも 1 つのカソードブロックは、カソードブロックが導電性かつ熱伝導性であり、高温に対して抵抗性であり、電気分解の浴成分に対して化学的に安定しており、そしてアルミニウムと合金を生成することができないよう形成されている。カソードブロックは好ましくはグラファイト、半黒鉛状の、黒鉛化した、半黒鉛化した、及び/又はアモルファスの炭素から形成されている。特に好ましくはカソードブロックはグラファイト又は黒鉛化炭素を含む、というのもこれらがアルミニウムの製造のための電解槽中のカソード底部を形成するための熱伝導性及び導電性ならびに化学的安定性に対する要求をたいてい満たすからである。

【0024】

カソード底部は、高い伝導性を有するカソードブロック領域をもつ少なくとも 2 つのカソードブロックと、膨張グラファイトに基づく予圧縮されたプレートを含む材料とを有するこの有利な実施形態の場合には、通常カソードブロックより小さな伝導性を有するがカソードブロック間に形成された隙間を電気分解の際の浴成分がカソード底部の領域内に浸透することができないよう塞ぐことができる領域を含む。2 つの構成要素、即ちカソードブロック及び予圧縮されたグラファイトプレート、はしたがってカソード底部の種々の機能を満たす。カソード底部の多機能の構造によってこのカソード底部はしたがって大規模の使用のために寸法決定することが可能である。多数のカソードブロックを配置することによって伝導性である大きなカソード面が得られ、予圧縮されたグラファイトプレートでカソードブロック間の隙間を効果的に塞ぐことによってカソードブロック間のカソード面の摩耗及び損耗が阻止される。

【0025】

別の有利な実施形態では別のカソードブロックの表面と向かい合わせになっている少なくとも 1 つのカソードブロックの表面はテクスチャ加工されている。テクスチャ加工された表面は、例えば表面の粗面化によって得ることができる。別の選択肢として、別のカソードブロックの表面と向かい合わせになっている少なくとも 1 つのカソードブロックの表面は、例えばジグザグに延びていてよい少なくとも 1 つの溝を有する。カソードブロックの表面の溝付けないしはテクスチャ加工により前記隙間への予圧縮されたグラファイトプレートの適合が改善される。予圧縮されたグラファイトプレートはテクスチャ加工されたかないしは溝付けされた表面に接して配置され、場合によってはこの表面に接着され、それによりカソードブロックの溝付けされたかないしはテクスチャ加工された表面は充填される。予圧縮されたグラファイトプレートで溝付けされたかないしはテクスチャ加工された表面が充填されることによってこのプレートはカソードブロックの表面に嵌合結合的に嵌り込む。予圧縮されたグラファイトプレートとカソードブロック間の結合はこの実施形

10

20

30

40

50

態の場合には摩擦結合ならびに嵌合結合によるものである。カソードブロックの表面における溝の数及び寸法は、カソードブロックの寸法に依存する。同様にカソードブロックの表面の粗面化の程度もカソードブロックの寸法に依存する。

【 0 0 2 6 】

別の有利な実施形態では前記材料は、隙間を形成する表面と境を接するカソードブロックの向かい合わせになっている２つの表面に接しそして隙間に接しかつ隙間内に配置されており、その結果、材料は同一平面に揃っている。材料は同一平面に揃っているとは、本発明の範囲内では材料がカソードブロックに接して、カソード底部がその長さ、高さ及び幅のそれぞれ均一な寸法を有するよう配置されていることを意味する。電解槽内のカソード底部の場合には電解槽の側壁とカソードブロックとの間に中間空間が存在する。材料はこの場合には、この材料がカソードブロック間の隙間ならびにカソードブロックと側壁間の領域及びこの材料で充填された隙間と側壁間の領域を充填するよう配置されている。したがってカソード底部は電解槽の底全体を形成する、即ちカソード底部は電解槽の全ての側壁にまで延びており、この場合、カソード底部は、カソードブロックの形の高い熱伝導性及び導電性を有する領域と膨張グラファイト製の材料の形のより低い熱伝導性及び導電性を有する領域とを有する。この実施形態の場合には好ましくは、膨張グラファイトに基づく予圧縮されたプレートを含む材料と接触しているカソードブロックの全表面はテクスチャ加工されており及び／又は溝付けされており、その結果、材料はこの表面と摩擦結合ばかりではなく嵌合結合によっても結合されている。

