(19)日本国特許庁(JP)　(12)特 許 公 報(B2)　(11)特許番号
特許第7435700号
(P7435700)

(45)発行日　令和6年2月21日(2024.2.21)　(24)登録日　令和6年2月13日(2024.2.13)

(51)Int.Cl.			F I		
Ｈ０１Ｇ	*9/055*	*(2006.01)*	Ｈ０１Ｇ	9/055	
Ｈ０１Ｇ	*9/00*	*(2006.01)*	Ｈ０１Ｇ	9/00	２９０Ｄ
Ｈ０１Ｇ	*9/048*	*(2006.01)*	Ｈ０１Ｇ	9/048	Ｂ
Ｈ０１Ｇ	*9/052*	*(2006.01)*	Ｈ０１Ｇ	9/052	５０９
Ｈ０１Ｇ	*9/145*	*(2006.01)*	Ｈ０１Ｇ	9/145	

請求項の数 13　(全 19 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2022-180253(P2022-180253)
(22)出願日　令和4年11月10日(2022.11.10)
(62)分割の表示　特願2019-509982(P2019-509982)の分割
原出願日　平成30年3月28日(2018.3.28)
(65)公開番号　特開2023-15261(P2023-15261A)
(43)公開日　令和5年1月31日(2023.1.31)
審査請求日　令和4年11月10日(2022.11.10)
(31)優先権主張番号　特願2017-72127(P2017-72127)
(32)優先日　平成29年3月31日(2017.3.31)
(33)優先権主張国・地域又は機関　日本国(JP)

(73)特許権者　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
(74)代理人　100112564
弁理士　大熊　考一
(74)代理人　100163500
弁理士　片桐　貞典
(74)代理人　230115598
弁護士　木内　加奈子
(72)発明者　成田　良幸
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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電極箔、巻回形コンデンサ、電極箔の製造方法、及び巻回形コンデンサの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

巻回形コンデンサに組み込まれる前の電極箔であって、
帯状の箔により成り、
前記箔の表面に形成され、多数のトンネル状のピットにより成る拡面部と、
前記箔のうち、前記拡面部を除いた残部である芯部と、
前記拡面部を分断する複数の分断部と、
前記拡面部の表面、又は前記拡面部と前記分断部の表面に形成された誘電体皮膜と、
を備え、
前記巻回形コンデンサに組み込まれる際、前記分断部が存在する状態で巻回されること、
を特徴とする電極箔。

【請求項２】

複数の前記分断部は、位置、長さ及び延び方向が区々であること、
を特徴とする請求項１記載の電極箔。

【請求項３】

複数の前記分断部の一部は、延び途中で分岐していること、
を特徴とする請求項１記載の電極箔。

【請求項４】

前記分断部は、
少なくとも複数の前記トンネル状のピットを繋ぎ又は跨いで形成されること、

を特徴とする請求項１記載の電極箔。
【請求項５】
前記分断部は、前記箔を平坦にした状態で溝幅が０を含む５０μｍ以下であること、
を特徴とする請求項１乃至４の何れかに記載の電極箔。
【請求項６】
前記多数のトンネル状のピットのうちの一部のピットは、前記芯部を貫通していること、
を特徴とする請求項１乃至５の何れかに記載の電極箔。
【請求項７】
電極箔を巻回して成るコンデンサ素子を備え、
前記電極箔は、
帯状の箔により成り、
前記箔の表面に形成され、多数のトンネル状のピットにより成る拡面部と、
前記箔のうち、前記拡面部を除いた残部である芯部と、
前記拡面部を分断する複数の分断部と、
前記拡面部の表面、又は前記拡面部と前記分断部の表面に形成された誘電体皮膜と、
を備え、
前記コンデンサ素子は、前記分断部が存在する前記電極箔が巻回されて成ること、
を特徴とする巻回形コンデンサ。
【請求項８】
前記コンデンサ素子は、巻回中心に巻芯部を有し、
前記電極箔は、前記巻芯部に巻回され、
前記分断部は、少なくとも、前記巻芯部への巻き始めを含む所定半径内の巻回中心側に形成されていること、
を特徴とする請求項７記載の巻回形コンデンサ。
【請求項９】
巻回形コンデンサに組み込まれる前の電極箔の製造方法であって、
帯状の箔の表面に多数のトンネル状のピットにより成る拡面部を形成するステップと、
前記拡面部を分断する複数の分断部を延在させるステップと、
前記箔を化成処理し、前記拡面部の表面、又は前記拡面部と前記分断部の表面に誘電体皮膜を形成するステップと、
を有し、
前記電極箔は、前記巻回形コンデンサに組み込まれる際、前記分断部が存在する状態で巻回されること、
を特徴とする電極箔の製造方法。
【請求項１０】
前記分断部の形成の後、前記箔を前記化成処理すること、
を特徴とする請求項９記載の電極箔の製造方法。
【請求項１１】
前記拡面部の形成の後、前記分断部の形成の前に、前記箔を前記化成処理すること、
を特徴とする請求項９記載の電極箔の製造方法。
【請求項１２】
前記分断部の形成の後、前記箔を再化成処理するステップと、
を更に有すること、
を特徴とする請求項１１記載の電極箔の製造方法。
【請求項１３】
電極箔を形成する箔形成ステップと、
前記電極箔を巻回することでコンデンサ素子を形成する素子形成ステップと、
前記コンデンサ素子に電解質を形成する電解質形成ステップと、
前記コンデンサ素子をエージングするエージングステップと、
を有し、

前記箔形成ステップは、
帯状の箔の表面に多数のトンネル状のピットにより成る拡面部を形成するステップと、
前記拡面部を分断する複数の分断部を延在させるステップと、
前記箔を化成処理し、前記拡面部の表面、又は前記拡面部と前記分断部の表面に誘電体皮膜を形成するステップと、
を有し、
前記素子形成ステップでは、
前記分断部を有する前記電極箔を巻回して前記コンデンサ素子を形成し、
前記電解質形成ステップにより前記電解質を形成した後に前記エージングステップを行い、又は前記エージングステップの後に前記電解質形成ステップによって前記エージングされたコンデンサ素子に前記電解質を形成すること、
を特徴とする巻回形コンデンサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、巻回形コンデンサに用いられる電極箔に関する。

【背景技術】

【０００２】

電解コンデンサは、陽極の誘電体皮膜を対向電極と密着させるべく、電解質で空隙を埋めて成り、電解質が液体である非固体電解コンデンサ、電解質が固体である固体電解コンデンサ、電解質として、液体と固体を備えたハイブリッド形電解コンデンサ、電極双方に誘電体皮膜を形成した両極性電解コンデンサが含まれる。この電解コンデンサは、コンデンサ素子を電解質に含浸させて成り、コンデンサ素子は、アルミニウムなどの弁金属箔に誘電体皮膜を形成した陽極箔と、同種または他の金属の箔によりなる陰極箔とを対向させ、陽極箔と陰極箔との間にセパレータを介在させて構成されている。

