(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3669777号
(P3669777)
(45)発行日　平成17年7月13日(2005.7.13)　(24)登録日　平成17年4月22日(2005.4.22)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
C08J 9/00	C08J	9/00	CESA
C08J 9/28	C08J	9/28	CES
H01M 2/16	H01M	2/16	P
// C08L 23:04	C08L	23:04	

請求項の数 3　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平8-194058
(22)出願日　平成8年7月5日(1996.7.5)
(65)公開番号　特開平10-17694
(43)公開日　平成10年1月20日(1998.1.20)
審査請求日　平成15年6月3日(2003.6.3)

(73)特許権者　303046314
旭化成ケミカルズ株式会社
東京都千代田区有楽町一丁目１番２号
(74)代理人　100103436
弁理士　武井　英夫
(74)代理人　100068238
弁理士　清水　猛
(74)代理人　100095902
弁理士　伊藤　穣
(74)代理人　100108693
弁理士　鳴井　義夫
(72)発明者　近藤　孝彦
神奈川県川崎市川崎区夜光１丁目３番１号
旭化成工業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ポリエチレン微多孔膜

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
０．００１％から１％の範囲の有機過酸化物を添加して成形したものである有機過酸化物処理か、電離放射線による処理を行うことにより得られる、歪硬化性伸長粘度を有し、ゲル分率１％未満であり、平均孔径０．００１～０．１μm、１６０℃のシリコンオイル中で２０秒以上の破膜時間を有していることを特徴とするポリエチレン微多孔膜。
【請求項２】
請求項１記載のポリエチレン微多孔膜を用いた電池用セパレーター。
【請求項３】
請求項２に記載の電池用セパレーターを用いた電池。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は電池用セパレーターに適したポリエチレン微多孔膜に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
近年、リチウムイオン電池に代表されるように、電池の高容量化が進んでいる。これに伴い、短絡などの異常時に発生する安全上の問題が重要視されるようになってきている。
ポリエチレン微多孔膜はこれら高容量電池、特にリチウムイオン電池のセパレーターとして使用されている。ポリエチレン微多孔膜が使用されるのは、機械強度や透過性の様な一

般的特性に加えて、電池内部が過熱した際にセパレーターが溶融して電極を覆う皮膜となり、電流を遮断し、それによって電池の安全性を確保するという「ヒューズ効果」を発現するからである。

【０００３】

ポリエチレン微多孔膜の場合には、ヒューズ効果が発現する温度すなわちヒューズ温度は概ね１３０～１５０℃にあることが知られており、何らかの理由で電池内部が過熱してもヒューズ温度に達した時点で電流が遮断され、電池反応が停止する。

しかし、温度上昇が急激な場合などでは十分なヒューズ効果が発揮されないことがある。これはセパレーターが溶融する時に生じる収縮応力や、溶融後にも残る電極間の圧力によってセパレーターが伸長され破損し、正負両極が短絡（ショート）してしまうためであり、近年このような条件下でも電池の安全性を確保できるような高い耐熱性をセパレーターに持たせるため、架橋されたポリエチレン微多孔膜が用いられるようになってきている。

【０００４】

しかし、従来のポリオレフィン微多孔膜の架橋技術は、いずれもゲル分を含み、延伸などの加工が困難であったり、生産の効率性に欠けるといった問題があった。

例えば、特開平１－１６７３４４号公報では架橋剤によるポリオレフィン微多孔膜架橋体の製造方法が開示されているが、該公報によるポリオレフィン微多孔膜はゲル分を多く含み延伸等の加工が困難であり、高強度な膜は得られない。

