

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2014-5486
(P2014-5486A)

(43) 公開日 平成26年1月16日 (2014.1.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 2 C 1/10 (2006.01)	C 2 2 C 1/10 H	4 K 0 2 O
B 2 2 D 19/00 (2006.01)	B 2 2 D 19/00 V	
B 2 2 D 19/14 (2006.01)	B 2 2 D 19/14 A	
C 2 2 C 21/00 (2006.01)	B 2 2 D 19/14 Z	
	C 2 2 C 21/00 N	
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)		

(21) 出願番号	特願2012-140383 (P2012-140383)	(71) 出願人	000000011
(22) 出願日	平成24年6月22日 (2012. 6. 22)		アイシン精機株式会社
			愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
		(74) 代理人	110000213
			特許業務法人プロスペック特許事務所
		(74) 代理人	100155767
			弁理士 金井 憲志
		(72) 発明者	皆木 肇
			愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシ
			ン精機株式会社内
		(72) 発明者	脇本 佳季
			愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシ
			ン精機株式会社内
		Fターム(参考)	4K020 AA22 AC01 BA08 BB27

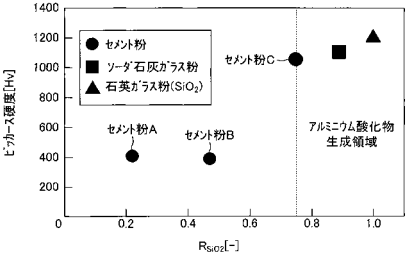
(54) 【発明の名称】 アルミニウム複合材の製造方法

(57) 【要約】

【課題】セメントを有効利用して、酸化アルミニウム成分を含有した高剛性のアルミニウム複合材を製造すること。

【解決手段】セメントから酸化カルシウム成分を溶出させることにより、酸化カルシウム成分が減少した脱灰処理セメントを生成する脱灰処理工程と、脱灰処理セメントにアルミニウム溶湯を接触させることにより、脱灰処理セメント中に含まれる金属酸化物成分のうち酸化カルシウム成分を除く金属酸化物成分、特に、少なくとも二酸化ケイ素成分を酸化アルミニウムに置換させる酸化アルミニウム生成工程と、を含む、アルミニウム複合材の製造方法とすること。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

セメントから酸化カルシウム成分を溶出させることにより、酸化カルシウム成分が減少した脱灰処理セメントを生成する脱灰処理工程と、

前記脱灰処理セメントにアルミニウム溶湯を接触させることにより、前記脱灰処理セメント中に含まれる金属酸化物成分のうち酸化カルシウムを除く金属酸化物成分を酸化アルミニウムに置換させる酸化アルミニウム生成工程と、

を含む、アルミニウム複合材の製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のアルミニウム複合材の製造方法において、

10

前記脱灰処理セメント中に含まれる二酸化ケイ素成分の質量 W_{SiO_2} と酸化カルシウム成分の質量 W_{CaO} との総和 $(W_{SiO_2} + W_{CaO})$ に対する二酸化ケイ素成分の質量 W_{SiO_2} の比 $R_{SiO_2} (= W_{SiO_2} / (W_{SiO_2} + W_{CaO}))$ が 0.75 以上である、アルミニウム複合材の製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のアルミニウム複合材の製造方法において、

前記脱灰処理工程は、セメントを酸処理することにより、セメントから酸化カルシウム成分を溶出させる工程である、アルミニウム複合材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、アルミニウム複合材の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、様々なアルミニウム複合材やその製造方法についての研究がなされている。例えば特許文献 1 は、アルミニウム母材中にセラミックス中空粒子が分散したアルミニウム複合材を開示する。このアルミニウム複合材に含まれるセラミックス中空粒子を成形するために、樹脂表面に埋め込まれるようにセラミックス粉末を樹脂に付着させた前駆体を用意する。そして、前駆体を焼結し、樹脂を消失させることにより、セラミックス中空粒子が成形される。また、セラミックス粉末材料の一例として各種セメントが挙げられている。

30

【0003】

非特許文献 1 では、廃ガラスと溶融アルミニウムスクラップとを反応させて成形したアルミニウム / 酸化アルミニウム複合材の製造プロセスの考察がなされている。これによれば、廃ガラス（ソーダ石灰ガラス）と溶融アルミニウムスクラップとを反応させた場合、下記（1）式に示す化学反応式