【０００３】

電解コンデンサの静電容量は誘電体皮膜の表面積に比例する。通常、電解コンデンサの電極箔にはエッチング等の拡面化処理が施され、この拡面化処理が施された拡面部には化成処理が施されて、大表面積の誘電体皮膜を有する。近年は、電解コンデンサの静電容量の更なる増大を図るべく、電極箔の表面から一層深部に至るまで拡面化を進展させている。

【０００４】

換言すれば、電解コンデンサにおいては、電極箔の芯部が、より一層薄くなる傾向を示している。誘電体皮膜を有する拡面部は、芯部と比べて、柔軟性及び延伸性が低い。そのため、誘電体皮膜の大表面積化が図られた電極箔は、柔軟性及び延伸性に富む残芯部の薄厚化により、柔軟性及び延伸性が低下している。

【０００５】

ここで、このような電極箔を用いた電解コンデンサとして、小型化と大容量化を両立すべく、巻回形コンデンサの形態が採られる場合がある。巻回形コンデンサのコンデンサ素子は、セパレータを挟んで陽極箔及び陰極箔を重ね合わせ、筒型に巻回して成る。近年の誘電体皮膜の表面積増大措置は、この巻回形コンデンサの巻回性に大きな問題を生じさせている。

【０００６】

すなわち、拡面化処理した拡面部に化成処理して誘電体皮膜を形成することで、電極箔は柔軟性及び延伸性が低下してしまう。そうすると、電極箔には弓なりに滑らかに湾曲することができず、多数の微細なクラックを発生させてしまう。この微細なクラックの発生により、クラックの内表面には未酸化の金属部分が露出してしまう。

【０００７】

ここで、巻回形コンデンサは、電解コンデンサの場合にはコンデンサ素子を電解液に含浸した後、固体電解コンデンサの場合には電解質が形成される前に、エージング処理が施される。未酸化の金属部分が露出した状態でエージング処理をすると、エージングの所要時

間が長期化してしまう。
【０００８】
【特許文献１】特開２００７－１４９７５９号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００９】
本発明は、上記のような従来技術の問題点を解決するため、誘電体皮膜の大表面積化を進展させつつ、巻回時にクラックを発生させ難い電極箔、当該電極箔を巻回した巻回形コンデンサ、電極箔の製造方法、及び巻回形コンデンサの製造方法を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
上記目的を達成するため、本発明に係る電極箔は、帯状の箔により成り、前記箔の表面に形成され、多数のトンネル状のピットにより成る拡面部と、前記箔のうち、前記拡面部を除いた残部である芯部と、前記拡面部を分断する複数の分断部と、前記拡面部の表面、又は前記拡面部と前記分断部の表面に形成された誘電体皮膜と、を備えること、を特徴とする。
【００１１】
前記分断部は、少なくとも複数の前記トンネル状のピットを繋ぎ又は跨いで形成されるようにしてもよい。
【００１２】
前記分断部は、前記箔を平坦にした状態で溝幅が０を含む５０μｍ以下であるようにしてもよい。
【００１３】
前記多数のトンネル状のピットのうちの一部のピットは、前記芯部を貫通しているようにしてもよい。
【００１４】
この電極箔を巻回して備える巻回形コンデンサも本発明の一態様である。
【００１５】
この巻回形コンデンサは、前記電極箔を巻回して成るコンデンサ素子を備え、前記コンデンサ素子は、巻回中心に巻芯部を有し、前記電極箔は、前記巻芯部に巻回され、前記分断部は、少なくとも、前記巻芯部への巻き始めを含む所定半径内の巻回中心側に形成されているようにしてもよい。
【００１６】
また、上記目的を達成するため、本発明に係る電極箔の製造方法は、帯状の箔の表面に多数のトンネル状のピットにより成る拡面部を形成するステップと、前記拡面部を分断する複数の分断部を延在させるステップと、前記箔を化成処理し、前記拡面部の表面、又は前記拡面部と前記分断部の表面に誘電体皮膜を形成するステップと、を有すること、を特徴とする。
【００１７】
前記分断部の形成の後、前記箔を前記化成処理するようにしてもよい。
【００１８】
前記拡面部の形成の後、前記分断部の形成の前に、前記箔を前記化成処理するようにしてもよい。
【００１９】
前記拡面部の形成の後、前記分断部の形成の前に、前記箔を前記化成処理するものであり、前記分断部の形成の後、前記箔を再化成処理するステップと、を更に有するようにしてもよい。
【００２０】
また、上記目的を達成するため、本発明に係る巻回形コンデンサの製造方法は、前記電極箔を巻回することでコンデンサ素子を形成する素子形成ステップと、前記コンデンサ素子

に電解質を形成する電解質形成ステップと、前記コンデンサ素子をエージングするエージングステップと、を有し、前記電解質形成ステップにより前記電解質を形成した後に前記エージングステップを行い、又は前記エージングステップの後に前記電解質形成ステップによって前記エージングされたコンデンサ素子に前記電解質を形成すること、を特徴とする。

【発明の効果】

【００２１】

本発明によれば、分断部が巻回時の曲げ応力を分散させるため、巻回時に未酸化の金属部分を露出させるようなクラックが生じにくくなり、エージング処理に必要な電気量が少なくなり、エージング処理の所要時間が短縮化する。

【図面の簡単な説明】

【００２２】

【図１】本実施形態に係る電極箔の構造を示し、（ａ）は長手方向に沿った切断図であり、（ｂ）は上面図である。

【図２】本実施形態に係る巻回形コンデンサが備えるコンデンサ素子を示す斜視図である。

【図３】移送装置の概略構成図である。

【図４】本実施形態の分断部を備えた電極箔の長手方向に沿った断面図である。

【図５】実施例１に係る、本実施形態の分断部を備えた電極箔の長手方向に沿った断面写真である。

【図６】実施例１に係る、本実施形態の分断部を備えた電極箔の表面を示す写真であり、写真長辺方向が電極箔の幅方向であり、写真短辺方向が電極箔の長手方向である。

【図７】比較例１に係る電極箔の表面を示す写真であり、写真長辺方向が電極箔の幅方向であり、写真短辺方向が電極箔の長手方向である。

【図８】実施例１及び比較例１のエリクセン試験の結果を示すグラフである。

【図９】実施例１、実施例２及び比較例１の巻回形コンデンサのエージング処理における電気量の積算値を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【００２３】

以下、本発明に係る電極箔及び巻回形コンデンサの実施形態について詳細に説明する。なお、本発明は、以下に説明する実施形態に限定されるものでない。

【００２４】

（電極箔）

図１に示す電極箔１は、巻回形コンデンサの陽極箔、誘電体皮膜５が形成された陰極箔又は両方に用いられる。巻回形コンデンサの代表例としては電解コンデンサであり、電解コンデンサとしては、電解質が液体であり、陽極箔に誘電体皮膜を形成した非固体電解コンデンサ、電解質が固体であり、陽極箔に誘電体皮膜を形成した固体電解コンデンサ、電解質として、液体と固体を備えたハイブリッド形電解コンデンサ、及び陽極箔と陰極箔の双方に誘電体皮膜を形成した両極性電解コンデンサが挙げられる。

