(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3995288号
(P3995288)
(45)発行日　平成19年10月24日(2007.10.24)　(24)登録日　平成19年8月10日(2007.8.10)

(51)Int.Cl.			F I		
H01M	***4/24***	***(2006.01)***	H01M	4/24	G
H01M	***4/26***	***(2006.01)***	H01M	4/26	G
H01M	***4/62***	***(2006.01)***	H01M	4/62	C
H01M	*4/44*	*(2006.01)*	H01M	4/44	

請求項の数 3　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平8-219206
(22)出願日　平成8年7月31日(1996.7.31)
(65)公開番号　特開平10-50311
(43)公開日　平成10年2月20日(1998.2.20)
審査請求日　平成15年1月22日(2003.1.22)

(73)特許権者　000001889
三洋電機株式会社
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号
(74)代理人　100090446
弁理士　中島　司朗
(72)発明者　武藤　豊茂
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号　三洋電機株式会社内
(72)発明者　下園　和樹
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号　三洋電機株式会社内
(72)発明者　寺坂　雅行
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号　三洋電機株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】アルカリ蓄電池用カドミウム負極およびその製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
カドミウム化合物，金属カドミウム又はそれらの混合物からなる活物質を含むアルカリ蓄電池用カドミウム負極において、
前記活物質に、インジウム，インジウム化合物及びそれらの混合物から選択されたものと、イットリウム，イットリウム化合物及びそれらの混合物から選択されたものとが添加され、
前記インジウム，インジウム化合物及びそれらの混合物から選択されたものの前記活物質に対する添加量は、インジウム単体に換算して３０～１０００ｐｐｍであり、
前記イットリウム，イットリウム化合物及びそれらの混合物から選択されたものの前記活物質に対する添加量は、イットリウム単体に換算して０．３～２．５ｗｔ％であることを特徴とするアルカリ蓄電池用カドミウム負極。
【請求項２】
前記活物質に、酸化インジウムと酸化イットリウムとが添加されていることを特徴とする請求項１記載のアルカリ蓄電池用カドミウム負極。
【請求項３】
カドミウム化合物、金属カドミウム又はそれらの混合物を活物質として含む活物質ペースト中に酸化インジウム及びイットリウムを添加混合することを特徴とするアルカリ蓄電池用カドミウム負極の製造方法。
【発明の詳細な説明】

【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、ニッケル－カドミウム蓄電池などのアルカリ蓄電池に用いるカドミウム負極に関する。
【０００２】
【従来の技術】
ニッケル－カドミウム蓄電池を初めとするアルカリ蓄電池は、携帯用電子機器の電源として広く用いられているが、それらの電子機器が使用される環境上、活物質利用率が高く且つサイクル特性の高いものが求められている。それに伴って、アルカリ蓄電池に用いるカドミウム負極に対しても活物質利用率及びサイクル特性の向上が求められている。
【０００３】
カドミウム負極としては、焼結式負極が従来から用いられているが、比較的製造工程が簡単でコスト面で有利な非焼結式のカドミウム負極も広く用いられるようになっている。
非焼結式カドミウム負極は、酸化カドミウム粒子などからなる活物質を結着剤を用いて電極基板上に保持させることにより作製され、焼結式カドミウム負極と比べると、電極基板に焼結体を用いないので活物質を多く保持させることができるが、焼結体の導電ネットワークが得られないため、活物質利用率は低くなる。
【０００４】
そこで、非焼結式カドミウム負極において、活物質利用率を向上させるための研究がなされている。
例えば、活物質に対して炭素材やニッケル粉末等の導電剤を添加して電極内に導電ネットワークを構築し、活物質利用率が向上できることが知られているが、この方法で向上できる活物質利用率の程度には限度がある。
【０００５】
一方、特開昭６２－２１１８６２号公報には、負極の酸化カドミウム粉末に対して酸化イットリウムを配合することによって、活物質利用率が向上することが記載されている。
また、特開昭６２－２４３２５４号公報には、負極の主活物質としての酸化カドミウム又は水酸化カドミウムと、予備充電生成物質としての金属カドミウムを含むカドミウム負極において、金属カドミウムにインジウムを含有させることによって活物質利用率が向上することが記載されている。
【０００６】
このような技術を用いることによって、非焼結式カドミウム負極の活物質利用率を向上することができる。
【０００７】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、上記のように、カドミウム負極中にイットリウムを配合した場合、電池の充放電サイクルの進行に伴ってカドミウム負極の放電容量が低下し、それによって電池容量が低下しやすくなるという問題がある。
一方、上記のように、カドミウム負極の中にインジウムを含有させた場合、電池の充放電サイクルの初期から、充電末期において負極に電圧がかかって水素ガスが発生しやすくなり、それによって電池寿命が低下するという問題がある。
【０００８】
本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、高い活物質利用率を得ることができ、且つ電池の充放電サイクルの進行に伴う放電容量の低下や充電末期における負極からの水素ガスの発生を抑制することが可能なアルカリ蓄電池用カドミウム負極を提供することを目的とする。
【０００９】
【課題を解決するための手段】
上記目的を達成するために、本発明は、カドミウム化合物，金属カドミウム又はそれらの混合物からなる活物質を含むアルカリ蓄電池用カドミウム負極において、活物質に、イン