【化 1】



に基づいて、廃ガラス中の主成分である二酸化ケイ素（ SiO_2 ）成分が酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）に置換されること（二酸化ケイ素が還元されること）、および、廃ガラス中に含まれる酸化カルシウム（ CaO ）成分以外の他の金属酸化物も酸化アルミニウム（アルミナ）に置換されること（すなわち酸化カルシウムはアルミナに置換されないこと）、が報告されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2005 - 246463 号公報

【非特許文献】

【0005】

50

【非特許文献１】「廃ガラスと溶融アルミニウムスクラップとの反応に関する基礎的研究」、日本金属学会誌、第７０巻、第６号（２００６）４８３－４８８

【発明の概要】

【０００６】

酸化アルミニウム（アルミナ）成分を含むアルミニウム複合材の硬度は高いので、このようなアルミニウム複合材は高剛性が要求される材料に利用される。上記非特許文献１に示された研究報告は、酸化アルミニウム成分を含有した高剛性のアルミニウム複合材を製造する際に廃ガラスを有効に利用できることを示唆している。そこで、本発明は、廃ガラスではなく、セメントを有効利用して、酸化アルミニウム成分を含有した高剛性のアルミニウム複合材を製造することを目的とする。

10

【０００７】

本発明は、セメントから酸化カルシウム成分を溶出させる（除去する）ことにより、酸化カルシウム成分が減少した脱灰処理セメントを生成する脱灰処理工程と、前記脱灰処理セメントにアルミニウム溶湯を接触させることにより、前記脱灰処理セメント中に含まれる金属酸化物成分のうち酸化カルシウムを除く金属酸化物成分を酸化アルミニウムに置換させる酸化アルミニウム生成工程と、を含む、アルミニウム複合材の製造方法を提供する。この場合、前記酸化アルミニウム生成工程にて、前記脱灰処理セメント中に含まれる金属酸化物成分のうち少なくとも二酸化ケイ素成分が酸化アルミニウムに置換されるとよい。また、前記脱灰処理セメント中に含まれる二酸化ケイ素成分の質量 W_{SiO_2} と酸化カルシウム成分の質量 W_{CaO} との総和（ $W_{SiO_2} + W_{CaO}$ ）に対する二酸化ケイ素成分の質量 W_{SiO_2} の比 R_{SiO_2} （ $= W_{SiO_2} / (W_{SiO_2} + W_{CaO})$ ）が０．７５以上であるのがよい。換言すれば、前記脱灰処理工程は、セメントから酸化カルシウム成分を溶出させることにより、セメント中に含まれる二酸化ケイ素成分の質量 W_{SiO_2} と酸化カルシウム成分の質量 W_{CaO} との総和（ $W_{SiO_2} + W_{CaO}$ ）に対する二酸化ケイ素成分の質量 W_{SiO_2} の比 R_{SiO_2} （ $= W_{SiO_2} / (W_{SiO_2} + W_{CaO})$ ）が０．７５以上となるように酸化カルシウム成分が減少した脱灰処理セメントを生成する工程であるのがよい。さらに、前記脱灰処理工程は、セメントを酸処理することにより、セメントから酸化カルシウム成分を溶出させる工程であるのがよい。

20

【０００８】

例えばセメントとして代表的なポルトランドセメントをアルミニウム溶湯に接触させただけでは、上記（１）式に示す化学反応が十分に起こらず、そのためセメント中の二酸化ケイ素成分が酸化アルミニウムに置換されない。この理由は以下のように考えられる。ポルトランドセメント中に含有される二酸化ケイ素（ SiO_2 ）成分の質量分率は２０．５ｗｔ％であり、酸化カルシウム（ CaO ）成分の質量分率は６８．７ｗｔ％である。これに対し、一般的な廃ガラスであるソーダ石灰ガラス中に含有される二酸化ケイ素（ SiO_2 ）成分の質量分率は７３ｗｔ％、酸化カルシウム（ CaO ）成分の質量分率は５ｗｔ％である。このことからわかるように、ポルトランドセメント中に含有される酸化カルシウム成分の組成配合比率（６８．７ｗｔ％）は、ソーダ石灰ガラス中に含有される酸化カルシウム成分の組成配合比率（５ｗｔ％）に比べて極めて大きい。また、ポルトランドセメント中に含有される二酸化ケイ素成分の組成配合比率（２０．５ｗｔ％）は、ソーダ石灰ガラス中に含有される二酸化ケイ素成分の組成配合比率（７３ｗｔ％）よりもかなり小さい。したがって、ポルトランドセメント中には、アルミニウムと化学反応を起こす成分に比べてアルミニウムと化学反応を起こさない成分が多く含まれる。このことが、上記（１）式の反応を阻害しているものと考えられる。