【００２５】

電極箔１は、アルミニウム、タンタル、チタン、ニオブ及び酸化ニオブ等の弁金属を材料とする。純度は、陽極箔に関して９９．９％程度以上が望ましく、陰極箔に関して９９％程度以上が望ましいが、ケイ素、鉄、銅、マグネシウム、亜鉛等の不純物が含まれていても良い。図１に示すように、この電極箔１は、長尺であり、厚み方向中心の芯部２を残して両面に拡面部３が形成され、拡面部３の一方又は両方に複数の分断部４が形成され、拡面部３と分断部４の表面に誘電体皮膜５が形成されて成る。

【００２６】

拡面部３は多孔質構造を有する。多孔質構造は、トンネル状のピットにより成る。この拡面部３は、典型的には塩酸等のハロゲンイオンが存在する酸性水溶液中で直流を印加する直流エッチングにより形成される。

【００２７】
この電極箔１には、高圧用電極箔が含まれる。また、弁金属の拡面部３を除く残部が芯部２に相当する。換言すると、例えば未エッチング層が芯部２に相当する。但し、芯部２は、トンネル状のピットの全てが未到達の層と解す必要はなく、トンネル状のピットの多くが未到達の層であればよい。換言すると、一部のトンネル状のピットが芯部２を貫通していてもよい。拡面部３及び芯部２の厚みは特に限定されないが、拡面部３の厚みが両面合わせて４０～２００μｍ、芯部２の厚みが８～６０μｍの範囲が好ましい。
【００２８】
分断部４は、電極箔１の表面から芯部２に向かう深さ方向に、拡面部３を分断する。分断部４は、芯部２を完全に分断までに至らなければ良く、芯部２に至らない深さ、最深部がちょうど芯部２に到達する深さ、及び最深部が芯部２に食い込む深さの何れであってもよい。また、全ての分断部４の深さが統一されている必要はない。
【００２９】
詳細には、分断部４は、電極箔１を部分的に横断して不連続に延びる。この分断部４は、拡面部３を構成する複数のトンネル状のピットを繋ぎ、又は複数のトンネル状ピットを跨ぐ。各分断部４の位置、長さ及び延び方向は区々であり、電極箔１の帯長手方向であっても幅方向であっても、それらが混在してランダム配向状に延びていてもよい。また直線状又は曲線状の分断部４が混在していても良く、分断部４は、途中分岐し、又は単線であってもよい。一本の分断部４が有する両端部の離間距離は平均４０μｍ以上１５０μｍ以下であり、短いものでは１０μｍ程度、長いものでは６００μｍ程度が混在する。この範囲の長さを有する分断部４により、電極箔１の柔軟性及び延伸性が向上する。
【００３０】
このような分断部４は、拡面部３をひび割れさせ、拡面部３を裂き、電極箔１の厚み方向に沿って拡面部３に切り込みを入れ、拡面部３を切り欠き、又は電極箔１の厚み方向に沿って拡面部３を掘り込むことにより形成される。従って、分断部４の実態の例は、割れ目、裂け目、切り込み、切り欠き又は掘り込みである。但し、拡面部３を分断していれば、分断部４の態様は特に限られない。
【００３１】
分断部４の溝幅は、電極箔１を湾曲させずに平坦にならした際、０を含む５０μｍ以下である。分断部４の溝幅とは、電極箔１の表層付近で計測された、電極箔１の長手方向に沿った長さである。分断部４を割れ、裂き、又は切り込みにより形成した場合、分断部４の溝幅は実質的に０となる。実質的に０とは、電極箔１を湾曲させずに平坦にならした際、分断部４の界面が少なくとも部分的に接している状態をいう。分断部４の溝幅が５０μｍ以下であれば、電極箔１の柔軟性及び延伸性を損なうことなく、誘電体皮膜５の表面積減少に伴う、巻回形コンデンサの静電容量の大きな低下を抑止できる。
【００３２】
ここで、分断部４の形成方法として、例えば、丸棒へ電極箔１を押し付ける等の物理的手段によることが考えられる。丸棒を利用する形成方法では、電極箔１の芯部２が長手方向に伸び、その結果芯部２の厚みが薄くなる。しかしながら、分断部４の溝幅を５０μｍ以下とすることで、芯部２の厚みが薄くなり難く、電極箔１の柔軟性及び延伸性は向上する。この点においても、分断部４の溝幅を５０μｍ以下とすることが好ましい。
【００３３】
分断部４は、電極箔１の長手方向に沿って均一な平均ピッチや単位範囲内の数で形成されてもよい。また、電極箔１が巻回された際の、当該分断部４が形成される箇所における曲率を加味して、平均ピッチや単位範囲内の数を変更することもできる。曲率が小さくなればなるほど、すなわち巻回されたときに外周側になればなるほど、曲げ応力は小さくなり、巻回時のクラック抑制に繋がるからである。
【００３４】
例えば、巻軸への電極箔１の巻き始め部分にのみ、分断部４を形成しておくようにしてもよい。電極箔１の巻き始め部分は曲率が大きく、クラックが発生しやすい。また、分断部

４が位置する箇所における巻回半径に比例させて、平均ピッチを大きく取ったり、当該半径に反比例させて、単位範囲内の数を減少させるようにしてもよい。分断部４の数が減れば減るほど、巻回形コンデンサの静電容量への影響が低減する。

【００３５】

この分断部４は、両面の拡面部３に各々形成されることが望ましいが、巻回時の電極箔１の延びの観点から、少なくとも、電極箔１の巻回時に箔外側になって張力を受ける拡面部３に形成されるとよい。

【００３６】

誘電体皮膜５は、拡面部３を化成処理して成り、典型的にはアジピン酸やホウ酸等の水溶液等のハロゲンイオン不在の溶液中で電圧印加して形成される酸化皮膜を用いる。

【００３７】

ここで、誘電体皮膜５は、分断部４の溝内表面にも形成しておくことが好ましい。分断部４の溝内表面にも誘電体皮膜５を形成しておくと、誘電体皮膜５を修復するためのエージング処理に必要な電気量(Ｃ)が少なくて済むという知見が得られたためである。

【００３８】

以下、推測ではあるが、分断部４を形成しておくと、各分断部４が曲げ応力を分担するため、曲げ応力の集中が起こりにくく、巻回時の微細なクラック発生が抑制される。巻回時のクラック発生が抑制されると、クラックの内表面から未酸化の金属部分（アルミニウム）が露出し難い。即ち、分断部４を形成した後に化成処理をすれば、分断部４の内表面にも誘電体皮膜５を形成され、換言すれば分断部４の内表面からも未酸化の金属部分は露出せず、エージング処理に必要な電気量が少なくなる。

【００３９】

また、化成処理前に分断部４を形成しておくと、電極箔１の円滑な製造工程が実現する。そのため、好ましくは、拡面部３の形成の後、化成処理前に分断部４を形成しておく。この場合、分断部４の形成前に薄い酸化物を形成しておくことで、分断部４の形成は容易になる。

【００４０】

尚、化成処理後に分断部４を形成しても、分断部４による巻回時の応力分散効果は得られる。また、分断部４の形成前に化成処理し、分断部４の形成後に再化成処理をすることで、分断部４の表面に誘電体皮膜５を形成することもできる。