【０００５】

また、特開昭５６－７３８５６号公報や特開平３－５９９４７号公報では電離放射線によるポリオレフィン微多孔膜の架橋法が開示されているが、これらの公報によるポリオレフィン微多孔膜もゲルを含み、また、高エネルギーによる加工が必要で照射時にポリオレフィンが発熱し、微多孔膜が溶融したり収縮してしまうという問題があり、低エネルギーでの処理を何回かに分けて行うといった対策が必要になる。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、加工性、生産性に優れ、かつ過酷な状況下でも電池の安全性を確保できるような高い耐熱性を併せ持つポリエチレン微多孔膜を提供することにある。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するため鋭意研究を重ねた結果、所定の熱変形挙動を有するポリエチレン微多孔膜は、それを示さない微多孔膜と比較してゲル分率１％未満でも高い耐熱性を持ち、さらに加工性や生産性にも優れていること見い出し本発明をなすに至った。

すなわち、本発明の第１は、０．００１％から１％の範囲の有機過酸化物を添加して成形したものである有機過酸化物処理か、電離放射線による処理を行うことにより得られる、歪硬化性伸長粘度を有し、ゲル分率１％未満であって、好ましくは透過法による平均孔径が０．００１～０．１μｍの範囲で１６０℃のシリコンオイル中で２０秒以上の破膜時間を有しているポリエチレン微多孔膜に関する。

また、本発明の第２は、上記ポリエチレン微多孔膜を用いた電池用セパレーターである。

更に、本発明の第３は、第２の電池用セパレーターを用いた電池である。

【０００８】

以下、本発明を詳細に説明する。

まず、本発明のポリエチレン微多孔膜について説明する。

歪み硬化性を有するゲル分率１％未満のポリエチレン微多孔膜が高い耐熱性を示す理由は明らかでないが、歪み硬化性を有さない通常のポリエチレン微多孔膜に比べ過充電試験や高温時の破膜試験に代表される耐熱性を大きく改善することが可能となった。また、歪み硬化性の付与の方法も従来膜の加工性や生産性を損なうことがなく、簡便である。

【０００９】

伸長粘度は伸長変形時の溶融張力に大きく影響する物質定数であり、市販の伸長粘度計（

例えば、東洋精機社製のメルテンレオメーター）を用いて簡単に測定することができ、通常歪み速度と時間の関数で表される。
溶融された通常のゲルを含まないポリエチレン微多孔膜の伸長粘度は、図２に示すように相対的に固定された点から一定歪み速度で伸長されるとき、歪み速度に依存するある時間まで増加し、ついで破断が近づくにつれて急速に減少する傾向を示す。この破断の形態は延性破断という。
【００１０】
一方、溶融された本発明のポリエチレン微多孔膜の伸長粘度は図１に示すように実質的に同条件で伸長されるとき、通常のものより長い時間にわたって増加し続けて、破断点が近づいても直線的、或いはそれ以上に増加し一気に破断する傾向を示す。この破断の形態は弾性破断という。この特性は歪み硬化性を示している。
伸長粘度については、例えば小山清人；日本レオロジー学会誌，１９，１７４（１９９１）に詳しい。
ゲル分率とは、ＡＳＴＭ　Ｄ２７６５に準拠した測定法によって評価される値である。本発明によるゲル分率は１％未満である。ゲル分を１％以上有すると、延伸などの加工が困難となったり、生産性が劣るので好ましくない。
【００１１】
本発明の微多孔膜のセパレーターとしての耐熱性は、最終的にはこれを用いて電池を組上げたときの過充電試験や外部短絡試験、加熱試験といった加速試験によって評価されるが、本発明者らは溶融後の破膜挙動について詳細に検討した結果、これらの加速試験の評価結果が１６０℃のシリコンオイル中における破膜時間と強く相関することを見いだした。
【００１２】
すなわち、本発明のポリエチレン微多孔膜は１６０℃のシリコンオイル中で２０秒以上の破膜時間を有しており、該膜は前記の全ての加速試験において合格であった。一方、従来のポリエチレン微多孔膜はいずれも一つ以上の加速試験で不合格となったが、これらの破膜時間は２０秒以下であり加速試験の結果とよく対応した。すなわち本発明のポリエチレン微多孔膜は１６０℃のシリコンオイル中の破膜時間において特徴づけられるものである。
【００１３】
このように本発明のポリエチレン微多孔膜は高い耐熱性を有するが、耐熱性以外の一般物性に関しても２５μ換算の透気度２０００秒以下、破断強度５００ｋｇ／ｃｍ^2 以上であり、耐熱性のみならず機械強度や透過性においても従来のポリエチレン微多孔膜を凌駕する性能を備えている。
本発明で使用するポリエチレンはエチレンを主体とした結晶性の重合体である高密度ポリエチレンが好ましく、さらにポリプロピレン、中密度ポリエチレン、線状低密度ポリエチレン、低密度ポリエチレン、ＥＰＲ等のポリオレフィンを３０％以下の割合でブレンドしてもかまわない。
【００１４】
ポリエチレンの重量平均分子量は１０万から４００万、好ましくは２０万から１００万、さらに好ましくは２０万から７０万の範囲である。分子量が１０万より小さいと延伸時に破断しやすく、４００万より大きいと熱溶液の製造が困難になるため好ましくない。また、分子量の異なるポリエチレンのブレンドや多段重合等の手段によって重量平均分子量を好ましい範囲に調節してもかまわない。
膜厚は１～２００μｍ、好ましくは１０～５０μｍの範囲であり、膜厚が１μｍ未満であると機械強度が十分ではなく、２００μｍを超えると電池の小型軽量化に支障が生じる。
【００１５】
気孔率は２０～８０％、好ましくは３０～６０％の範囲であり、気孔率が２０％未満であると透過性が十分ではなく、８０％を超えると十分な機械強度が得られない。
平均孔径は０．００１～０．１μｍ、好ましくは０．００５～０．５μｍ、さらに好ましくは０．０１～０．０３μｍの範囲であり、平均孔径が０．００１μｍ未満であると透過