ジウム，インジウム化合物及びそれらの混合物から選択されたものと、イットリウム，イットリウム化合物及びそれらの混合物から選択されたものとを添加した。

【００１０】

これによってインジウムやインジウム化合物の添加による活物質利用率の向上効果と、イットリウムやイットリウム化合物の添加による活物質利用率の向上効果とが得られるのに加えて、次のような効果も生じる。

アルカリ蓄電池用カドミウム負極において、イットリウムやイットリウム化合物を添加した場合、電池の充放電サイクルの進行に伴うカドミウム負極の放電容量の低下が生じやすくなるが、これと共にインジウムやインジウム化合物を添加することによって放電容量の低下抑制がされる。

【００１１】

一方、アルカリ蓄電池用カドミウム負極において、インジウムやインジウム化合物を添加した場合、充放電サイクル初期であっても電池の充電末期において負極から水素ガスが発生しやすくなるが、これと共にイットリウムやイットリウム化合物を添加することによって水素ガス発生が抑制される。

即ち、インジウムやインジウム化合物と、イットリウムやイットリウム化合物とを共に添加することによって、電池の充放電サイクルの進行に伴う放電容量の低下と、充電末期における負極からの水素ガスの発生とを共に抑制することが可能となる。

【００１２】

特に、活物質に対して酸化インジウムと酸化イットリウムとを添加した場合、上記の効果が優れることが確認されている。

ここで、インジウムやインジウム化合物の活物質に対する添加量としては、インジウム単体重量換算で３０～１０００ｐｐｍであることが望ましい。

また、イットリウムやイットリウム化合物の活物質に対する添加量としては、イットリウム単体重量換算で０．３～２．５ｗｔ％であることが望ましい。

【００１３】

【発明の実施の形態】

ニッケル－カドミウム蓄電池は、水酸化ニッケルを主活物質とする正極と、酸化カドミウムを主活物質とするカドミウム負極とが、セパレータを介して積層された状態で外装缶に収納され、電解液としてのアルカリ水溶液が含浸されて構成されている。

【００１４】

（１）カドミウム負極についての説明

このニッケル－カドミウム蓄電池に用いるカドミウム負極は、次のように製造することができる。

酸化カドミウム等からなる活物質に対して、インジウム又はインジウム化合物と、イットリウム又はイットリウム化合物とを添加混合したものを準備し、結着剤を溶剤に溶解した溶液をこれに加えることによって活物質ペーストを調整する。

【００１５】

そして、この活物質ペーストを、導電性芯体に塗着して乾燥することによってカドミウム負極板を作製することができる。

活物質としては、通常、カドミウム負極に多く用いられている酸化カドミウム、或は酸化カドミウムと金属カドミウムの混合物を用いればよいが、水酸化カドミウム等を、単独或は酸化カドミウムや金属カドミウムと混合して用いることもできる。

