

(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2012-182326

(P2012-182326A)

(43) 公開日 平成24年9月20日(2012.9.20)

(51) Int.Cl.

H01G 9/10 (2006.01)

F I

H01G 9/10

テーマコード(参考)

C

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2011-44440(P2011-44440)
 (22) 出願日 平成23年3月1日(2011.3.1)

(71) 出願人 000006714
 横浜ゴム株式会社
 東京都港区新橋5丁目36番11号
 (71) 出願人 000228578
 日本ケミコン株式会社
 東京都品川区大崎五丁目6番4号
 (74) 代理人 100081961
 弁理士 木内 光春
 (72) 発明者 齋木 文章
 神奈川県平塚市追分2番1号 横浜ゴム株
 式会社平塚製造所内
 (72) 発明者 芦野 宏次
 東京都品川区大崎五丁目6番4号 日本ケ
 ミコン株式会社内

(54) 【発明の名称】 電解コンデンサ

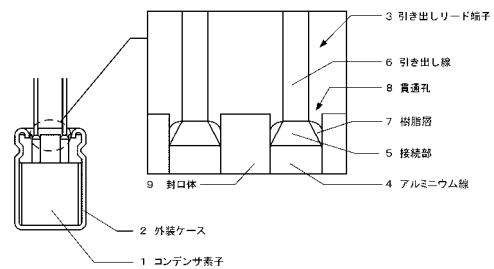
(57) 【要約】

【課題】コンデンサ素子に接続されるアルミニウム線に錫を主体とした金属めっきを形成したコンデンサ用リード端子におけるウスカの発生及び成長を抑制した電解コンデンサを提供する。

【解決手段】

陽極箔及び陰極箔に接続するアルミニウム線4と、アルミニウム線4の端部に形成された接続部5と、接続部5に接合する引き出し線6とからなる引き出しリード端子3を備え、引き出しリード端子3の接続部5に、鱗片状充填材を含有した液状硬化樹脂を充填し、硬化させた樹脂層7を形成する。これにより、鉛を使用しない引き出しリード端子を用いたアルミ電解コンデンサにおいて、引き出しリード端子におけるウスカの発生及び成長を抑制する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極箔及び陰極箔に接続するアルミニウム線と、アルミニウム線の端部に形成された接続部と、接続部に接合した引き出し線とからなる引き出しリード端子を備える電解コンデンサであって、

前記引き出しリード端子の接続部の表面に、鱗片状充填材を含有した液状硬化樹脂を塗布または充填し、硬化させた樹脂層を形成したことを特徴とする電解コンデンサ。

【請求項 2】

前記鱗片状充填材の平均アスペクト比が 70 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 3】

前記液状硬化性樹脂が前記鱗片状充填材を 1 wt % 以上且つ 50 wt % 以下含有したことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 4】

前記液状硬化性樹脂が、付加硬化型シリコーン、縮合硬化型シリコーン、付加硬化型変性シリコーン、縮合硬化型変性シリコーンであることを特徴とする請求項 1 ~ 3 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 5】

前記鱗片状充填材が、金雲母、白雲母、セリサイト等の天然マイカ、フッ素金雲母、カリウム四ケイ素雲母、ナトリウム四ケイ素雲母、ナトリウムテニオライト、リチウムテニオライト等の合成マイカ、モンモリロナイト等の天然スメクタイト、ナトリウムヘクトライト、リチウムヘクトライト、サポナイト等の合成スメクタイトであることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の電解コンデンサ。

【請求項 6】

前記鱗片状充填材が疎水処理されていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 に記載の電解コンデンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アルミニウム線に錫を主体とした金属めっきを形成した引き出しリード線の一部に樹脂層を設けた電解コンデンサに関する。

【背景技術】

【0002】

電解コンデンサは、タンタル、アルミニウム等の弁作用金属からなる陽極箔と陰極箔とをセパレータを介して巻回してなるコンデンサ素子を形成し、このコンデンサ素子に、駆動用電解液または固体電解質を保持させて外装ケース内に収納して構成されている。このような電解コンデンサにおいて、陽極箔と陰極箔には、それぞれの電極を外部に接続するための引き出しリード端子が、ステッチ、超音波溶接等の手段により接続されている。引き出しリード端子は、陽極箔及び陰極箔と接続するアルミニウム線と、アルミニウム線の端部に形成された接続部と、接続部に接合する引き出し線という、3つの部分から構成されている。