【００４１】

（巻回形コンデンサ）

図２は、この電極箔１を用いた巻回形コンデンサのコンデンサ素子６を示す模式図であり、アルミニウム電解コンデンサによる例示である。コンデンサ素子６において、陽極箔である電極箔１と陰極箔７とは、紙や合成繊維等のセパレータ８を介在させて重ね合わせられる。セパレータ８は、その一端が電極箔１及び陰極箔７の一端よりも飛び出すように重ね合わせておく。そして、飛び出したセパレータ８を先に巻き始めて巻芯部９を作成し、続けて其の巻芯部９を巻軸にして、電極箔１と陰極箔７とセパレータ８の層を巻回していく。

【００４２】

陽極箔である電極箔１と陰極箔７とセパレータ８の重ね合わせの処理、及び当該電極箔１と陰極箔７とセパレータ８の巻回の処理は、典型的には複数のローラが設けられた移送装置により行われる。図３に示すように、例えば、この移送装置は、４本の各個移送路Ｔｒ１，Ｔｒ２及びＴｒ３と、４本の移送路が集合した１本の集合移送路Ｔｒ４を備えている。

【００４３】

各個移送路Ｔｒ１，Ｔｒ２及びＴｒ３と集合移送路Ｔｒ４は、複数のローラＲで形成されている。４本の各個移送路Ｔｒ１，Ｔｒ２及びＴｒ３は、それぞれ陽極箔である電極箔１、陰極箔７及びセパレータ８を走行させている。集合移送路Ｔｒ４の先頭のローラＲには各個移送路Ｔｒ１，Ｔｒ２及びＴｒ３を走行した電極箔１、陰極箔７及びセパレータ８の

全てが掛けられ、集合移送路Ｔｒ４の先頭で電極箔１、陰極箔７及びセパレータ８が重ね合わせられる。

【００４４】

各個移送路Ｔｒ１，Ｔｒ２及びＴｒ３及び集合移送路Ｔｒ４は、移送装置の小型化の観点から、複数箇所の屈曲点Ｃが存在する。屈曲点ＣのローラＲでは、電極箔１、陰極箔７及びセパレータ８が、屈曲点ＣのローラＲに沿って走行方向を変えるように曲げられている。更に、移送装置は、集合移送路Ｔｒ４の終端に巻回ローラＲｗを備えている。巻回ローラＲｗは、重ね合わせられた電極箔１、陰極箔７及びセパレータ８を軸回転により巻き込んで、これらを巻回する。

【００４５】

このようにして作成されたコンデンサ素子６は、電解コンデンサを作成する場合、電解液に含浸され、有底筒状の外装ケースに収納され、陽極端子及び陰極端子を引き出して封口体で封止され、エージング処理されることで、巻回形コンデンサの態様を採る。また、このようにして作成されたコンデンサ素子６は、固体電解コンデンサを作成する場合、エージング処理された後、電解質が形成され、有底筒状の外装ケースに収納され、陽極端子及び陰極端子を引き出して封口体で封止されることで、巻回形コンデンサの態様を採る。

【００４６】

図４は、コンデンサ素子６に巻回させた電極箔１の状態を示す模式図である。本実施形態の電極箔１では、複数の分断部４が曲げ応力を分担して引き受け、各分断部４に曲げ応力が分散する。そのため、新たに拡面部３に微細なクラックが生じにくく、芯部２の破壊に至るような応力が電極箔１にかかることが抑止され、芯部２の破壊は免れ、電極箔１は折れ曲がることなく、滑らかに湾曲して巻回される。即ち、巻回時において、未酸化の金属部分を露出させるようなクラックの発生を抑制できる。

【００４７】

また、移送装置によるローラ移送時でも屈曲点ＣのローラＲが電極箔１を曲げることになるが、この電極箔１の複数の分断部４が曲げ応力を分担して引き受けており、電極箔１の折れ曲がりが抑制される。

【００４８】

（実施例１）

この実施形態を示す電極箔１を次のように作成した。まず、基材として厚みが１３０μｍ、幅が１０ｍｍ、長さが５５ｍｍ、純度９８重量％以上のアルミニウム箔を用いた。そして、このアルミニウム箔の両面に、中高圧用としてトンネル状のピットにより成る拡面部３を形成した。具体的には、ピットを形成する第1の工程とピットを拡大する第２の工程を用い、第１の工程は塩素イオンを含む水溶液中で直流電流にて電気化学的にアルミニウム箔にエッチング処理を行った。第１の工程におけるエッチング処理は電流密度４００ｍＡ／ｃｍ^{2}として、約１分行なった。第２の工程において、第１の工程を経たアルミニウム箔に形成されたピットを拡大するべく、硝酸イオンを含む水溶液中で直流電流にて電気化学的にエッチング処理を行なった。第２の工程におけるエッチング処理の電流密度３００ｍＡ／ｃｍ^{2}として、約２分行なった。

【００４９】

エッチング処理後、両面がエッチング処理されたアルミニウム箔に分断部４を形成した。分断部４は、アルミニウム箔の帯長手方向と直交して発生させた。具体的には、物理的な処理方法として、φ４ｍｍの丸棒に対し、当該丸棒とアルミニウム箔の接触する領域の広さを示すラップ角を１８０度として、アルミニウム箔を押し付けて分断部４を形成した。この物理的な処理方法によって、複数のトンネル状のピットを繋ぎ又は跨ぎ、拡面部３を分断する複数の分断部４が形成される。

【００５０】

更に、分断部４の形成後、化成処理を行い、拡面部３と分断部４の表面に誘電体皮膜５を形成した。具体的には、液温８５℃、４重量％のホウ酸の化成溶液中で６５０Ｖの電圧を印加した。