【００１６】

活物質にインジウムやインジウム化合物を添加する形態としては、酸化インジウム，水酸化インジウムなどの粉末粒子を上記活物質粒子に添加混合してもよいし、インジウムを活物質粒子中に含有させてもよい。

添加するインジウム或はインジウム化合物の量は、活物質に対して、インジウム単体に換算して３０～１０００ｐｐｍであることが好ましい。

【００１７】

活物質にイットリウムやイットリウム化合物を添加する形態としては、酸化イットリウム，水酸化イットリウムなどの粉末粒子を上記活物質粒子に添加混合してもよいし、イットリウムを活物質粒子中に含有させてもよい。
添加するイットリウム或はイットリウム化合物の量は、活物質に対して、イットリウム単体に換算して０．３～２．５ｗｔ％であることが好ましい。
【００１８】
活物質粒子中にインジウムやイットリウムを含有させる場合の製造方法の一例として、硫酸カドミウム溶液中に、硫酸インジウムや硫酸イットリウムを溶解させ、アルカリ処理を行った後、更に亜鉛粉末を加えて還元することによって、インジウムやイットリウムが含有された金属カドミウム粒子を作製し、これを酸化カドミウムと混合して製造する方法を挙げることができる。
【００１９】
結着剤を溶剤に溶解した溶液としては、メチルセルロース、カルボキシメチルセルロース，ポリビニルアルコールを、水あるいはエチレングリコールに溶解させたもの等を用いることができる。
なお、上記のカドミウム負極の製造方法において、活物質に対して金属ニッケル、炭素材等の導電剤を添加してもよい。
【００２０】
（２）インジウム及びイットリウムの添加による効果についての説明
カドミウム負極の活物質にインジウム及びイットリウムを共に添加することによって、活物質利用率と、電池のサイクル特性が向上する理由について考察する。
（２－１）活物質利用率の向上について
インジウムは周期律表においてカドミウムの隣であって性質が近いために、インジウムを添加すると、金属カドミウムの結晶中に置換されやすく、結晶格子欠陥を生じさせて結晶状態を不安定にする。そのために、活物質が電気化学的に活性化されて活物質利用率が向上される。
【００２１】
イットリウムを添加すると、金属カドミウムや水酸化カドミウムの化学的溶解反応を容易にするため、活物質利用率が向上される。
そして、インジウム及びイットリウムを共に添加すると、この両方の作用を得ることによって活物質利用率が向上される。
（２－２）電池のサイクル特性の向上について
本発明者らは、カドミウム負極の活物質にイットリウムやインジウムを添加することが、析出する水酸化カドミウムの結晶の大きさにどのような影響を及ぼすかについて調べたところ、イットリウムの添加は水酸化カドミウム結晶を微細化し、インジウムの添加は水酸化カドミウム結晶を粗大化することを見出した。
【００２２】
放電時に析出する水酸化カドミウムの結晶が微細化すると、表面積が大きくなり電解液との接触面も拡大するので、充電受け入れ性が向上して充電深度は増加するが、金属カドミウムの周りに水酸化カドミウムが緻密に配列して金属カドミウム表面を覆ってしまう。これが、電解液と充電状態の活物質である金属カドミウムとの接触を阻害して、活物質の放電を妨げるので、放電深度が浅くなる（即ち、放電できない活物質が増加して負極容量は減少する）。
【００２３】
一方、負極上に析出する水酸化カドミウムの結晶が粗大化すると、放電時には前述の場合とは逆に、活物質が覆われにくくなるため活物質の放電は妨げられず放電深度は深くなるが、表面積が小さくなるので充電受け入れ性が低下して充電深度が浅くなる（即ち、早期に大きな過電圧が負極にかかり水素ガス発生が促される）。
【００２４】
そこで、カドミウム負極の活物質にイットリウム及びインジウムを共に添加することによ