性が十分でなく、０．１μｍを超えるとヒューズ効果による電流遮断が遅れることに加えて、析出したデンドライトや崩落した電極活物質による短絡が懸念されるため好ましくない。

【００１６】

次に本発明のポリエチレン微多孔膜の製造方法について説明する。

通常のポリエチレン微多孔膜の製造方法は、次のような成膜工程、延伸工程、抽出工程の３工程からなる。

《成膜工程》

本発明の中間製品である高分子ゲルは、ポリエチレンを融点以上で可塑剤に溶解して熱溶液とし、これを結晶化温度以下まで冷却することによって生成される。ここでいう可塑剤とは、沸点以下の温度でポリエチレンと均一な溶液を形成しうる有機化合物のことであり、具体的には、デカリン、キシレン、ジオクチルフタレート、ジブチルフタレート、ステアリルアルコール、オレイルアルコール、デシルアルコール、ノニルアルコール、ジフェニルエーテル、ｎ－デカン、ｎ－ドデカン、パラフィン油等が挙げられる。このうちパラフィン油、ジオクチルフタレートが好ましい。可塑剤の割合は特に限定されないが、２０％から９０％、好ましくは５０％から７０％の範囲である。２０％未満では適当な気孔率を得る事が難しく、９０％を超えると粘度が低下して連続成形が困難になる。

【００１７】

このような高分子ゲルは数１０μｍから数ｍｍ厚のシート状に成形されるが、この状態の高分子ゲルを原反と呼び、また原反を製造する工程を成膜工程と呼んでいる。成膜方法については特に限定しないが、例えば押出機に高密度ポリエチレンのパウダーと可塑剤を供給し、２００℃程度の温度で溶融混練したあと、通常のハンガーコートダイから冷却ロールの上へキャストする事によって連続的に成膜することができる。