【００５１】
図５は、実施例１に係る電極箔１の長手方向に沿った断面写真である。また、図６の（ａ）は、実施例１に係る電極箔１の表面を示す２００倍のＳＥＭ観察の写真であり、写真長辺方向が電極箔の幅方向であり、写真短辺方向が電極箔の長手方向である。図６の（ｂ）は、図６の（ａ）の写真中に表れている分断部を強調のためになぞるデジタル処理を行ったものである。図５並びに図６の（ａ）及び（ｂ）に示すように、実施例１の電極箔１において、観察面積が１０ｍｍ×１０ｍｍの範囲内に、２４個の分断部４が見られた。２００倍のＳＥＭ観察の写真より、１０個の分断部４を任意に選択すると、選択された分断部４が有する両端部間の平均離間距離は１２０μｍ程度であった。両端部間の離間距離は、分断部４の短いものでは４０μｍ程度、長いものでは２５０μｍ程度であった。なお、この実施例１の電極箔１は、誘電体皮膜５を有する拡面部３が芯部２の両面に各々厚さ５５μｍで存在し、厚さ１０μｍの芯部２であった。
【００５２】
（比較例１）
実施例１と同一の基材を用い、実施例１と同一のエッチング処理及び化成処理を行った。但し、分断部４の形成処理を省いており、分断部４は未形成である。図７は、比較例１に係る電極箔１の表面を示す２００倍のＳＥＭ観察の写真であり、写真長辺方向が電極箔の幅方向であり、写真短辺方向が電極箔の長手方向である。
【００５３】
図７に示すように、実施例１と同じく、比較例１の電極箔は、芯部２の両面に各々拡面部３を備え、各拡面部３は、誘電体皮膜５を備え、誘電体皮膜５を備えた拡面部３の厚さは各々厚さ５５μｍとなり、芯部２の厚さは１０μｍとなっていた。しかしながら、２００倍のＳＥＭ観察をしても、電極箔の表面に隣合うトンネル状のピットを結ぶ線は観察されなかった。即ち、分断部４は形成されていなかった。
【００５４】
なお、分断部４の状態をより見やすくするために、電極箔１の表面処理を行っても良い。例えばＰ－Ｃｒ処理が挙げられる。具体的には、電極箔１を無水クロム酸（２１ｇ／Ｌ）、リン酸（５３ｇ／Ｌ）の水溶液に、８５℃の液温で１時間程度浸漬処理することで、電極箔１の表面の微細な酸化物が除去され、分断部４の観察がしやすくなる。もっとも、比較例１においては、電極箔にＰ－Ｃｒ処理を用いても電極箔の表面には隣り合うトンネル状のピットを結ぶ線は観察されなかった。
【００５５】
（エリクセン試験）
これら実施例１の電極箔１、及び比較例１の電極箔に対してエリクセン試験を行った。エリクセン試験では、内径３３ｍｍを有するダイスとしわ押えで、実施例１の電極箔１及び比較例１の電極箔を１０ｋＮで挟み込み、たがね状を有するポンチで押し込んだ。たがね状のポンチは、幅３０ｍｍで、先端部が断面視φ４ｍｍの球面である。電極箔１の帯長手方向に直交させるようにして、ポンチのたがね部位を押し込んだ。ポンチの押し込み速度は０．５ｍｍ／ｍｉｎとした。
【００５６】
このエリクセン試験の結果を図８に示す。図８は、横軸をポンチストロークとし、縦軸をポンチ荷重としたグラフである。ポンチストロークは、ポンチを押し込んだ距離であり、ポンチ荷重は各ポンチストロークを達成するために要した荷重である。図８に示すように、比較例１の電極箔は、ポンチストロークが１．１ｍｍに達する前に断裂したのに対し、実施例１の電極箔１は、断裂までにポンチストロークが１．１ｍｍを超えた。即ち、実施例１の電極箔１は、分断部４が設けられることで延伸性が向上している。
【００５７】
また、図８に示すように、比較例１の電極箔は、例えばポンチストロークを０．７ｍｍにするために１．８Ｎの荷重を要したが、実施例１の電極箔１は、１．６Ｎの荷重でポンチストロークを０．７ｍｍを達成した。即ち、実施例１の電極箔１は、分断部４が設けられ

ることで柔軟性が約１１％向上している。即ち、延伸性及び柔軟性が向上した実施例１は、比較例１と比べて巻回時にクラックを発生させ難く、未酸化の金属部分を露出させ難いことが確認された。

【００５８】

（エージング評価）

実施例１の電極箔１と比較例１の電極箔を陽極箔として用いて巻回し、コンデンサ素子６を作成した。実施例１の電極箔１と比較例１の電極箔は、共に、幅が５０ｍｍ、長さが３３００ｍｍの寸法に変更している。また、実施例１と同一の基材を用い、実施例１と同一のエッチング処理、分断部４の形成処理、及び化成処理を行った実施例２の電極箔１を用意した。但し、コンデンサ素子６を作成する前の実施例２の電極箔１は、エッチング処理、化成処理、分断部４の形成処理の順で処理を行っているもので、分断部４の表面には、誘電体皮膜５が未形成となっている。陰極箔７にはアルミニウム箔を用いた。陰極箔７には、拡面部３を形成し、誘電体皮膜５は形成しなかった。セパレータ８にはセルロース繊維を用いた。

【００５９】

実施例１の電極箔１を用いたコンデンサ素子６、実施例２の電極箔１を用いたコンデンサ素子６、及び比較例１の電極箔を用いたコンデンサ素子には電解液を含浸し、有底筒状の外装ケースに収納し、陽極端子及び陰極端子を引き出して封口体で封止した。電解液は、１－７－オクタンジカルボン酸のエチレングリコール溶液にホウ酸マンニットを添加したものを用いた。これにより、実施例１の電極箔１を用いた巻回形コンデンサ、実施例２の電極箔１を用いた巻回コンデンサ、及び比較例１の電極箔を用いた巻回形コンデンサが作製された。

【００６０】

作製された両巻回形コンデンサをエージング処理し、エージング処理に要した電気量を測定した。このエージング処理は、実施例２の電極箔１に対する化成処理も兼ねており、実施例２の電極箔１には、このエージング処理で誘電体皮膜５が形成される。エージング処理では、１００℃の温度条件にて定格電圧を印加してエージング処理を行った。このエージング処理の間、陽極端子と陰極端子との間に流れた経時的な電流変化を測定した。尚、３つの巻回形コンデンサに対してエージング処理開始時点で流した電流値は同値である。図９は、エージング処理開始時点からの電気量の積算値を示すグラフである。

【００６１】

図９に示すように、実施例１の電極箔１を用いた巻回形コンデンサでは、３６分付近で電流値が横ばいとなった。これに対し、比較例１の電極箔を用いた巻回形コンデンサでは、４８分付近で電流値が横ばいとなった。また、実施例２の電極箔１を用いた巻回形コンデンサでは、１３１分付近で電流値が横ばいとなった。即ち、実施例１の電極箔１を用いた巻回形コンデンサは、電極箔１に分断部４が形成されていることにより、比較例１の電極箔を用いた巻回形コンデンサと比べて飛躍的にエージング処理に要する時間が短縮され、電気量が削減されたことを示している。また、実施例１の電極箔１を用いた巻回形コンデンサは、巻回形コンデンサに組み込まれる前に拡面部３と分断部４の表面に誘電体皮膜５が形成されていることにより、実施例２の電極箔を用いた巻回形コンデンサと比べて飛躍的にエージング処理に要する時間が短縮され、電気量が削減されたことを示している。