30

40

【０００９】

これに対して本発明によれば、脱灰処理工程にてセメントから酸化カルシウム（ CaO ）成分を溶出させることにより、酸化カルシウム成分が脱灰処理工程前のセメントに含まれる酸化カルシウム成分よりも減少した（少ない）脱灰処理セメントが生成され、こうして生成された脱灰処理セメントがアルミニウム溶湯に接触される。酸化カルシウム（ CaO ）成分の減少によって、脱灰処理セメントとアルミニウム溶湯との反応性が向上する。

50

特に、脱灰処理工程にて生成される脱灰処理セメント中に含まれる二酸化ケイ素 (SiO_2) 成分の質量 W_{SiO_2} と酸化カルシウム (CaO) 成分の質量 W_{CaO} との総和 ($W_{\text{SiO}_2} + W_{\text{CaO}}$) に対する二酸化ケイ素 (SiO_2) 成分の質量 W_{SiO_2} の比 R_{SiO_2} ($= W_{\text{SiO}_2} / (W_{\text{SiO}_2} + W_{\text{CaO}})$) が 0.75 以上であれば、酸化アルミニウム生成工程にて脱灰処理セメントがアルミニウム溶湯と接触したときに上記 (1) 式の反応が十分に起こり、脱灰処理セメント中の金属酸化物成分のうち酸化カルシウムを除く金属酸化物成分、特に、少なくとも二酸化ケイ素 (SiO_2) 成分、が酸化アルミニウムに置換される (すなわち酸化アルミニウムが生成される)。したがって、セメントを有効利用して、酸化アルミニウム成分を含有したアルミニウム複合材を製造することができる。

10

【0010】

また、本発明の製造方法により得られるアルミニウム複合材は、アルミニウム母材中に高硬度 (約 1500 Hv) の酸化アルミニウム粒子が分散するため、こうして得られたアルミニウム複合材の硬度は一般的なセメントの硬度 (約 400 Hv) よりもはるかに高い。このため、高剛性なアルミニウム複合材を製造することができる。

【0011】

また、アルミニウム複合材は、高剛性化を目的とした場合、予め形成された SiC や Al_2O_3 等の硬質粒子をアルミニウム合金に添加することにより成形される場合が多い。しかし、これらの硬質粒子自体は高価であるので必然的に材料コストが上がる。これに対し、セメントは安価である。したがって、本発明のようにセメントに含有された金属酸化物成分 (特に二酸化ケイ素成分) を酸化アルミニウムに置換することで、高剛性のアルミニウム複合材を安価に製造することができる。

20

【0012】

また、本発明のアルミニウム複合材の製造方法は、前記脱灰処理セメントを加熱することにより前記脱灰処理セメントの表面に付着した不純物を除去する清浄化工程をさらに含み、前記酸化アルミニウム生成工程は、前記清浄化工程で表面から不純物が除去された脱灰処理セメントにアルミニウム溶湯を接触させる工程であるのがよい。これによれば、清浄化工程で脱灰処理セメントの表面が清浄化されているため、酸化アルミニウム生成工程でアルミニウム溶湯を脱灰処理セメントに接触させたときにおける両者の反応性がより向上する。

30

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】アルミナ生成工程で使用した装置の概略図である。

【図2】FE-SEMにより観察された写真と、EDXによる成分分析結果を示す図である。

【図3】アルミニウム複合材中の粒子の硬度をマイクロビッカース計 (10 gf) で測定した結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明に係るアルミニウム複合材の製造方法は、脱灰処理工程 (カルシウム溶出工程) と、酸化アルミニウム生成工程とを含む。以下、それぞれの工程について説明する。