【0003】

従来、引き出しリード端子においては、鉛めっき層を形成した引き出し線を、アルミニウム線に形成された丸棒部にアーク溶接にて接合したものをを用いている。しかしながら、鉛を含む引き出し線では、鉛は人体に有害であるばかりか自然環境に悪影響を与える物質であり、近年、環境保護の観点から、鉛を一切使用しない電子部品の開発が進められている。

【0004】

鉛を一切使用しないコンデンサとしては、特許文献 1 に示すアルミ電解コンデンサのように、引き出し線として、錫 100% からなる錫めっきを施した錫メッキ銅被覆鋼線を、

10

20

30

40

50

丸棒部の一端に設けた凹部に挿入してアーク溶接により接合している。このアルミ電解コンデンサでは、引き出し線と丸棒部との接合部に、銅と錫めっきとアルミニウムとが加熱されることで生成される銅と錫とアルミの融合層が形成されている。

【0005】

しかしながら、この鉛を使用しない引き出しリード端子を用いたアルミ電解コンデンサにおいては、引き出しリード端子の丸棒部と錫めっき引き出し線との接続部に生成された融合部からウイスカが発生することがある。このウイスカは錫の繊維状結晶であり、直径が1 μ mに対して1mm以上の長さ以上に達することがある。このウイスカの発生によって、最悪の場合には一对の引き出しリード端子間が短絡したり、基板上に落下して他の電子部品間及び基板パターン間を短絡させる虞れがあるという課題を有したものであった。

10

【0006】

このウイスカの発生または成長を抑制する技術としては、従来より種々のものが提案されている。特許文献2は、コンデンサのリード線をアルカリ性の洗浄液で洗浄し、この洗浄液を除去した後、加熱処理することによりウイスカの発生を防止するものである。特許文献3には、アルミニウム製の丸棒にCP線を溶接によって接続する溶接部に防水皮膜を設け、この樹脂によりウイスカの成長を抑制する技術が開示されている。特許文献4は、真空状態にして不活性化ガスを充填し、高温加熱処理を行うことにより、コンデンサリード線の溶接部の内部応力を緩和させ、ウイスカが溶接部分に発生することを防止するものである。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2000-124073号公報

【特許文献2】特開2007-67146号公報

【特許文献3】特開2007-335714号公報

【特許文献4】特開2008-130782号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献2、4のウイスカの発生を防止する方法では、ウイスカの発生を完全に防止することはできず効果は不十分であった。また、特許文献3のウイスカの成長を抑制する樹脂を設ける方法では、成長するウイスカが樹脂を突き破り、樹脂外部へウイスカが現れる可能性があり効果は不十分であった。

30

【0009】

本発明は上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的は、鉛を使用しない引き出しリード端子を用いたアルミ電解コンデンサにおいて、引き出しリード端子におけるウイスカの発生及び成長を抑制したコンデンサを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明者は、上記課題を解決するべく、引き出しリード端子をコーティングする材料を選定した結果、本発明を完成するに至ったものである。

40

すなわち、本発明の電解コンデンサは、陽極箔及び陰極箔に接続するアルミニウム線と、アルミニウム線の端部に形成された接続部と、接続部に接合した引き出し線とからなる引き出しリード端子を備える電解コンデンサであって、前記引き出しリード端子の接続部の表面に、鱗片状充填材を含有した液状硬化性樹脂を充填し、硬化させた樹脂層を形成したことを特徴とする。

【0011】

また、以下のような形態も本発明の一態様とする。

(1) 鱗片状充填材の平均アスペクト比が70以上である電解コンデンサ。

(2) 液状硬化性樹脂に鱗片状充填材を1wt%以上且つ50wt%以下含有する電解コ

50

ンデンサ。

(3) 液状硬化性樹脂が、付加硬化型シリコン、縮合硬化型シリコン、付加硬化型変性シリコン、縮合硬化型変性シリコンである電解コンデンサ。

(4) 鱗片状充填材が、金雲母、白雲母、セリサイト等の天然マイカ、フッ素金雲母、カリウム四ケイ素雲母、ナトリウム四ケイ素雲母、ナトリウムテニオライト、リチウムテニオライト等の合成マイカ、モンモリロナイト等の天然スメクタイト、ナトリウムヘクトライト、リチウムヘクトライト、サポナイト等の合成スメクタイトであることを特徴とする電解コンデンサ。