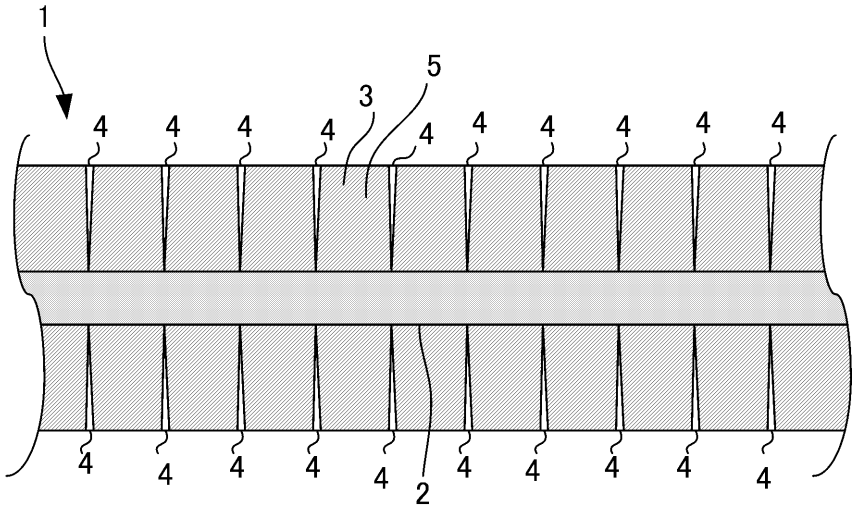
【符号の説明】

【００６２】

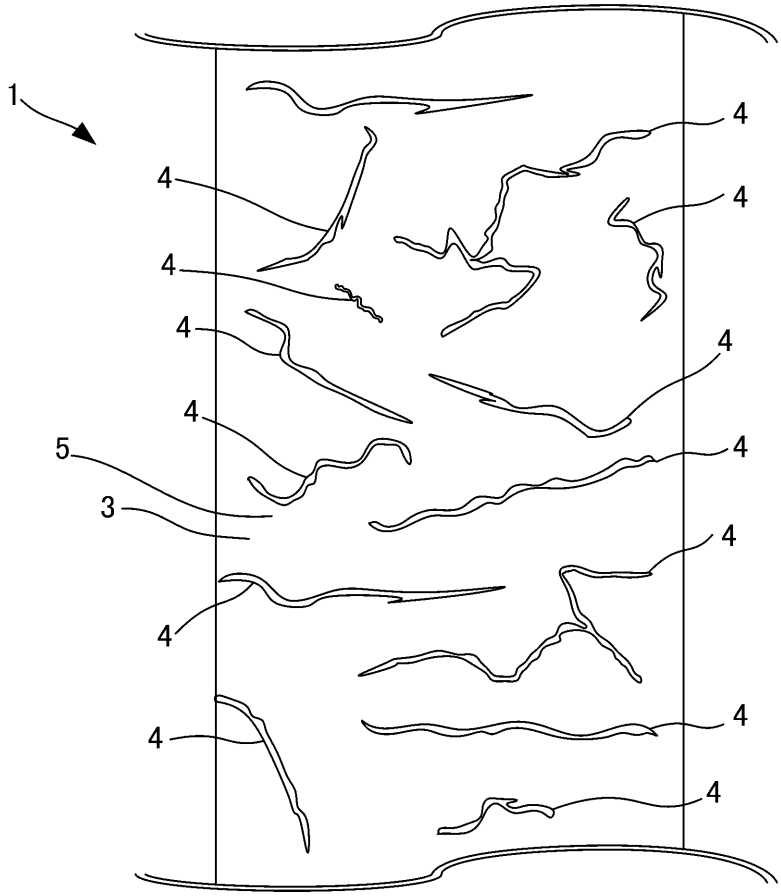
１　電極箔
２　芯部
３　拡面部
４　分断部
５　誘電体皮膜
６　コンデンサ素子
７　陰極箔

8　セパレータ
9　巻芯部
【図１】

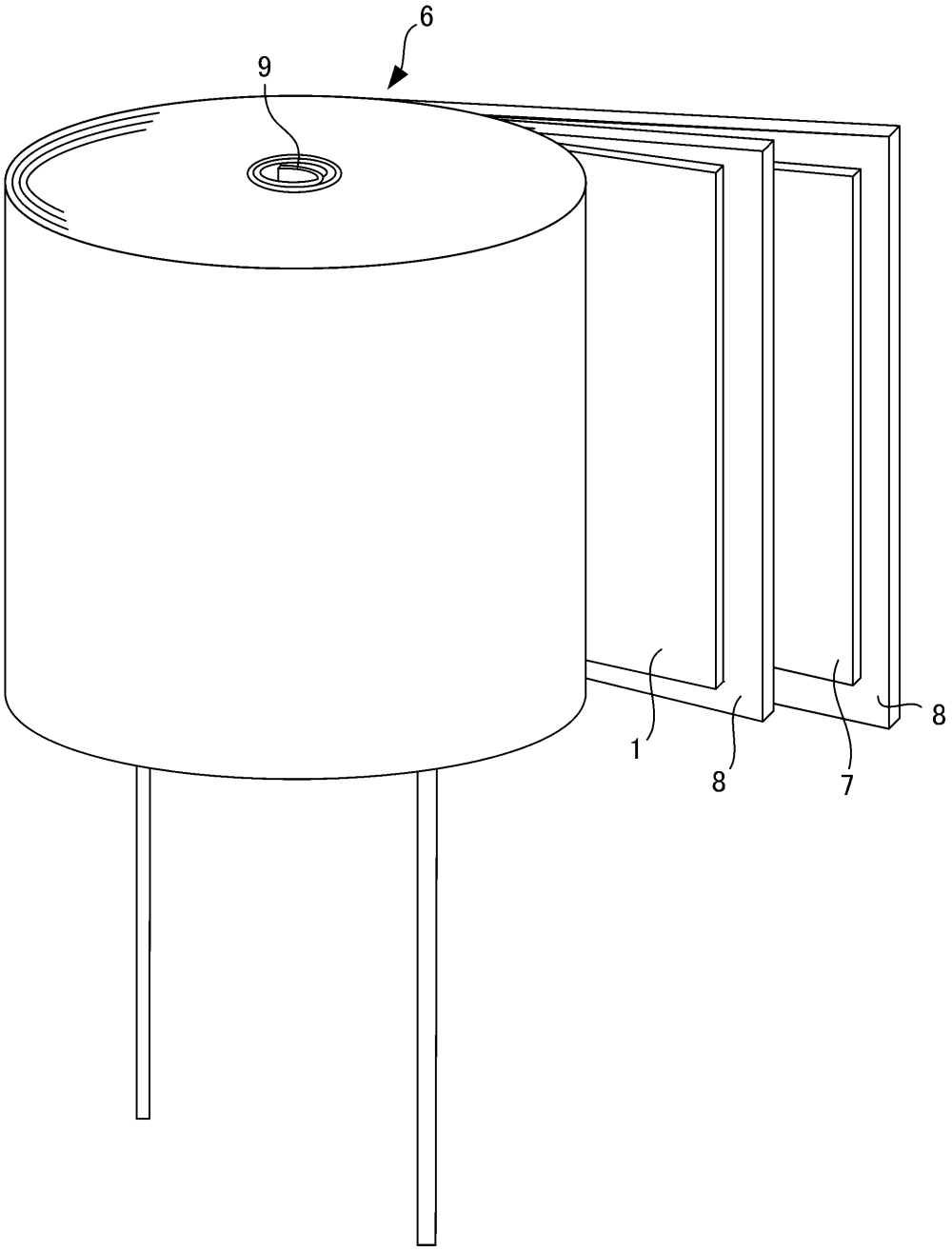
(a)