40

【0015】

< 脱灰処理工程 >

脱灰処理工程では、セメントから酸化カルシウム (CaO) 成分が溶出される。「セメント」とは、酸化カルシウム、二酸化ケイ素、酸化鉄成分などを含む無機質接合剤である。本発明で用いられるセメントは、酸化カルシウムを主成分としていてもよいが、少なくとも二酸化ケイ素 (シリカ) が含有されていなければならない。代表的なセメントとして、ポルトランドセメントが挙げられる。ポルトランドセメントの主成分は、ケイ酸三カルシウム (エーライト: $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)、ケイ酸二カルシウム (ビーライト: $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)、カルシウムアルミネート (アルミネート: $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)、カ

50

ルシウムアルミノフェライト（フェライト： $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ）である。これらの成分組成からわかるように、アルミニウム溶湯と反応しない酸化カルシウム成分が、アルミニウム溶湯と反応する成分（二酸化ケイ素成分、酸化鉄成分）に結合している。したがって、脱灰処理工程で酸化カルシウム成分を溶出させることで、アルミニウム溶湯との反応性の向上が期待される。

【0016】

セメントから酸化カルシウムを溶出させるために、セメントを酸処理するのが良い。用いる酸は有機酸でも無機酸でも良い。好ましくは、塩酸や硫酸等の無機酸が用いられる。酸処理により酸化カルシウムがカルシウムイオンとしてセメントから溶出される。

【0017】

この脱灰処理工程により、セメント中から酸化カルシウムが溶出され、その結果、酸化カルシウムが脱灰処理工程前のセメントに含まれていた酸化カルシウムよりも減少した（少ない）セメント（脱灰処理セメント）が生成される。本実施形態では、脱灰処理セメントは、以下のようにして生成された。

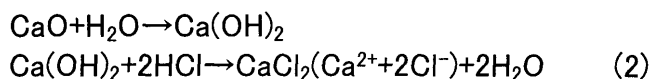
【0018】

まず、原料セメント（ポルトランドセメント）粉34.5gを秤量し、試験槽内の純水約1L中に投入した。その後、試験槽内の純水に塩酸（35.0～37.0wt%）を30ml加え、pHが安定するまで攪拌した。安定時におけるpH=11.19であった。その後、攪拌を停止し、液を濾過してセメント粉を採取し、採取したセメント粉を再度、試験槽内の純水約1L中に投入した。そして、純水中に塩酸を少量ずつ加え、pH=4.20になったところで塩酸の添加を終了した。このときトータルでの塩酸の添加量は66mlであった。

【0019】

塩酸の添加により、（2）式に示す化学反応が起こり、セメント中の酸化カルシウムが水溶液中にカルシウムイオンとして溶出する。

【化2】



【0020】

塩酸の添加を終了した後、すぐに試験槽内の液を濾過してセメント粉を採取した。その後、採取したセメント粉を加熱炉で300に加熱して、セメント粉に付着した水分を除去した。こうして得られたセメント粉が、脱灰処理セメントである。

【0021】

< 酸化アルミニウム生成工程 >

酸化アルミニウム生成工程では、脱灰処理セメントにアルミニウム溶湯を接触させる。アルミニウム溶湯は、アルミニウムが主成分であれば、アルミニウム合金の溶湯でもよい。また、酸化アルミニウム生成工程にて脱灰処理セメントに接触されるアルミニウム溶湯の温度は、そのアルミニウムの融点よりも100以上高い温度であるのがよい。例えば800のアルミニウム溶湯を脱灰処理セメントに接触させるとよい。接触させるアルミニウム溶湯の温度が高いほど、上記（1）式の反応性が向上する。

【0022】

図1は、本実施形態において、酸化アルミニウム生成工程で使用した装置の概略図である。この装置10は、ドーム状のチャンバー11と、チャンバー11の外周に取付けられた電気炉12とを備える。チャンバー11内にはアルミナプレート13が載置されている。また、アルミナプレート13の上方にはノズル14が配設されている。このノズル14からは、アルミニウム溶湯が滴下される。

【0023】

このような装置10を用いてアルミナ生成工程を実施する前に、まず、チャンバー11内のアルミナプレート13上に脱灰処理セメントHを載置させる。次いで、チャンバー1

10

20

30

40

50

1 内を減圧して真空状態 ($< 0.5 \text{ Torr}$) にする。その後、電気炉 12 を作動させて、チャンバー 11 内の温度を 1000 まで昇温する (昇温速度: $15 / \text{min}$)。昇温が完了したら、その状態を 30 分保持し、その後電気炉 12 の作動を停止させて放冷する。この処理により、アルミナプレート 13 上の脱灰処理セメント H の表面に付着している水分等の吸着成分 (不純物) が除去されて、脱灰処理セメント H の表面が清浄化される (表面清浄化工程)。放冷後、再度電気炉 12 を作動させてチャンバー 11 内を加熱する。次いで、チャンバー 11 内の気体をアルゴンで置換する。