【 0 0 2 7 】

本発明によるカソード底部の製造方法は、次の工程段階、即ち、
・少なくとも１つのカソードブロックの用意、及び
・該少なくとも１つのカソードブロックの少なくとも１つの表面への材料の配置、この場合、該材料は膨張グラファイトに基づく少なくとも１つの予圧縮されたプレートを含む、を内容とする。

【 0 0 2 8 】

膨張グラファイトに基づく予圧縮されたプレートをも有するカソード底部の製造によって、多数のカソードブロックを相互に連ねることが可能になることによって大きな有効カソード面が達成される。カソードブロックの製造は、少なくとも１つのカソードブロックに接して材料が配置されることによって材料がこのカソードブロックと摩擦結合式に結合されているように行なわれ、必要であれば補助的に接着剤が使用される。

【 0 0 2 9 】

有利な実施形態の場合には本発明による方法にはさらに次の工程段階、即ち
・少なくとも１つの別のカソードブロックを前記少なくとも１つのカソードブロックに対して所定の間隔で配置することによって形成される隙間を材料が充填するように、この別のカソードブロックを前記少なくとも１つのカソードブロックに対して所定の間隔で配置する、が含まれる。

【 0 0 3 0 】

カソードブロックに接して別のカソードブロックを配置することによってカソードブロック間の摩擦結合式の結合は、予圧縮されたグラファイトプレートを用いて達成される。別のカソードブロックの配置は、液圧プレスもしくは機械プレスによって場合によっては接着剤の使用下の実現される。本発明による方法によってカソードブロック間の隙間の幅を従来の隙間幅に比して小さくすることが可能であり、そしてしたがって有効カソード面を大きくすることが可能である。隙間を充填する予圧縮されたグラファイトプレートは圧縮可能であるが部分的に可逆的であり、したがって予圧縮されたグラファイトプレートはカソードブロックの膨張を補償することができる。本発明の範囲内では予圧縮されたグラファイトプレートとは、圧縮されていてさらに圧縮可能である部分圧縮された膨張グラファイトのことであることをここで今一度指摘しておこう。

【 0 0 3 1 】

別のカソードブロックの配置後に隙間内の予圧縮されたグラファイトプレートが得られ、予圧縮されたグラファイトプレートは空洞をつくらずに隙間を塞ぐ少し弾性の材料である。少なくとも1つの別のカソードブロックの配置のステップは、前記少なくとも1つのカソードブロックに接しての材料の配置の前もしくは後に実施されてよい。

【0032】

別の有利な実施形態では少なくとも1つのカソードブロックの前記少なくとも1つの表面への材料の配置の工程段階には、接着剤を用いた少なくとも1つのカソードブロックの表面への固定が含まれる。接着剤として、例えばフェノール樹脂が使用されてよい。

【0033】

カソードブロックにはその固定の前もしくは後に、電源へのカソードブロックの接続を可能にする手段が備えられてよい。例えばカソードブロックにはカソードブロックの用意の前もしくは後に少なくとも1つの凹部が備えられてよく、この凹部に電源と接続可能である少なくとも1つの導体レールが挿入される。さらにこのように処理されたカソードブロックにはカソードブロックの用意の前もしくは後にさらなる手段が備えられてよく、例えばカソードブロックと導体レール間に接点ペーストが配置されてよい。

【0034】

有利な実施形態の場合には本発明による方法に使用される膨張グラファイトに基づく予圧縮されたプレートはフィルムとして形成されている。フィルムとしての使用は有利である、というのもフィルムは容易に隙間の形状ないしはカソードブロックの表面特性に適合させることができるからである。

【0035】

有利な実施形態の場合には本発明による方法には次の工程段階、即ち
・少なくとも1つのカソードブロックの寸法へのフィルムの適合
が含まれる。

【0036】

カソードブロックの寸法へのフィルムの適合によって、カソードブロックの領域と境を接するか又はこの領域を覆う縁部、隆起部もしくはその他の起伏箇所が生じることなく、ないしはカソード底部内の空洞となるカソードブロック間に形成された隙間の不均一な充填が生じることなく、フィルムは最適にカソードブロックに接して配置されることができる。フィルムの適合は、例えばカソードブロックの寸法に応じたフィルムの裁断によって

【0037】

別の有利な実施形態では本発明による方法にはさらに少なくとも1つのカソードブロックの用意の前もしくは後に次の工程段階、即ち

・少なくともカソードブロックの少なくとも1つの表面のテクスチャ加工、
が含まれる。

【0038】

テクスチャ加工は表面の粗面化によって又は表面の溝付けによって実現することができる。好ましくは少なくとも1つの別のカソードブロックの表面と向かい合わせになっているカソードブロックの少なくとも1つの表面はテクスチャ加工される。溝付けは、例えば切削工具によって実現することができ、その一方で粗面化は摩擦工具によって得ることができる。