って、電池の充放電サイクルの進行に伴って放電時に析出する水酸化カドミウムの結晶を適度な大きさに保つことができ、これによって、充放電サイクルが進行しても充電深度や放電深度が浅くなるのを抑制することができることがわかった。

【００２５】

【実施例】

（実施例）

酸化カドミウム粉末８０重量部と金属カドミウム粉末２０重量部との混合物を活物質とし、この活物質に対して、表１に示す各添加量で酸化インジウム及び酸化イットリウムを添加混合し、メチルセルロース水溶液（１ｗｔ％のメチルセルロース含有）２０重量部を加えて活物質ペーストを調整した。

【００２６】

各活物質ペーストを、厚み０．０８ｍｍの導電性芯体に塗着，乾燥して、負極板１～９を作製した。

（比較例）

上記実施例と同様の負極板において、表１に示すように、酸化インジウムのみを添加したもの、酸化イットリウムのみを添加したもの及び両方とも添加しないものを作製し、負極板１０，１１，１２とした。

【００２７】

なお、この比較例において酸化インジウムの添加量、酸化イットリウムの添加量は、活物質利用率の向上効果を得るのに適当な値に設定した。

【００２８】

【表１】

添加剤の添加量

負極板No	酸化インジウム量（インジウム重量換算）	酸化イットリウム量（イットリウム重量換算）	放電容量
1	30 ppm	1%	78.5%
2	200 ppm	1%	80%
3	1000 ppm	1%	85%
4	2000 ppm	1%	82%
5	200 ppm	0.1%	77.5%
6	200 ppm	0.3%	79.5%
7	200 ppm	1%	80%
8	200 ppm	2.5%	79%
9	200 ppm	5%	77%
10	200 ppm	0%	74%
11	0 ppm	1%	76%
12	0 ppm	0%	68%

なお、表１に記載した酸化インジウム及び酸化イットリウムの添加量は、インジウム単体及びイットリウム単体の重量に換算した量である（以後、これをインジウム添加量及びイットリウム添加量と記載する）。

（実験１）

上記実施例及び比較例の負極板１～１２を、各々４０×７５ｍｍの大きさに切断して試料極板１～１２を作製した。試料極板１～１２の各々に対して、充分な電気化学容量を有する焼結式正極板２枚を対極として準備し、これで試料極板１～１２を挟持して極板群を作製し、比重１．２３の水酸化カリウム水溶液を含浸させて測定セルを作製した。

【００２９】

作製した各測定セルを、試料極板１～１２の理論容量に対して０．１ＣｍＡの電流で１２０％まで充電し、その後１ＣｍＡの電流で完全放電して放電容量を測定し、次の式に基づいて充放電サイクルの初期の活物質利用率（以降、初期利用率という。）を算出した。

活物質利用率（％）＝（測定容量／理論容量）×１００

ここで、理論容量は、カドミウム負極に活物質として用いた酸化カドミウム及び金属カドミウムが、充放電時に、下記化１に示すようなカドミウムと二価の水酸化カドミウムとの間の電気化学的反応を起こすものとして算出した値である。

【００３０】

【化１】

$$Cd(OH)_2 + 2e^- \leftrightarrow Cd + 2OH^-$$

表１には、試料極板１～１２についての初期利用率が示されている。

表１に示した初期利用率の値について見ると、酸化インジウムも酸化イットリウムも添加しない試料負極１２では６８％であるのに対して、酸化インジウムを添加した試料負極１０では７４％に、酸化イットリウムを添加した試料負極１１では７６％に向上し、酸化インジウムと酸化イットリウムの両方を添加した試料負極２では８０％に向上している。

【００３１】

これは、酸化インジウムと酸化イットリウムの両方を添加することによって、酸化インジウム或は酸化イットリウムを単独で添加する場合よりも初期利用率を向上できることを示している。

図１は、イットリウム添加量を１ｗｔ％に固定したときの、インジウム添加量に対する初期利用率の関係を示す特性図であって、表１の負極板１～４，１１についての初期利用率の値に基づいて作図した。