(5) 鱗片状充填材が疎水処理されていることを特徴とする電解コンデンサ。

【発明の効果】

【0012】

以上のような本発明によれば、引き出し線の接続部に樹脂を塗布することで、ウイスカの発生を抑制することが可能となる。また、たとえ、樹脂内でウイスカが発生し、成長したとしても、液状硬化性樹脂内の鱗片状充填材によって、樹脂表面方向へウイスカが成長し、表出することを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施例における電解コンデンサを示す断面図とその拡大図

【図2】本発明の実施例における電解コンデンサの変形例を示す断面図とその拡大図

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明に係る電解コンデンサの実施例を図面を参照して説明する。なお、背景技術や課題で既に説明した内容と共通の前提事項は適宜省略する。

【0015】

[1-1. 電解コンデンサの構成]

図1は、本実施例における電解コンデンサの断面図を示したものである。図中1は、陽極箔と陰極箔とをセパレータを介して巻回したコンデンサ素子である。コンデンサ素子1は、駆動用電解質または固体電解質と共に外装ケース2内に収納して構成される。コンデンサ素子1の陽極箔及び陰極箔には電極が設けられている(図示せず)。この陽極箔及び陰極箔の電極は、外部と接続するための引き出しリード端子3に接続される。

【0016】

引き出しリード端子3は、陽極箔及び陰極箔と接続するアルミニウム線4、アルミニウム線4の端部に一体形成された接続部5及び接続部5に接続する錫を主体とした金属めっきを形成した引き出し線6の3つ部分より構成される。接続部5と引き出し線6との接続方法としては、種々の方法が利用できるが、接続部5に形成された凹部に引き出し線6に挿入してアーク溶接することにより接続しても良い。

【0017】

接続部5の表面は、鱗片状充填材を1wt%以上含有する液状硬化性樹脂を塗布し、硬化させた樹脂層7によりコーティングされている。この樹脂層7をコーティングした引出しリード端子3を、図1に示すように、封口体の貫通孔8に挿入しても良いが、少なくとも封口体9に設けた貫通孔8を貫通した引出し線6と貫通孔8との隙間に液状硬化性樹脂を充填し、硬化させて樹脂層7を形成してもよい。具体的には、貫通孔8と引出し線3の隙間に液状硬化性樹脂を充填していればよく、図2に示すように、液状硬化性樹脂を封口体9の引出し線6導出側一面に充填したり、封口体9に貫通孔8を繋ぐ帯状の凹部を設け、そこに液状硬化性樹脂を流し込むなど、貫通孔8を含む封口体9表面の一部または全面に充填してもよい。

【0018】

[1-2. 液状硬化性樹脂の種類]

本発明の液状硬化性樹脂は特に限定されず、シリコン樹脂、変性シリコン樹脂、ハイブリッドシリコン樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、尿素樹脂、

10

20

30

40

50

フッ素樹脂、ウレタン樹脂、ウレタンアクリル樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ポリイミド樹脂等が挙げられる。特にシリコン樹脂の中でも付加硬化型シリコン、縮合硬化型シリコン、付加硬化型変性シリコン、縮合硬化型変性シリコンや、ハイブリッドシリコン樹脂が耐熱性、耐候性の点から好ましい。

【0019】

本液状硬化性樹脂には、必要に応じて他の任意成分を本発明の目的を損なわない範囲で含有してもよい。任意の成分としては、乾式シリカ、湿式シリカ、焼成シリカ、結晶性シリカ、酸化チタン、アルミナ、炭酸カルシウム、カーボンブラック等の無機充填剤；これらの充填剤をオルガノハロシラン、オルガノアルコキシシラン、オルガノシラザン等の有機ケイ素化合物により処理した充填剤；シリコン樹脂、エポキシ樹脂、フッ素樹脂等の有機樹脂微粉末；銀、銅等の導電性金属粉末；トルエン、キシレン等の希釈剤；その他、染料、顔料などを含有させることができる。