【0039】

本発明によるカソード底部はアルミニウムの製造のための電解槽に使用される。電解槽は有利な実施形態の場合には、通常、薄鋼板又は鋼を含みそして円形もしくは四角形、特に長方形の形を有する槽を含む。槽の側壁は炭素、カーバイド又は炭化ケイ素で裏張りされていてよい。好ましくは少なくとも槽の底は断熱材で裏張りされている。槽の底ないしは断熱材上にカソード底部が配置されている。少なくとも2個、特に10～24個、のカソードブロックがそれらの長さ寸法に関して互いに平行に所定の間隔で配置されており、その結果、カソードブロック間に各1個の隙間が形成されており、この隙間は膨張グラフ

ァイトに基づく少なくとも１つの予圧縮されたプレートでそれぞれ充填されている。側壁と充填された隙間との間及び側壁とカソードブロックとの間の中間空間は任意に、膨張グラファイトに基づく予圧縮されたプレートを含む材料でか又は従来の無煙炭ラミネグペーストで充填されている。カソードブロックは電源の陰極と接続されている。少なくとも１つのアノード、例えばゼーデルベルグ電極、が電源の陽極と接続された支持フレームにぶら下がり、カソード底部又は槽の側壁に接触することなく槽内に突出している。好ましくは側壁に対するアノードの間隔は、カソード底部ないしは生じるアルミニウム膜に対するより大きい。

【００４０】

アルミニウムの製造のために、溶融した氷晶石中の酸化アルミニウムの溶液が約 960 の温度で溶融塩電解され、その際、槽の側壁が溶融混合物の固い皮殻で被覆され、その一方でアルミニウムは、アルミニウムが溶融物より重たいことから溶融物の下に集まる。

【００４１】

次に本発明のさらなる特徴及び利点を後記の図に関連して説明するが、本発明がこの実施例に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【００４２】

【図１】本発明によるカソード底部の概略的な横断面図である。

【図２】本発明によるもう一つのカソード底部の概略的な横断面図である。

【図３】本発明によるカソード底部を有するアルミニウム製造用電解槽の部分の概略的な横断面図である。

【図４】本発明によるカソード底部を有するアルミニウム製造用の別の電解槽の部分の概略的な横断面図である。

【図５】本発明によるカソード底部を製造するためのプロセスの流れを示す概略的な図である。

【図６】本発明によるカソード底部を製造するための別のプロセスの流れを示す概略的な図である。

【発明を実施するための形態】

【００４３】

図１は、本発明によるカソード底部１の概略的な横断面図を示す。カソード底部１は、予圧縮されたグラファイトプレートから成る材料３を有しており、この材料３によって、２つのカソードブロック７間に形成された隙間５を塞いでいる。カソードブロック７は、溶融塩電解で用いるのに十分な導電性及び熱伝導性を有しており、例えば、黒鉛化炭素からできている。カソードブロック７は、カソードブロックと電源との接続を可能にする導体レール（図示せず）を受容するための凹部９を有している。材料３の端面とカソードブロック７の端面は互いに同一平面をなしている。

【００４４】

図２は、本発明による別のカソード底部２１の概略的な横断面図を示す。カソード底部は予圧縮されたグラファイトプレートから成る材料２３を有しており、この材料２３によって２つのカソードブロック２７間に形成された隙間２５を塞いでいる。材料２３の端面とカソードブロック２７の端面は互いに同一平面をなしている。カソードブロック２７は、溶融塩電解で用いるのに十分な導電性及び熱伝導性を有しており、例えば、黒鉛化炭素からできている。カソードブロック２７は、カソードブロックと電源との接続を可能にする導体レール（図示せず）を受容するための凹部２９を有している。カソードブロック２７は、２つの溝２１１をさらに有している。各溝２１１は、カソードブロック２７における、それに隣接する別のカソードブロックと対向する面（材料が隣接配置される面）に形成されている。材料２３によって、隙間２５及び溝２１１が塞がれている。溝２１１と材料２３との嵌合結合によって、材料２３とカソードブロック２７との間の摩擦結合が補助されている。図２では、各カソードブロック２７は２つの溝２１１を有しているが、カソードブロック２７に形成される溝２１１の数は、ブロック２７のサイズに応じて任意に選