【００３２】

この特性図からわかるように、初期利用率は、インジウム添加量が０ｐｐｍのときには７６％であるのに対して、３０ｐｐｍのときには７８．５％となり、３０～２０００ｐｐｍの範囲ではインジウム添加量の増加につれて徐々に向上し、２０００ｐｐｍでは８２％となっている。

これより、イットリウム添加量が１ｗｔ％のとき、インジウム添加量としては３０ｐｐｍ以上が好ましいことがわかる。

【００３３】

図２は、インジウム添加量を２００ｐｐｍに固定したときの、イットリウム添加量に対する初期利用率の関係を示す特性図であって、表１の負極板２，５～１０についての初期利用率の値に基づいて作図した。

この特性図からわかるように、初期利用率は、イットリウム添加量が０ｗｔ％のときには７４％であるのに対して、０．１ｗｔ％では７７．５％、０．３ｗｔ％では７９．５％、１．０ｗｔ％では８０％と向上しているが、イットリウム添加量が１．０ｗｔ％を越えると添加量が増加するにしたがって初期利用率は徐々に低下し、イットリウム添加量が２．５ｗｔ％では７９％、５．０ｗｔ％では７７％となっており、０．３～２．５ｗｔ％の範囲で比較的高い値を示している。

【００３４】

これより、インジウム添加量が２００ｐｐｍのとき、イットリウム添加量としては０．３～２．５ｗｔ％の範囲が好ましいことがわかる。

（実験２）

上記実験１の充電時において、測定セル１～１０について、充電時間に対する負極電位の変化を調べた。図３はその結果を示す特性図である。

【００３５】

酸化インジウムと酸化イットリウムの両方が添加されている負極板１～９を用いた測定セル１～９と比べて、酸化インジウムだけが添加された負極板１０を用いた測定セル１０では、充電時間の早い時期に負極の電位が上昇している。

また、測定セル１０では、測定セル１～９と比べて、充電時間の早い時期に水素ガスの発

生が観察された。
【００３６】
これは、測定セル１０においては、添加された酸化インジウムが充電時に生じる水酸化カドミウム結晶を粗大化して充電深度を低下させるのに対して、測定セル１～９においては、酸化インジウムと共に添加された酸化イットリウムが、水酸化カドミウム結晶の粗大化を抑制して充電深度の低下を抑制することを裏付けている。
【００３７】
（実験３）
上記負極板２，１０，１１を用いて、以下のように電池を作製してサイクル試験を行った。
負極板２，１０，１１の各々を、水酸化ニッケルを主活物質とするニッケル正極及び電解液と組み合わせて、容量１０００ｍＡｈの密閉型ニッケル－カドミウム蓄電池を作製した。なお、電池容量は正極によって規定し、カドミウム負極の容量は１．５倍とした。
【００３８】
作製した蓄電池を用いて、常温で０．１ＣｍＡ（１００ｍＡ）の充電電流で１６時間充電を行い、その後１ＣｍＡ（１０００ｍＡ）の電流で放電を行うサイクル条件で、充放電を１５サイクル繰り返し、放電容量の推移を測定した。
図４は、この結果を示すものであって、１サイクル目の放電容量を基準（１００％）としたときの放電容量の推移を示す特性図である。
【００３９】
酸化インジウムと酸化イットリウムとが添加された負極板２，酸化インジウムのみが添加された負極板１０については、充放電サイクルの進行に伴う放電容量の低下は見られないが、酸化イットリウムのみが添加された負極板１１については、放電容量は５サイクル目で９１％に低下し、以降も次第に低下している。
これは、酸化イットリウムだけを添加すると、充電時に生じる水酸化カドミウム結晶を微細化して放電深度を低下させるのに対して、酸化イットリウムと共に酸化インジウムを添加すると、水酸化カドミウム結晶の微小化を抑制して放電深度の低下を抑制することを裏付けている。また、酸化インジウムのみを添加した場合には放電深度の低下がないことも示している。
【００４０】
（実験４）
表１に示されるように、負極板１１，１～４は、イットリウム添加量がいずれも１ｗｔ％であって、インジウム添加量は、０ｐｐｍ，３０ｐｐｍ，２００ｐｐｍ，１０００ｐｐｍ，２０００ｐｐｍである。
この負極板１１，１～４を用いて、上記実験３と同様にして、容量１Ａｈの密閉型ニッケル－カドミウム蓄電池を５個づつ作製した。
【００４１】
そして、作製した蓄電池を用いて、０℃雰囲気下、０．２ＣｍＡ（２００ｍＡ）の充電電流で１０日間充電を行い、電解液の漏れの発生の観察と充電末期の電圧の測定を行った。
　電解液の漏れの発生については、５個の電池の中で電解液漏れが発生した電池の個数の割合で評価した。
表２にこれらの結果を示す。
【００４２】
【表２】