10

【0020】

また、液状硬化性樹脂は塗布又は充填した部位の範囲を検出できる処理が施されていてもよい。このようにすることによって、製造工程において、液状硬化性樹脂が適切に塗布または充填されているかを検査することが容易となる。例えば、色素を含有させることで視認性を向上させたり、引き出しリード端子を構成する元素と異なる元素を混入し、元素確認によって塗布または充填を確認してもよい。

【0021】

[1-3. 鱗片状充填材の種類]

本発明の鱗片状充填材はウスカ成長抑制のための重要な原料である。そのようなものとしては特に限定されず、金雲母、白雲母、セリサイト等の天然マイカ、フッ素金雲母、カリウム四ケイ素雲母、ナトリウム四ケイ素雲母、ナトリウムテニオライト、リチウムテニオライト等の合成マイカ、モンモリロナイト等の天然スメクタイト、ナトリウムヘクトライト、リチウムヘクトライト、サポナイト等の合成スメクタイト、ベントナイト、タルク、膨張黒鉛、アルミニウムシリケート、マグネシウムシリケート、ベーマイト、クレー、珪藻土、カーボンブラック、シリカ、硫酸バリウム、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、金属酸化物、グラファイト、水酸化アルミニウム等が挙げられる。特にアスペクト比の調整が容易で、安価な白雲母などの天然マイカ類、合成マイカ類が好ましい。これらの鱗片状充填材は添加重量に比して大きな平面部を有している。そのため、樹脂への少量の添加で、ウスカの成長時に平面部が衝突する確立が高くなり、ウスカ成長を抑制することができる。逆に、大きな平面部を有していない球状や針状の充填材では、ウスカが衝突しても充填材が退けられたり、ウスカが充填剤を避けて成長してしまうため、ウスカの成長を効果的に抑制することができない。

20

30

【0022】

鱗片状充填材の形状としては、平均アスペクト比が70以上であることが望ましい。平均アスペクト比が70以上であるとウスカの成長抑制効果が高く、ウスカの樹脂表面からの表出をより防止できるからである。また、平均粒子径は特に限定されないが、1000 μm 以下が好ましく、より好ましくは200 μm 以下である。このことは、鱗片状充填材の平均粒子径が1000 μm より大きいと、液状硬化性樹脂の塗布、成型性が著しく低下するからである。

40

また、鱗片状充填材は液状硬化性樹脂に対し1wt%以上且つ50wt%以下の範囲で添加して使用される。これは、充填剤の添加量が1wt%未満であると十分に効果を発揮することができず、50wt%より多いと樹脂の塗布、成型性が著しく低下するからである。

【0023】

これらの鱗片状充填材はシランカップリング剤や4級アンモニウム塩、ポリエーテル等の表面処理剤で疎水化処理しても良い。疎水化処理をすることにより、充填剤の表面エネルギーが下がり、液状硬化性樹脂と混ざりやすくなり、樹脂組成物の粘度を下げる効果がある。

50

また、鱗片状充填材は液状硬化性樹脂への分散が可能であれば、紛体、溶液分散タイプ、造粒品等のいずれの形態も使用可能である。紛体、溶液分散タイプ、造粒品等の複数の形態の鱗片状充填材を使用することができるので、様々なタイプの鱗片状充填材を添加することができる。

【0024】

[2.作用効果]

上記のような構成を有する本実施例の樹脂層7の液状硬化性樹脂には、鱗片状充填材が添加されている。そのため、ウスカが発生し樹脂層7側に成長したとしても、樹脂層7内部の鱗片状充填材に先端が当たることにより、それ以上のウスカの成長を防止することができる。

10

【実施例】

【0025】

続いて、以下のように構成した実施例及び比較例に基づいて、本発明をさらに詳細に説明する。

【0026】

[1.実施例1~5]

本実施例1に使用する液状硬化性樹脂としては、付加硬化型シリコーンを使用する。この付加硬化型シリコーンは、以下の(1)~(5)を均一に混合することにより調製したものである。

(1)粘度が600 mPa・sである分子鎖両末端ジメチルビニルシロキシ基封鎖ジメチルポリシロキサン(ビニル基の含有量=0.38重量%)100重量部

20

(2)ヘキサメチルジシラザンにより表面を疎水化処理された比表面積が200 m²/gであるヒュームドシリカ11.4重量部、アクリロキシプロピルトリメトキシシラン5.71重量部