10

20

30

40

50

択することができる。

【 0 0 4 5 】

図 3 はアルミニウム製造用電解槽 3 1 3 の一部の概略的な横断面図を示す。電解槽 3 1 3 は鋼鉄製の槽 3 1 5 を有している。槽 3 1 5 の側壁 3 1 7 (図 3 には複数の側壁のうちの 1 つが示されている) は、グラファイトブロック 3 1 9 (図 3 には複数のグラファイトブロックのうちの 1 つが示されている) で裏張りされている (槽の内側が覆われている) 。槽 3 1 5 の底部は断熱層 4 2 1 で裏張りされており、断熱層によって完全に覆われている。断熱層 3 2 1 上にカソード底部 3 1 が配置されている。カソード底部 3 1 は、材料 3 3、カソードブロック 3 7 (図 3 には複数のカソードブロックのうちの 2 つが示されている)、及びラミングペースト 3 4 を有している。カソードブロック 3 7 は互いに所定の間隔を隔てて配置されている。材料 3 3 は予圧縮されたグラファイトプレートを含む。ラミングペースト 3 4 は、炭素でできている従来のラミングペーストを含む。互いに隣接するカソードブロック 3 7 間には隙間 3 5 が形成されており、隙間 3 5 は材料 3 3 によって塞がれている。カソードブロック 3 7 と側壁 3 1 7 との間のスペースはラミングペースト 3 4 によって塞がれている。したがって、断熱層 3 2 1 は、ラミングペースト 3 4、材料 3 3 及びカソードブロック 3 7 を含むカソード底部 3 1 によって完全に覆われている。図 3 に示されているように、材料 3 3 の端面とカソードブロック 3 7 の端面は互いに同一平面をなしている。カソードブロック 3 7 は、電源 (図示せず) の陰極に接続可能な導体レール (図示せず) を受容するための凹部 3 9 を有している。さらに、電解槽 3 1 3 は、アノード 3 2 3 (図 3 には複数のアノードのうちの 2 つが示されている) を有している。各アノードは、電源 (図示せず) の陽極と接続された支持体 3 2 5 に吊り下げられている。電解槽 3 1 3 内には、熔融氷晶石及び酸化アルミニウムを含む溶液 3 2 7 が収容されている。電気分解中、アルミニウム 3 2 9 が、溶液 3 2 7 とカソード底部 3 1 との間に集まる。

【 0 0 4 6 】

図 4 はアルミニウム製造用の別の電解槽 4 1 3 の一部の概略的な横断面図を示す。電解槽 4 1 3 は鋼鉄製の槽 4 1 5 を有している。槽 4 1 5 の側壁 4 1 7 (図 4 には複数の側壁のうちの 1 つが示されている) は、グラファイトブロック 4 1 9 (図 4 には複数のグラファイトブロックのうちの 1 つが示されている) で裏張りされている (槽の内側が覆われている) 。グラファイトブロック 4 1 9 に隣接して、炭素又はグラファイトから成る予焼成されたブロック 4 3 1 (図 4 には複数の予焼成ブロックのうちの 1 つが示されている) がさらに配置されている。槽 4 1 5 の底部は断熱層 4 2 1 で裏張りされている (断熱層によって完全に覆われている) 。断熱層 4 2 1 上にカソード底部 4 1 が配置されている。カソード底部 4 1 は、材料 4 3 及びカソードブロック 4 7 (図 4 には複数のカソードブロックのうちの 2 つが示されている) を含む。カソードブロック 4 7 は互いに所定の間隔を隔てて配置されている。材料 4 3 は予圧縮されたグラファイトプレートを含む。

【 0 0 4 7 】

互いに隣接するカソードブロック 4 7 間には隙間 4 5 が形成されており、隙間 4 5 は材料 4 3 によって塞がれている。カソードブロック 4 7 と予焼成されたブロック 4 3 1 との間のスペースは材料 4 3 によって塞がれている。したがって、断熱層 4 2 1 は、材料 4 3 及びカソードブロック 4 7 を含むカソード底部 4 1 によって完全に覆われている。図 4 に示されているように、材料 4 3 の端面とカソードブロック 4 7 の端面は互いに同一平面をなしている。カソードブロック 4 7 は、電源 (図示せず) の陰極に接続可能な導体レール (図示せず) を受容するための凹部 4 9 を有している。さらに、電解槽 4 1 3 は、アノード 4 2 3 (図 3 には 2 つのアノードが示されている) を有している。各アノードは、電源 (図示せず) の陽極と接続された支持体 4 2 5 に吊り下げられている。電解槽 4 1 3 内には、熔融氷晶石及び酸化アルミニウムを含む溶液 4 2 7 が収容されている。電気分解中、アルミニウム 4 2 9 が、溶液 4 2 7 とカソード底部 4 1 の間に集まる。