【００１８】

《延伸工程》

次に原反を少なくとも１軸方向に延伸することによって延伸膜とする。延伸方法としては特に限定されないが、テンター法、ロール法、圧延法等が使用できる。このうち、テンター法による同時２軸延伸が好ましい。延伸温度は常温から高分子ゲルの融点、好ましくは８０～１３０℃、さらに好ましくは１００～１２５℃の範囲である。延伸倍率は面積倍率で４～４００倍であり、好ましくは８～２００倍、さらに好ましくは１６～１００倍の範囲である。延伸倍率４倍未満ではセパレーターとして強度が不十分であり、４００倍を超えると延伸が困難であるのみならず気孔率の低下等の弊害が生じやすい。

【００１９】

《抽出工程》

次に、延伸膜から可塑剤を抽出除去することによって微多孔膜とする。抽出方法としては特に限定されないが、パラフィン油やジオクチルフタレートを使用する場合には塩化メチレンやメチルエチルケトン（ＭＥＫ）等の有機溶媒で抽出したあと、ヒューズ温度以下で加熱乾燥を行う事により除去することができる。また、可塑剤にデカリン等の低沸点化合物を使用する場合にはヒューズ温度以下で加熱乾燥することにより除去することができる。いずれの場合も膜の収縮による物性低下を防ぐため、膜を拘束することが好ましい。

歪み硬化性の付与には成膜工程における有機過酸化物処理か、何れかの工程の後に電離放射線による処理を行うことが好ましい。

【００２０】

《有機過酸化物処理》

ポリエチレンもしくは可塑剤に所定量の有機過酸化物を添加し、これらを該過酸化物が実質的に分解しないような条件のもとに溶融混練を行って熱溶液を調整し、次に該熱溶液を有機過酸化物の分解温度以上に昇温した後、ポリエチレンの結晶化温度以下に冷却することによって過酸化物処理を施した原反を作成し、さらに延伸工程、抽出工程を経ることによって歪み硬化性を有するポリエチレン微多孔膜を製造することができる。

【００２１】

ここで、過酸化物が実質的に分解しないとは、ポリエチレンと可塑剤と有機過酸化物が均一な熱溶液を調整するまでの間に過酸化物の活性酸素量が１／２以下に減少しない状態を指し、例えば溶融混練に１０分を要する場合は過酸化物の半減期が１０分になるような温度以下で溶融混練することにより過酸化物を実質的に分解させることなく均一な熱溶液を調整することができる。
また、半減期とは、０．１ｍｏｌ／ｌの有機化酸化物のベンゼン溶液を所定温度で分解させたとき、その活性酸素量が１／２になるまでの時間である。
【００２２】
また、ここでいう有機過酸化物とは１５０℃における半減期が１分以上のパーオキシケタール、ジアルキルパーオキサイト、パーオキシエステル等であって、例えばα、α’－ビス（ｔ－ブチルパーオキシ）ジイソプロピルベンゼン、ジクミルパーオキサイト、２、５－ジメチル－２、５－ビス（ｔ－ブチルパーオキシ）ヘキサン、ｔ－ブチルクミルパーオキサイト、ジ－ｔ－ブチルパーオキサイト、２、５－ジメチル－２、５－ビス（ｔ－ブチルパーオキシ）ヘキシン－３などが挙げられる。有機過酸化物の割合は特に限定されないが、０．００１％から１％、好ましくは０．０１％から０．５％の範囲である。０．００１％未満では十分な耐熱性が得られず、１％を超えると可塑剤に不溶のゲル分が生成し均一な膜への加工が困難になる。
【００２３】
さらに、多官能性モノマーを１％以下の割合で添加してもかまわない。多官能モノマーとしては、例えばジビニルベンゼン、ジアリルフタレート、トリアリルシアヌレート、トリアリルイソシアヌレートなどを使用することができる。
例えば、押出機に高密度ポリエチレンのパウダーと有機過酸化物を溶かした可塑剤を供給し、ポリエチレンの融点以上有機化酸化物の半減期が１０分である温度以下で溶融混練したあと、この熱溶液を有機化酸化物の半減期が１０秒である温度以上に過熱した通常のハンガーコートダイから冷却ロールの上へキャストする事によって連続的に成膜することができる。
【００２４】
《電子線処理》
上記の従来ポリエチレン微多孔膜製造方法のいずれかの工程の後で電離放射線による処理を行うことによっても歪み硬化性は付与される。特に電子線による抽出後の処理が好ましい。電子線処理を行うときの線量は０．１～１０Ｍｒａｄ、好ましくは１～５Ｍｒａｄである。線量が小さすぎると耐熱性の改善が不十分であり、線量が大きすぎると、電子線のエネルギーでポリエチレン微多孔膜が加熱され、膜が溶融したり収縮してしまう。
このように、歪み硬化性は通常の製造方法、生産性を大きく変えることなく簡便に付与することができる。
【００２５】
【発明の実施の形態】
以下、本発明の実施の形態を用いて詳細に説明する。
実施例において示される試験方法は次の通りである。
（１）膜厚
ダイヤルゲージ（尾崎製作所製：ＰＥＡＣＯＣＫ　Ｎｏ２５）を用いて測定した。
（２）気孔率
２０ｃｍ角のサンプルをとり、その体積と重量から次式を用いて計算した。
気孔率（％）＝〔体積（cm^3）－重量（ｇ）／０．９５）／体積（cm^3）〕×１００
【００２６】
（３）平均孔径
０．５ｋｇ／cm^2 の差圧下で０．０５重量％のプルラン（昭和電工製）の水溶液を循環させたときに、濾液中に含まれるプルラン濃度を示差屈折率測定から求めた。阻止率５０％になるプルランの分子量Ｍと同水溶液の固有粘度［η］から次式を用いて平均孔径ｄ（μｍ）を算出した。