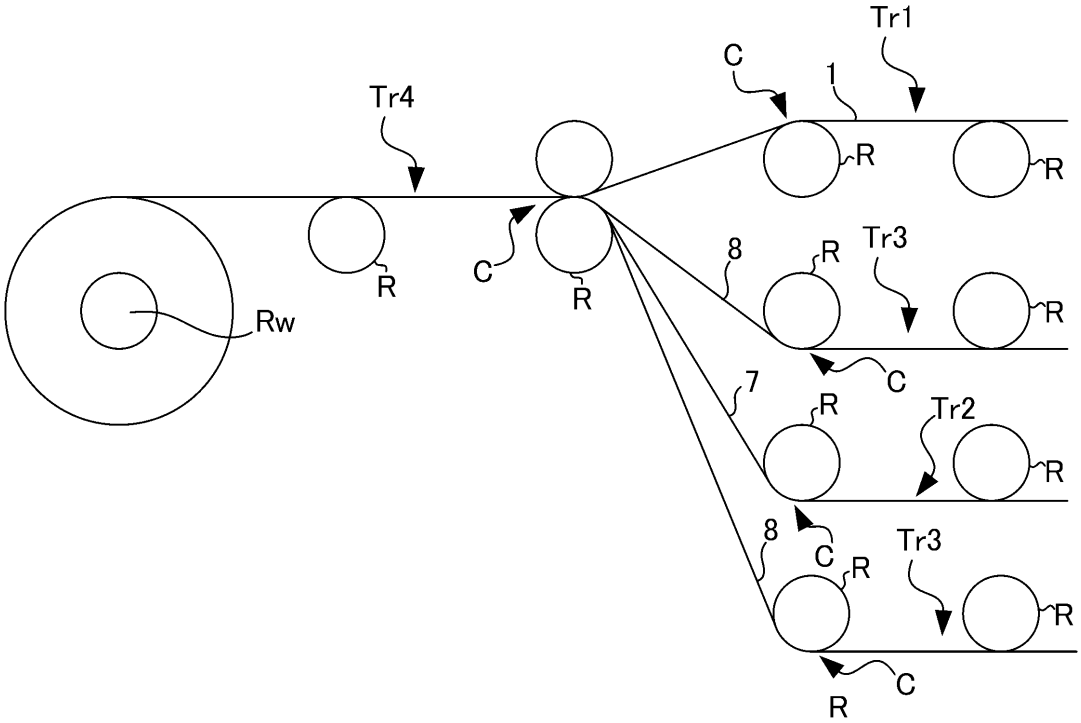
(b)