【 0 0 4 8 】

図 5 a ~ 5 c は、本発明によるカソード底部 5 1 を製造するプロセスを概略的に示している。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

図 5 a は、隙間 5 5 が形成されるように所定の間隔で配置された 2 つのカソードブロック 5 7 を用意するステップを示している。図 5 b は、隙間 5 5 に、予圧縮されたグラファイトプレートを含む材料 5 3 を挿入するステップを示している。図 5 c は、アルミニウム製造用電解槽に使用することができるカソード底部 5 1 を示している。隙間 5 5 は材料 5 3 によって塞がれている。材料 5 3 の量又は体積は、材料 5 3 が隙間 5 5 を完全に塞ぎ、かつ、材料 5 3 の端面がカソードブロック 5 7 の端面と同一平面をなすように選択される。図 5 a ~ 5 c では、カソード底部 5 1 を電源に接続するための接続子及び接続手段は、図を見やすくするために省略されていることに留意されたい。

【 0 0 5 0 】

10

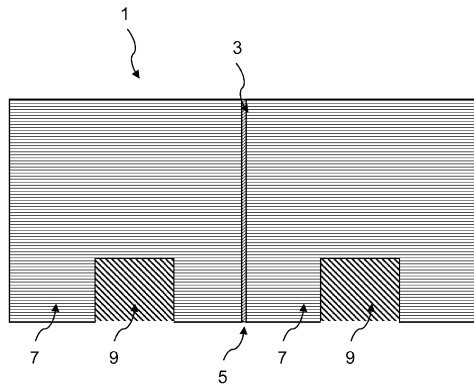
図 6 a ~ 6 c は、本発明によるカソード底部 6 1 を製造する別のプロセスを概略的に示している。

【 0 0 5 1 】

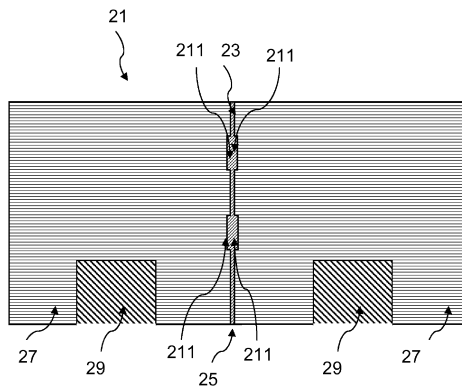
図 6 a は、導体レール（図示せず）を受容するための凹部 6 9 を有する 1 つのカソードブロック 6 7 を用意した状態を示している。図 6 b は、予圧縮されたグラファイトプレートを含む材料 6 3 をカソードブロック 6 7 の表面（側面）に互いに平行に隣接配置した状態を示している。必要であれば、接着剤を使用して、材料 6 3 をブロック 6 7 の表面に固定してもよい。必要であれば、カソードブロック 6 7 に隣接配置した材料 6 3 に対してさらなる材料 6 3 を積層させ、材料 6 3 の積層体を形成してもよい（図示せず）。図 6 c は、カソードブロック 6 7 に隣接配置された材料 6 3 に対して、凹部 6 9 を有する別のカソードブロック 6 7 を隣接配置し、材料 6 3 を挟んで隣り合う両カソードブロックを材料 6 3 によって摩擦結合により結合させた状態を示している。図 6 c は、アルミニウム製造用の電解槽に使用することができるカソード底部 6 1 を示している。図 6 b 及び 6 c に示したステップを繰り返すことによって、互いに連続的に結合された多数のカソードブロックを含むカソード底部を製造することができる。図 6 a ~ 6 c では、カソード底部 6 1 を電源に接続するための接続子及び接続手段は、図を見やすくするために省略されていることに留意されたい。