［η］Ｍ＝２．１×１０^{21}（（ｄ／２）^{2}）$^{3/2}$
（４）ゲル分率
ＡＳＴＭ　Ｄ２７６５に基づき沸騰パラキシレン中で１２時間可溶分を抽出したときの重量変化より、抽出前の試料の質量に対する抽出後の残存質量の比として次式より求めた。
ゲル分率（％）＝残存質量（ｇ）／試料質量（ｇ）×１００
【００２７】
（５）突き刺し強度
カトーテック製ＫＥＳ－Ｇ５ハンディー圧縮試験器を用いて、針先端の曲率半径０．５ｍｍ、突き刺し速度２ｍｍ／ｓｅｃの条件で突き刺し試験を行い、最大突き刺し荷重を突き刺し強度（ｇ）とした。また、突き刺し強度に膜厚（μｍ）／２５（μｍ）を乗じる事によって２５μ換算突き刺し強度とした。
（６）透気度
ＪＩＳ　Ｐ－８１１７準拠のガーレー式透気度計にて測定した。また、透気度に膜厚（μｍ）／２５（μｍ）を乗じる事によって２５μ換算透気度とした。
【００２８】
（７）伸張粘度
１５０℃のシリコンオイル中に微多孔膜を浸漬して配向を緩和させた後、溶融伸長流動測定装置（東洋精機社製：メルテンレオメーター）を使用して、歪み速度０．１／ｓｅｃでの伸長粘度を測定した。
歪み硬化性の有無は、破断の形態により判別した。例えば、従来のポリエチレン微多孔膜は伸長するとサンプルの途中でネックインを起こし、伸長粘度がある時間から急速に低下して破断（延性破断）するのに対し、歪み硬化性を付与されたポリエチレン微多孔膜の伸長粘度は上昇し続けて破断（弾性破断）する。
（８）破膜試験
ポリエチレン微多孔膜を内径１３ｍｍ、外径２５ｍｍのステンレス製ワッシャ２枚で挟み込み、周囲４点をクリップで止めた後１６０℃のシリコンオイル（信越化学工業社製：ＫＦ－９６－１０ＣＳ）に浸漬し、目視観察によって２０秒以内に膜が破れたものを×、破れなかったものを○とした。
【００２９】
（９）過充電試験
$LiCoO_2$を正極活物質とし、グラファイトおよびアセチレンブラックを導電剤とし、フッ素ゴムを結着剤とし各々$LiCoO_2$：グラファイト：アセチレンブラック：フッ素ゴム＝８８：７．５：２．５：２の重量比で混合したものをジメチルホルムアミドペーストとしてＡｌ箔に塗布乾燥したシートを正電極とし、ニードルコークス：フッ素ゴム＝９５：５の重量比で混合したものをジメチルホルムアミドペーストとしてＣｕ箔に塗布乾燥したシートを負電極とし、電解液としてプロピレンカーボネートとブチロラクトンの混合溶媒（体積比＝１：１）にホウフッ化リチウムを１．０Ｍの濃度で調整した液を用い、リチウムイオン電池を製造した。この電池を４．２Ｖで５時間充電したあと、さらに定電流で過充電を行った。過充電によって電池の内部温度は上昇し、ヒューズ温度に達すると電流が遮断されるが、その後１時間以上電流復帰の無かったサンプルを○とした。なお、本試験は加速試験であるため実際の電池に装備されているＰＴＣ素子等の安全装置は取り外した状態で行った。
【００３０】
（実施例１）
重量平均分子量２５万の高密度ポリエチレン４０部とパラフィン油（松村石油研究所製：Ｐ３５０Ｐ）６０部、ジクミルパーオキサイト（１５０℃での半減期が約１０分、２００℃での半減期が約７秒）０．２部をバッチ式溶融混練機（東洋精機社製：ラボプラストミル）を用いて１５０℃・５０ｒｐｍで５分間混練した。得られた混練物を２００℃の過熱プレスで成形し１０分間そのまま熱処理をした後水冷プレスで冷却し、厚さ１０００μｍの原反とした。これを同時２軸延伸機（東洋精機社製）を用いて６×６倍に１２０℃で延