【0024】

その後、チャンバー 11 内の温度を 900 まで昇温する (昇温速度: $15 / \text{min}$)。昇温完了後、 10 分間温度保持し、その後にアルミニウム溶湯をノズル 14 から滴下した。これにより脱灰処理セメント H がアルミニウム溶湯 AL に接触する。このとき上記 (1) 式に示すような金属酸化物の還元反応が起こり、脱灰処理セメント H 内に含まれる二酸化ケイ素成分が酸化アルミニウムに置換される (酸化アルミニウム生成工程)。また、脱灰処理セメント H 内に含まれる酸化カルシウム成分以外のその他の金属酸化物成分も、酸化アルミニウムに置換される。これにより酸化アルミニウムを含むアルミニウム複合材が製造される。アルミニウム溶湯の滴下後、 2 時間放置し、その後、電気炉 12 の作動を停止させてチャンバー 11 内を冷却した。冷却後、生成されたアルミニウム複合材を取り出した。

【0025】

(評価試験)

上記 (1) 式に示す二酸化ケイ素の還元反応は、反応に用いられるセメントに含まれている酸化カルシウムの量に対する二酸化ケイ素の量が多いほど起こり易いと考えられる。そこで、脱灰処理工程にて、セメントに含まれる酸化カルシウムの量に対する二酸化ケイ素の量がどの程度であれば、酸化アルミニウムの生成反応の反応性 ((1) 式の反応性) が向上するかを見極めるために、以下のような評価試験を実施した。

【0026】

1. 評価サンプルの作製

脱灰処理工程でセメントから溶出される酸化カルシウムの量が多いほど、酸化カルシウムに対する二酸化ケイ素の量は多くなる。また、溶出される酸化カルシウムの量は、脱灰処理工程にて加えられる塩酸の添加量に応じて変化する。そこで、脱灰処理工程にて塩酸の添加量を変えることによって、酸化カルシウムの溶出量の異なる 3 つの脱灰処理セメント (セメント粉 A, B, C) を原料粉として作製した。また、比較例として、石英ガラス粉 (SiO_2) およびソーダ石灰ガラス粉からなる原料粉を用意した。これらの原料粉に含有される二酸化ケイ素の質量 (あるいは質量分率) と酸化カルシウムの質量 (あるいは質量分率) の総和に対する二酸化ケイ素の質量 (あるいは質量分率) の比を R_{SiO_2} で表わした。表 1 に、各原料粉の比 R_{SiO_2} 、粒径、密度、組成をまとめて示す。なお、組成は ICP 分析 (誘導結合プラズマ分析) により測定した。

【表 1】

原料粉	R_{SiO_2}	粒径 [μm]	密度 [g/cm^3]	組成[wt%]							
				SiO_2	CaO	MgO	Na_2O	Al_2O_3	Fe_2O_3	他	計
石英ガラス粉(SiO_2)	1.00	12.5	2.2	99.9	0	0	0	0	0	0.1	100
ソーダ石灰ガラス粉	0.88	30.0	2.5	72	10	3	15	0	0	0	100
セメント粉A	0.23	19.8	3.3	20.5	68.7	1.2	0.3	4.5	2.6	2.2	100
セメント粉B	0.48	15.8	2.9	36.3	38.7	1.7	0.3	8.8	5.2	9	100
セメント粉C	0.75	17.0	2.6	48.6	16.2	0.8	0.1	8.5	6.9	19	100

【 0 0 2 7 】

表 1 に示す各原料粉の表面に吸着された成分（水分、ガスなどの不純物）を除去するため、各原料粉を減圧雰囲気中で 600 以上に加熱し、30～60 分程度加熱保持した。加熱後、各原料粉に溶解したアルミニウム合金 A1070（Si：0.2 wt%、Fe：0.25 wt%、Cu：0.04 wt%、Mn：0.03 wt%、Mg：0.03 wt%、Zn：0.04 wt%、Ti：0.03 wt%、Al：99.7 wt%）を接触させ、両者を反応させた。このときアルミニウム溶湯の温度は 800～900 とし、反応時間は 1 時間程度とした。その後、自然放冷した。これによりアルミニウム複合材の評価サンプルを得た。