インジウム添加量と過充電の関係

負極板No	インジウム添加量	充電末期電圧	漏液数
11	0 ppm	1.59V	0 / 5
1	30 ppm	1.60	0 / 5
2	200 ppm	1.60	0 / 5
3	1000 ppm	1.62	0 / 5
4	2000 ppm	1.75	3 / 5

インジウム添加量が１０００ｐｐｍ以下の範囲では、充電末期の電圧が１．５９～１．６２Ｖであって外装缶からの電解液漏れもないが、２０００ｐｐｍでは、充電末期の電圧が１．７５Ｖと高い値を示し外装缶からの電解液漏れが６０％発生している。

【００４３】

これは、インジウム添加量が１０００ｐｐｍ以下の範囲では、インジウム添加による充電深度の低下がイットリウムの添加によって十分に抑制されるのに対して、インジウム添加量が２０００ｐｐｍ以上になると、イットリウム添加によって十分に抑制できないことを示している。

この結果と、実験１の図１の結果とから、イットリウム添加量が１ｗｔ％の場合、インジウム添加量は３０～１０００ｐｐｍが適当であることがわかる。

【００４４】

（実験５）

酸化インジウムのみを添加した負極板１０、酸化イットリウムのみを添加した負極板１１、酸化インジウム及び酸化イットリウムを共に添加した負極板２を用いて、上記実験３のサイクル試験と同様の条件で充放電を５０サイクル繰り返した後、各負極板上に析出した水酸化カドミウム結晶を電子顕微鏡で観察した。

【００４５】

図５～７はその電子顕微鏡写真であって、図５は負極板１０、図６は負極板１１、図７は負極板２についてのものである。

これらの写真から、酸化インジウムのみを添加した負極板１０では水酸化カドミウムの結晶が粗大であり、酸化イットリウムのみを添加した負極板１１では水酸化カドミウムの結晶が微細となっていることがわかる。一方、酸化インジウム及び酸化イットリウムを共に添加した負極板２では水酸化カドミウムの結晶が適度な大きさになっていることがわかる。

【００４６】

（その他の事項）

上記のインジウム添加量による影響を調べる実験では、イットリウム添加量を１ｗｔ％に固定して調べたが、イットリウム添加量が０．３～２．５ｗｔ％の範囲において同様の傾向が見られ、インジウム添加量として３０～１０００ｐｐｍの範囲が好ましいことが確認された。

【００４７】

また、イットリウム添加量による影響を調べる実験では、インジウム添加量を２００ｐｐｍに固定して調べたが、インジウム添加量が３０～１０００ｐｐｍの範囲において同様の傾向が見られ、イットリウム添加量として０．３～２．５ｗｔ％の範囲が好ましいことが確認された。

また、上記実験では、活物質として酸化カドミウムと金属カドミウムとの混合物を用い、酸化イットリウム並びに酸化インジウムを添加混合する場合について調べたが、この他に

、活物質として酸化カドミウムのみを用いる場合、水酸化イットリウムや水酸化インジウムを添加する場合、イットリウム及びインジウムを含有させた金属カドミウムと酸化カドミウムとを混合したものを用いる場合等においても、同様の効果を得ることができる。