20

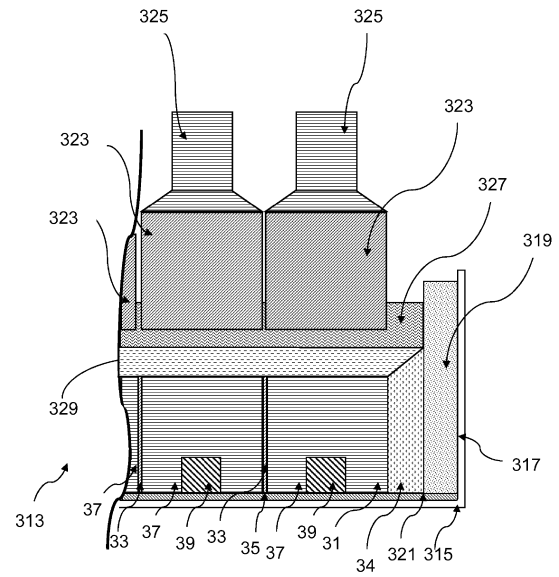
【図 1】



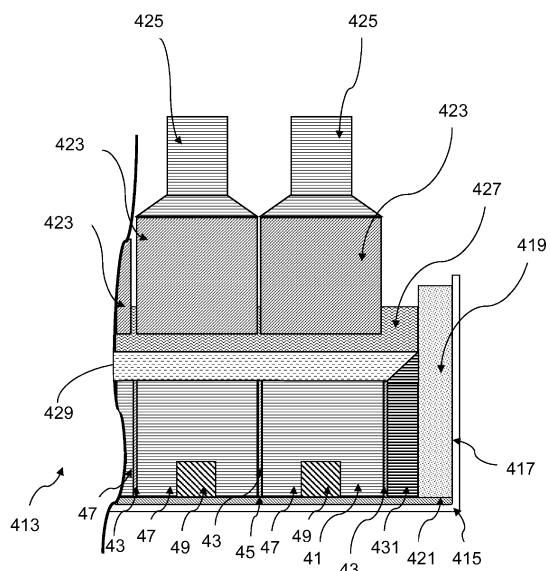
【図 2】



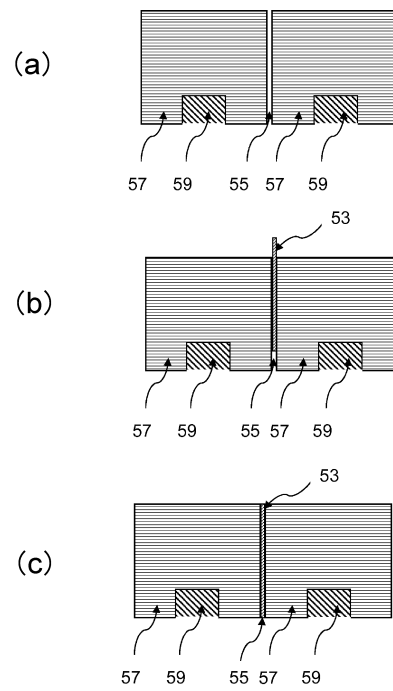
【図 3】



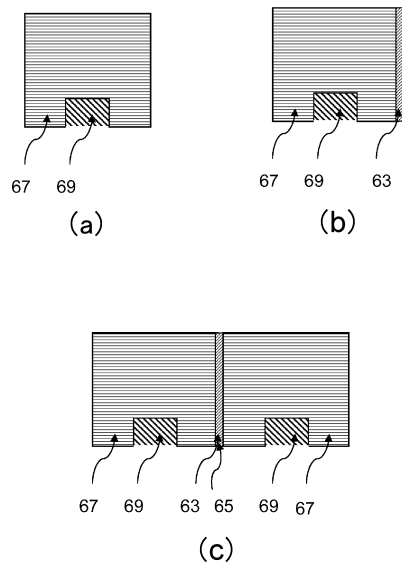
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 ヒルトマン、フランク

ドイツ連邦共和国クリフテル6 5 8 3 0・ジッティヒシュトラーセ 1 3

審査官 國方 康伸

(56)参考文献 国際公開第2 0 0 7 / 0 7 1 3 9 2 (WO, A 1)

米国特許出願公開第2 0 0 7 / 0 2 8 4 2 5 9 (US, A 1)

米国特許出願公開第2 0 0 8 / 0 3 0 8 4 1 5 (US, A 1)

米国特許第0 4 4 8 8 9 5 5 (US, A)

欧州特許出願公開第0 1 6 7 6 9 2 8 (EP, A 1)

英国特許出願公開第0 1 3 8 9 3 6 7 (GB, A)

欧州特許出願公開第0 2 0 0 6 4 1 9 (EP, A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 2 5 C 1 / 0 0 - 7 / 0 8