【 0 0 2 8 】

10

2. 評価結果

2-1. 酸化アルミニウムの生成の確認

各評価サンプルを FE-SEM（電界放出型走査電子顕微鏡）で観察するとともに、EDX（エネルギー分散型 X 線分析装置）で成分分析した。図 2 に、各評価サンプルの FE-SEM（電子顕微鏡）像と、EDX による成分分析結果を示す。

【 0 0 2 9 】

図 2 中の FE-SEM（電子顕微鏡）像において、斜線で示した部分が、原料粉を構成する金属酸化物粒子であり、その周りがアルミニウムである。したがって、これらの評価サンプルは、アルミニウムマトリクス中に金属酸化物粒子が分散したアルミニウム複合材である。なお、アルミニウム溶湯を接触させる前において、斜線で示される金属酸化物粒子の成分は、主に二酸化ケイ素である。

20

【 0 0 3 0 】

石英ガラス粉（ SiO_2 ）またはソーダ石灰ガラス粉が原料粉である場合、EDX による分析結果から、アルミニウム溶湯を接触させた後において、斜線で示される粒子中にケイ素成分はほとんど検出されなかった。その代わり粒子中にアルミニウム成分と酸素成分が検出された。ケイ素成分は、粒子の周りで検出された。このことから、酸化アルミニウム生成工程で原料粉中の二酸化ケイ素成分がアルミニウム酸化物（アルミナ）に置換されたことがわかる。

【 0 0 3 1 】

同様に、原料粉がセメント粉 C である場合、EDX による分析結果から、アルミニウム溶湯を接触させた後において、斜線で示される粒子中にケイ素成分は僅かに検出されたに過ぎず、その代わり粒子中にアルミニウム成分と酸素成分が検出された。したがって、酸化アルミニウム生成工程で二酸化ケイ素成分がアルミニウム酸化物に置換されたことがわかる。

30

【 0 0 3 2 】

一方、原料粉がセメント粉 A およびセメント粉 B である場合、EDX による分析結果から、アルミニウム溶湯を接触させた後においても、斜線で示される粒子中にケイ素成分が多く検出され、アルミニウム成分はほとんど検出されなかった。つまり、原料粉がセメント粉 A およびセメント粉 B である場合、原料粉を構成する金属酸化物粒子（特に二酸化ケイ素粒子）の酸化アルミニウムへの置換反応が起こらないことがわかる。置換反応が起こらないセメント粉 A の比 R_{SiO_2} は 0.23、セメント粉 B の比 R_{SiO_2} は 0.48 であり、一方、置換反応が起こるセメント粉 C の比 R_{SiO_2} は 0.75 であるから、原料粉がセメント粉である場合、比 R_{SiO_2} が 0.75 以上であれば、セメント粉に含まれる金属酸化物（酸化カルシウムを除く）、特に二酸化ケイ素が還元されて酸化アルミニウムが生成されることがわかる。

40

【 0 0 3 3 】

2-2. 硬度測定

上記のように作製したアルミニウム複合材中の粒子の硬度をマイクロビッカース計（10 gf）で測定した。測定結果を図 3 に示す。図 3 に示すように、原料粉がセメント粉 A、B であるアルミニウム複合材中の粒子の硬度は 384～437 Hv 程度であった。これ

50

に対し、原料粉がセメント粉Cであるアルミニウム複合材中の粒子の硬度は1020HVである。この結果から、原料粉がセメント粉Cであるアルミニウム複合材の硬度は、酸化アルミニウムの生成により一般のセメントの硬度よりもはるかに高いことがわかる。また、原料粉がセメント粉Cであるアルミニウム複合材中の粒子の硬度は、原料粉が石英ガラス粉やソーダ石灰ガラス粉であるアルミニウム複合材中の粒子の硬度に近い。このことから、比 R_{SiO_2} が0.75以上である脱灰処理セメントを用いてアルミニウム複合材を製造した場合には、十分に高剛性のアルミニウム複合材を製造できることがわかった。