【００４８】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、カドミウム負極の活物質に、インジウム，インジウム化合物及びそれらの混合物から選択されたものと、イットリウム，イットリウム化合物及びそれらの混合物から選択されたものとを添加することにより、アルカリ蓄電池において、高い活物質利用率を得ることができ、且つ電池の充放電サイクルの進行に伴う放電容量の低下や充電末期における負極からの水素ガスの発生を抑制して電池の長寿命化に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】実験１の結果であって、インジウム添加量に対する初期利用率の関係を示す特性図である。

【図２】実験１の結果であって、イットリウム添加量に対する初期利用率の関係を示す特性図である。

【図３】実験２の結果であって、充電時間に対する負極電位の変化を示す特性図である。

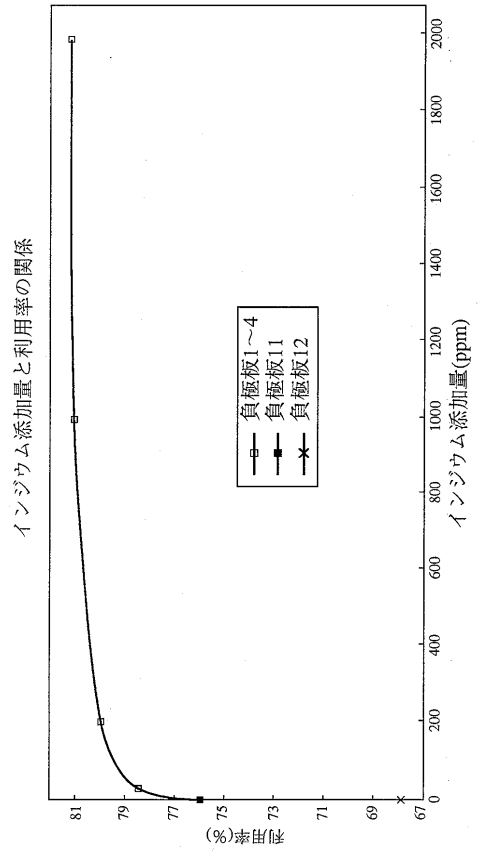
【図４】実験３の結果を示すものであって、放電容量の推移を示す特性図である。

【図５】実験５の結果を示すものであって、負極板１０の電子顕微鏡写真（図面代用写真）である。

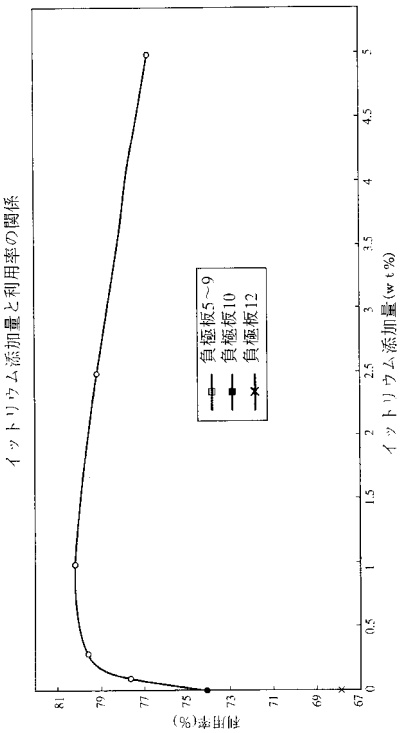
【図６】実験５の結果を示すものであって、負極板１１の電子顕微鏡写真（図面代用写真）である。