(3)粘度が1.9 mPa・sである両末端トリメチルシロキシ封鎖メチルヒドロジェンシロキサン(ケイ素原子結合水素原子の含有量=0.72重量%)2.59重量部(上記オルガノポリシロキサンおよびアクリロキシプロピルトリメトキシシランのアルケニル基に対するケイ素原子結合水素原子のモル比は1.00である。)

(4)白金濃度が0.5重量%である白金とジビニルテトラメチルジシロキサンとの錯体2.29重量部

30

(5)ヤマグチマイカ社製白雲母B-82(平均粒子径180 μm、アスペクト比分布5~388、平均アスペクト比100)36.6重量部

上記のように調製した付加硬化型シリコーンを引き出しリード端子3の接続部5に塗布し、接続部5をコーティングする樹脂層7を形成した。

【0027】

本実施例2に使用する液状硬化性樹脂としては、実施例1と同様に付加硬化型シリコーンを使用する。実施例2の付加硬化型シリコーンは、実施例1の(1)~(4)と以下の(5)とを均一に混合することにより調製したものである。

(5)ヤマグチマイカ社製白雲母YM-21S(平均粒子径23 μm、アスペクト比分布6~454、平均アスペクト比70)36.6重量部

40

上記のように調製した付加硬化型シリコーンを引き出しリード端子3の接続部5に塗布し、接続部5をコーティングする樹脂層7を形成した。

【0028】

本実施例3に使用する液状硬化性樹脂としては、付加硬化型ポリイソブチレン-シリコーンハイブリッド組成物を使用する。この付加硬化型ポリイソブチレン-シリコーンハイブリッド組成物は、以下の(1)~(5)を均一に混合することにより調製したものである。

(1)両末端にビニル基を有するポリイソブチレン(カネカ社製、エピオンEP200A、粘度:50,000 mPa・s)100部

(2)ヒドロシリル架橋剤(カネカ社製、CR-300)20重量部、アクリロキシプロ

50

ピルトリメトキシシラン 2.0 重量部

(3) 白金濃度が 0.5 重量%である白金とジビニルテトラメチルジシロキサンとの錯体 2.0 重量部

(4) ヤマグチマイカ社製白雲母 B-82 (平均粒子径 180 μm、アスペクト比分布 5~388、平均アスペクト比 100) 37.2 重量部

上記のように調製した付加硬化型ポリイソブチレン-シリコーンハイブリッド組成物を引き出しリード端子 3 の接続部 5 に塗布し、接続部 5 をコーティングする樹脂層 7 を形成した。

【0029】

本実施例 4 に使用する液状硬化性樹脂としては、実施例 3 と同様に付加硬化型ポリイソブチレン-シリコーンハイブリッド組成物を使用する。実施例 4 の付加硬化型ポリイソブチレン-シリコーンハイブリッド組成物は、実施例 3 の(1)~(3)と以下の(4)とを均一に混合することにより調製したものである。

(4) ヤマグチマイカ社製白雲母 YM-21S (平均粒子径 23 μm、アスペクト比分布 6~454、平均アスペクト比 70) 37.2 重量部

上記のように調製した付加硬化型ポリイソブチレン-シリコーンハイブリッド組成物を引き出しリード端子 3 の接続部 5 に塗布し、接続部 5 をコーティングする樹脂層 7 を形成した。

【0030】

[2. 比較例 1~3]

比較例 1 に使用する液状硬化性樹脂としては、付加硬化型シリコーンを使用する。この付加硬化型シリコーンは、実施例 1, 2, 5 の(5)を添加しない以外同様としたものである。すなわち、実施例 1, 2, 5 の(1)~(4)を均一に混合することにより付加硬化型シリコーンを調製し、この付加硬化型シリコーンを引き出しリード端子 3 の接続部 5 に塗布し、接続部 5 をコーティングする樹脂層 7 を形成した比較例である。