【0034】

以上のように、本実施形態に係るアルミニウム複合材の製造方法は、セメントから酸化カルシウム成分を溶出させることにより、セメント中に含まれる二酸化ケイ素成分の質量 W_{SiO_2} と酸化カルシウム成分の質量 W_{CaO} との総和($W_{SiO_2} + W_{CaO}$)に対する二酸化ケイ素成分の質量 W_{SiO_2} の比 R_{SiO_2} ($= W_{SiO_2} / (W_{SiO_2} + W_{CaO})$)が0.75以上であるように酸化カルシウム成分が減少した脱灰処理セメントを生成する脱灰処理工程と、脱灰処理セメントにアルミニウム溶湯を接触させることにより、脱灰処理セメント中に含まれる金属酸化物成分のうち酸化カルシウムを除く金属酸化物成分、特に、二酸化ケイ素成分を酸化アルミニウムに置換させる酸化アルミニウム生成工程とを含む。

【0035】

本実施形態に係るアルミニウム複合材の製造方法によれば、脱灰処理工程にてセメント中に含有されている酸化カルシウム(CaO)成分が減少されているので、その後の酸化アルミニウム生成工程にてアルミニウム溶湯との反応性が向上する。特に、脱灰処理工程にて生成される脱灰処理セメント中に含まれる二酸化ケイ素(SiO_2)成分の質量 W_{SiO_2} と酸化カルシウム(CaO)成分の質量 W_{CaO} との総和($W_{SiO_2} + W_{CaO}$)に対する二酸化ケイ素(SiO_2)成分の質量 W_{SiO_2} の比 R_{SiO_2} ($= W_{SiO_2} / (W_{SiO_2} + W_{CaO})$)が0.75以上であれば、上記(1)式で示される二酸化ケイ素の還元反応が十分に起こり、脱灰処理セメント中の金属酸化物成分のうち酸化カルシウム成分以外の金属酸化物成分、特に、少なくとも二酸化ケイ素(SiO_2)成分が酸化アルミニウムに置換される(すなわち酸化アルミニウムが生成される)。したがって、セメントを有効利用して、酸化アルミニウム成分を含有したアルミニウム複合材を製造することができる。

【0036】

また、本実施形態の製造方法により得られるアルミニウム複合材は、アルミニウム母材中に高硬度の酸化アルミニウム粒子が分散するように構成される。このため、高剛性なアルミニウム複合材を製造することができる。また、安価なセメントを利用して、高剛性のアルミニウム複合材を安価に製造することができる。

【0037】

また、清浄化工程にて、脱灰処理セメントを加熱して脱灰処理セメントの表面に付着した不純物を除去しているので、その後のアルミニウム生成工程でアルミニウム溶湯を脱灰処理セメントに接触させたときにおける両者の反応性をより向上させることができる。

【符号の説明】

【0038】

10 ... 装置、 11 ... チャンバー、 12 ... 電気炉、 13 ... アルミナプレート、 14 ... ノズル

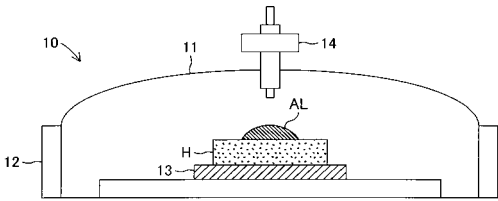
10

20

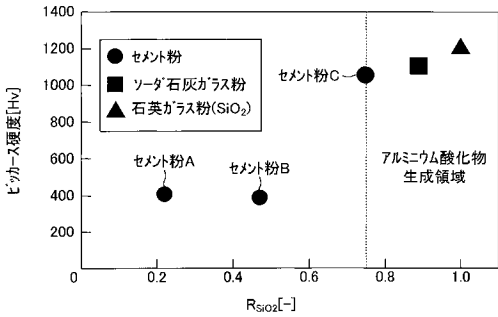
30

40

【 図 1 】



【 図 3 】



【 図 2 】

原料粉	電子顕微鏡像	Si	O	Al	Ca	Mg	反応
石英ガラス粉(SiO_2) (R_{SiO_2} :1.00)					未検出		○
ソーダ石灰ガラス粉 (R_{SiO_2} :0.88)							○
セメント粉A (R_{SiO_2} :0.23)							×
セメント粉B (R_{SiO_2} :0.48)							×
セメント粉C (R_{SiO_2} :0.75)							○