伸し、その後塩化メチレンでパラフィン油を抽出除去した。得られたポリエチレン微多孔膜の物性を表１に示す。

【００３１】

（実施例２）

ジクミルパーオキサイトを０．８部とした以外は実施例１と同様の方法でポリエチレン微多孔膜を作成した。得られたポリエチレン微多孔膜の物性を表１に示す。

（比較例１）

有機過酸化物を添加せずに実施例１と同様の方法でポリエチレン微多孔膜を作成した。得られたポリエチレン微多孔膜の物性を表１に示す。

（比較例２）

有機過酸化物の添加を６部とした以外は実施例１と同様の方法でポリエチレン微多孔膜の作成を試みたが、延伸応力が大きく、膜が破断してしまい所定倍率への加工ができなかった。

【００３２】

【表１】

表　1

	実施例１	実施例２	比較例１	比較例２
膜厚（μｍ）	２５	２８	２４	－
気孔率（％）	４０	３８	４５	－
孔径（μｍ）	０．０３	０．０２	０．０４	－
突き刺し強度（ｇ／２５μ）	４００	４５０	３００	－
透気度（ｓｅｃ／２５μ）	６２０	７１０	４７０	－
ゲル分率（％）	０	０	０	２０
歪み硬化性	あり	あり	なし	－
破膜試験（１６０℃）	○	○	×	－

【００３３】

（実施例３）

重量平均分子量２５万の高密度ポリエチレン４０部とパラフィン油（松村石油研究所：Ｐ３５０Ｐ）６０部、ジクミルパーオキサイト０．４部を３５ｍｍの２軸押出機を用いて１５０℃で混練し、リップ間１４００μｍの２００℃に温調したハンガーコートダイから３０℃に温調した冷却ロール上にキャストして厚さ１４００μｍの原反とした。この原反を