【0031】

比較例 2 に使用する液状硬化性樹脂としては、付加硬化型ポリイソブチレン-シリコーンハイブリッド組成物を使用する。この付加硬化型ポリイソブチレン-シリコーンハイブリッド組成物は、実施例 3 及び実施例 4 の(4)を添加しない以外同様としたものである。すなわち、実施例 1 及び実施例 2 の(1)~(3)を均一に混合することにより付加硬化型ポリイソブチレン-シリコーンハイブリッド組成物を調製し、この付加硬化型ポリイソブチレン-シリコーンハイブリッド組成物を引き出しリード端子 3 の接続部 5 に塗布し、接続部 5 をコーティングする樹脂層 7 を形成した比較例である。

【0032】

比較例 3 は、液状硬化性樹脂を引き出しリード端子 3 に塗布せず、コーティングする樹脂層 7 を形成しなかった比較例である。

【0033】

[3. 比較結果]

上記の方法により構成された実施例 1~4 及び比較例 1~3 の各コンデンサについて、4000 時間及び 5000 時間経過後に 10 個のコンデンサうち、樹脂表面にウイスカが表出した個数(実施例 1~4 及び比較例 1~2)または接続部でのウイスカの発生した個数(比較例 3)を表したものである。

【0034】

また、5000 時間経過後の表面状態を (ウイスカが見られない)、×(樹脂外部に表出するウイスカはないが、ウイスカが樹脂表面付近または接続部に存在)であらわしたものである。

10

20

30

40

【表 1】

	平均 アスペクト比	4000h 経過後	5000h 経過後	5000 時間後 表面状態
実施例1	100	0/10	0/10	○
実施例2	70	0/10	0/10	○
実施例3	100	0/10	0/10	○
実施例4	70	0/10	0/10	○
比較例1	なし	1/10	2/10	×
比較例2	なし	1/10	2/10	×
比較例3	なし	7/10	8/10	×

10

【0035】

鱗片状充填材を添加した樹脂を塗布した実施例1～4の引き出しリード端子では、4000時間経過後はもちろん5000時間経過後においても、樹脂表面からウイスカが表出しないことが判る。また、5000時間経過後の樹脂の表面状態は、実施例1～4については、ウイスカが見られなかった。

20

【0036】

一方、鱗片状充填材を添加しない樹脂を塗布した比較例1及び2の引き出しリード端子では、4000時間経過した時点で、1個のリード端子の樹脂表面からウイスカが表出することが判る。その後、5000時間経過した時点で、樹脂の表面からウイスカが表出したコンデンサの数は2個となる。

【0037】

また、表中に記載はないが、接続部5に樹脂を塗布しない比較例3の引き出しリード端子では、500時間経過時点でウイスカが接続部表面に発生する。その後4000時間経過後では10個中7個のコンデンサにおいて、接続部にウイスカが発生することがわかる。その後、5000時間経過した時点で、樹脂の表面からウイスカが表出したコンデンサの数は8個となる。

30

【0038】

以上より、樹脂層を有する比較例1, 2と樹脂層を設けない比較例3とを比較すると、接続部に樹脂を塗布することで、ウイスカの発生を抑制することが可能となることがわかる。

また、実施例1～4と比較例1, 2とを比較することにより、鱗片状充填材を含有した液状硬化樹脂を塗布し、樹脂層を形成することにより、樹脂内でウイスカが発生し、ウイスカが成長したとしても、鱗片状充填材によって、樹脂表面方向へウイスカが成長し、表出することが抑制される。

40

【符号の説明】

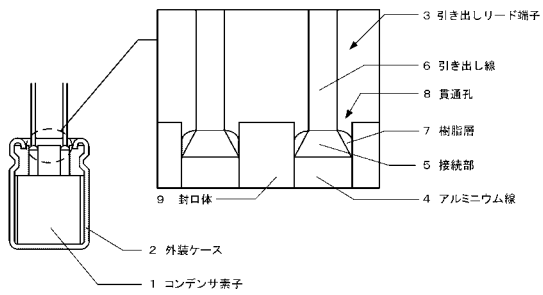
【0039】

- 1 ... コンデンサ素子
- 2 ... 外装ケース
- 3 ... 引き出しリード端子
- 4 ... アルミニウム線
- 5 ... 接続部
- 6 ... 引き出し線
- 7 ... 樹脂層

50

- 8 ... 貫通孔
- 9 ... 封口体

【 図 1 】



【 図 2 】