【図７】実験５の結果を示すものであって、負極板２の電子顕微鏡写真（図面代用写真）である。

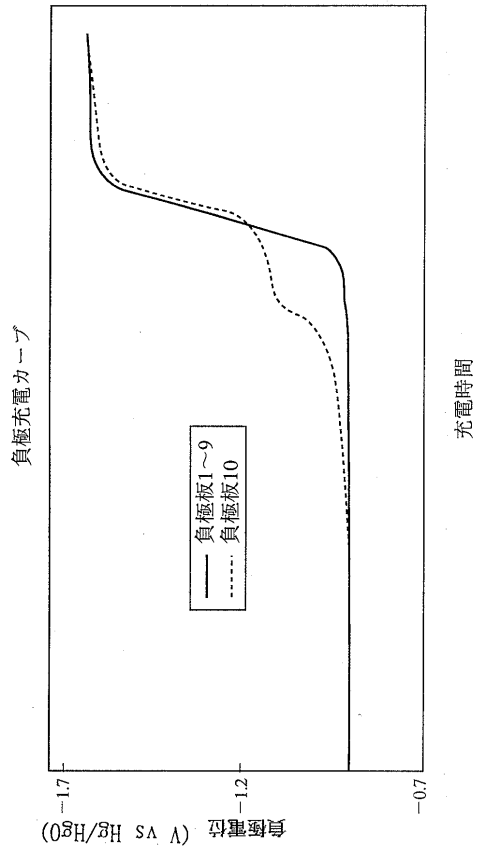
【図１】



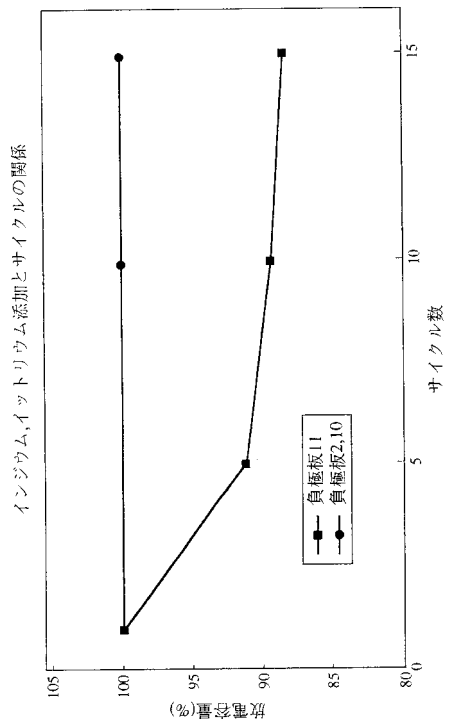
【図２】



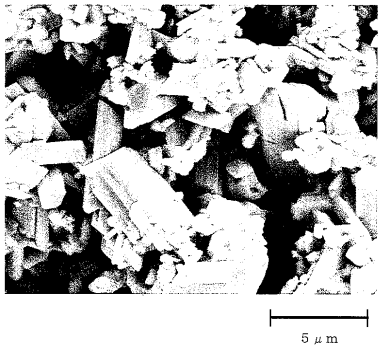
【図３】


負極充電カーブ
負極電位 (V vs Hg/HgO)
充電時間
−1.7
−1.2
−0.7
負極板1〜9
負極板10

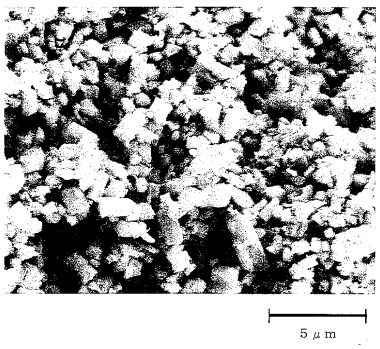
【図４】


インジウム,イットリウム添加とサイクルの関係
放電容量(%)
サイクル数
負極板11
負極板2,10

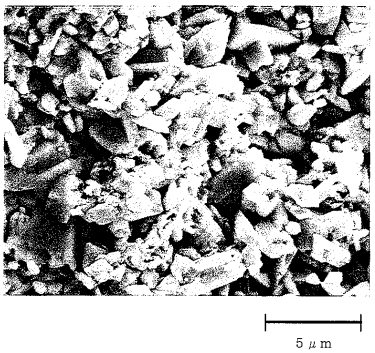
【図５】


5 μm

【図６】


5 μm

【図７】


5 μm

フロントページの続き

審査官　小川　進

(56)参考文献　特開平０１－１４０５５６（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－１９２６５５（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－３５５０５４（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－１９２６５６（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－０１６５５４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01M　4/00～　4/62