同時２軸延伸機を用いて７×７倍に１２０℃で延伸し、その後塩化メチレンでパラフィン油を抽出除去した。得られたポリエチレン微多孔膜の物性を表２に示す。

【００３４】

（実施例４）

重量平均分子量２５万の高密度ポリエチレン４０部とパラフィン油（松村石油研究所：Ｐ３５０Ｐ）６０部を３５ｍｍの２軸押出機を用いて２００℃で混練し、リップ間１４００μｍのハンガーコートダイから３０℃に温調した冷却ロール上にキャストして厚さ１４００μｍの原反とした。この原反を同時２軸延伸機を用いて７×７倍に延伸し、次に塩化メチレンでパラフィン油を抽出除去した。その後抽出膜に酸素濃度５０ｐｐｍ以下の窒素雰囲気下で３Ｍｒａｄの電子線照射を行った。加速電圧は１５０ｋＶであった。得られたポリエチレン微多孔膜の物性を表２に示す。

（比較例３）

有機過酸化物を添加せずに実施例２と同様の方法でポリエチレン微多孔膜を作成した。得られたポリエチレン微多孔膜の物性を表２に示す。

【００３５】

【表２】

表　２

	実施例３	実施例４	比較例３
膜厚（μｍ）	２３	２９	２９
気孔率（％）	３７	４８	４０
孔径（μｍ）	０．０２	０．０４	０．０４
突き刺し強度（ｇ／２５μ）	６００	５５０	６２０
透気度（ｓｅｃ／２５μ）	７５０	４５０	４７０
ゲル分率（％）	０	０	０
歪み硬化性	あり	あり	なし
破膜試験（１６０℃）	○	○	×
過充電試験　２Ａ ３Ａ	○ ○	○ ○	破裂 破裂

【００３６】

【発明の効果】

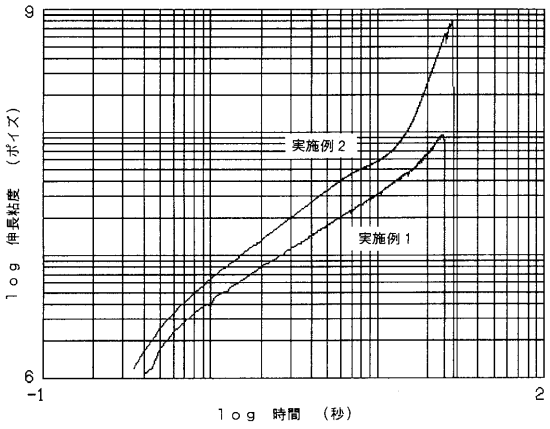
本発明のポリエチレン微多孔膜は高い耐熱性を有するため、特に電池用セパレーターとして使用するとヒューズ状態の安定性が向上し、破膜による電流復帰を未然に防止することによって電池の安全性をさらに高めることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

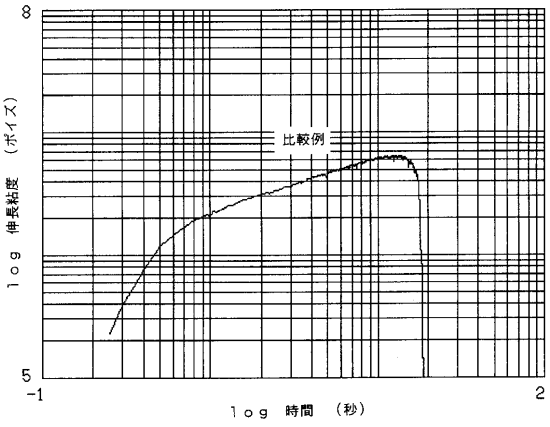
【図１】実施例１、２に記載の歪み硬化性を有するポリエチレン微多孔膜の時間（秒）と伸長粘度（ポイズ）の関係を示す図である。

【図２】比較例１に記載の歪み硬化性を有さないポリエチレン微多孔膜の時間と伸長粘度の関係を示す図である。

【図１】



【図２】



フロントページの続き

(72)発明者　長谷川　卓也
神奈川県川崎市川崎区夜光１丁目３番１号　旭化成工業株式会社内

審査官　小野寺　務

(56)参考文献　特開平０６－０９３１３０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
C08J 9/00-9/42
H01M 2/16