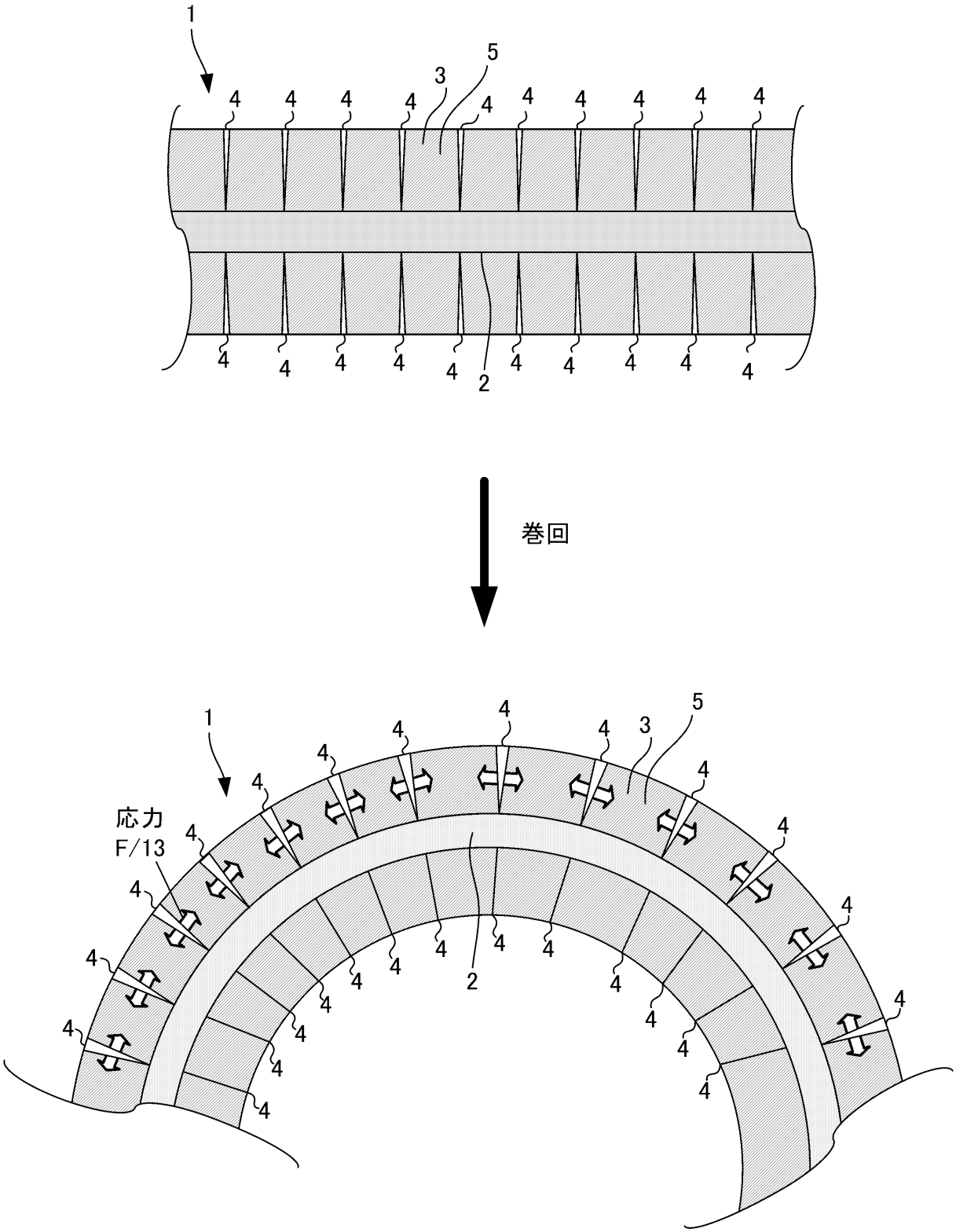
【図２】



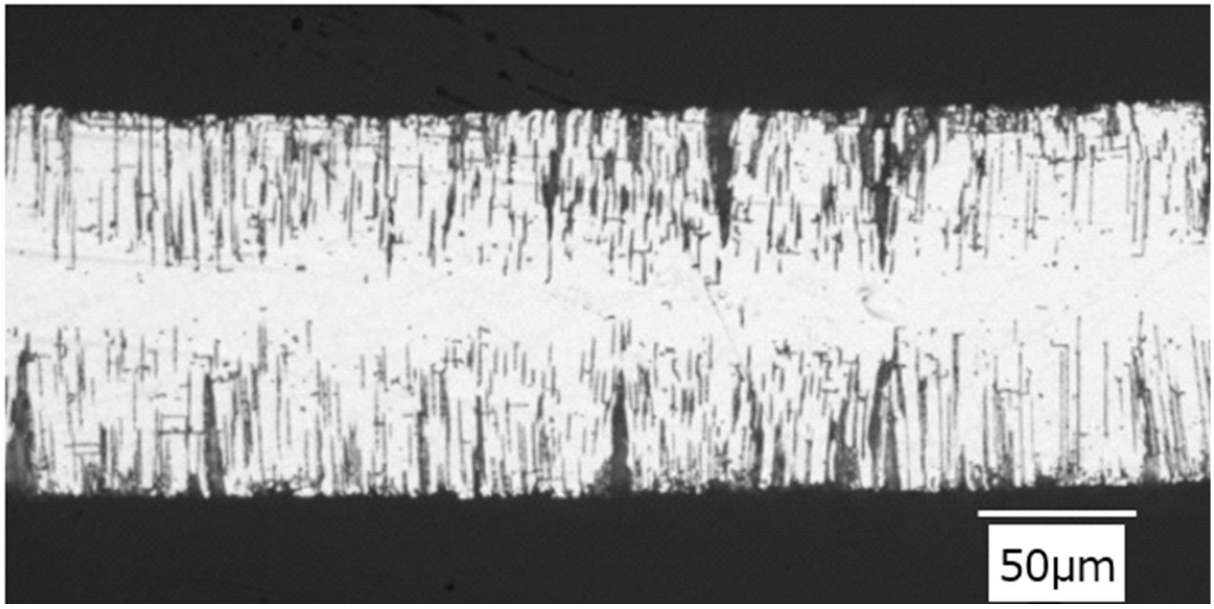
【図３】



【図４】

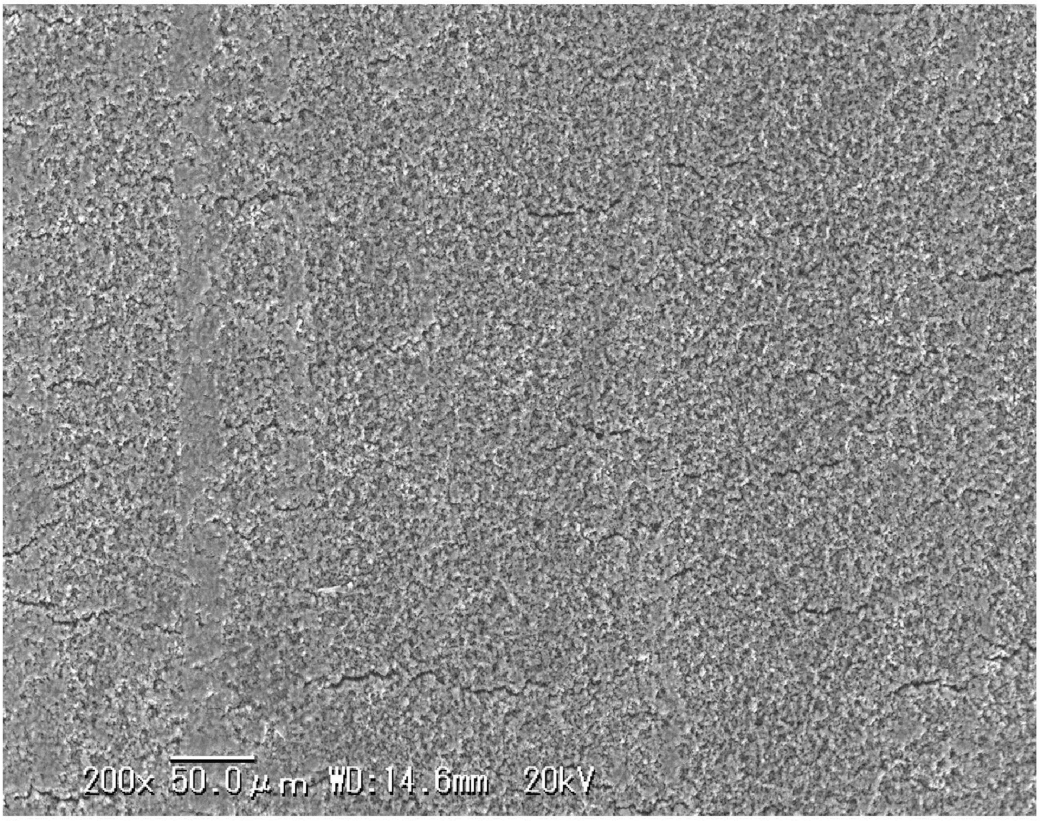


【図５】

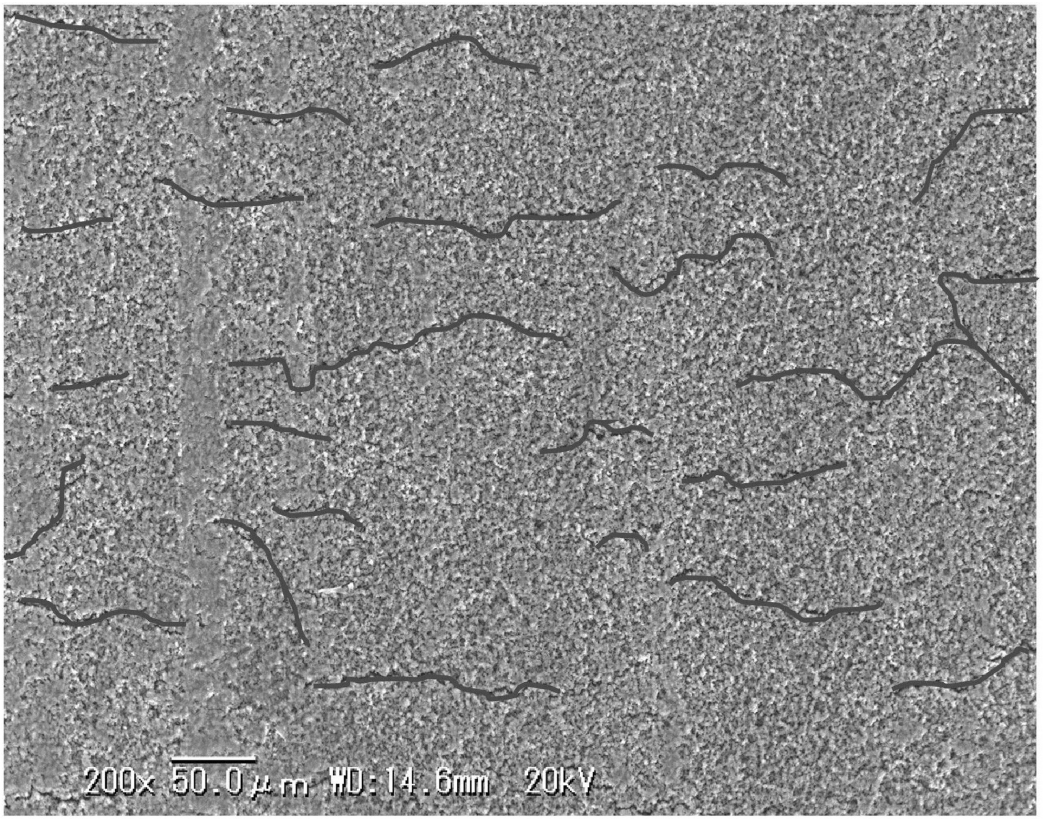


【図６】

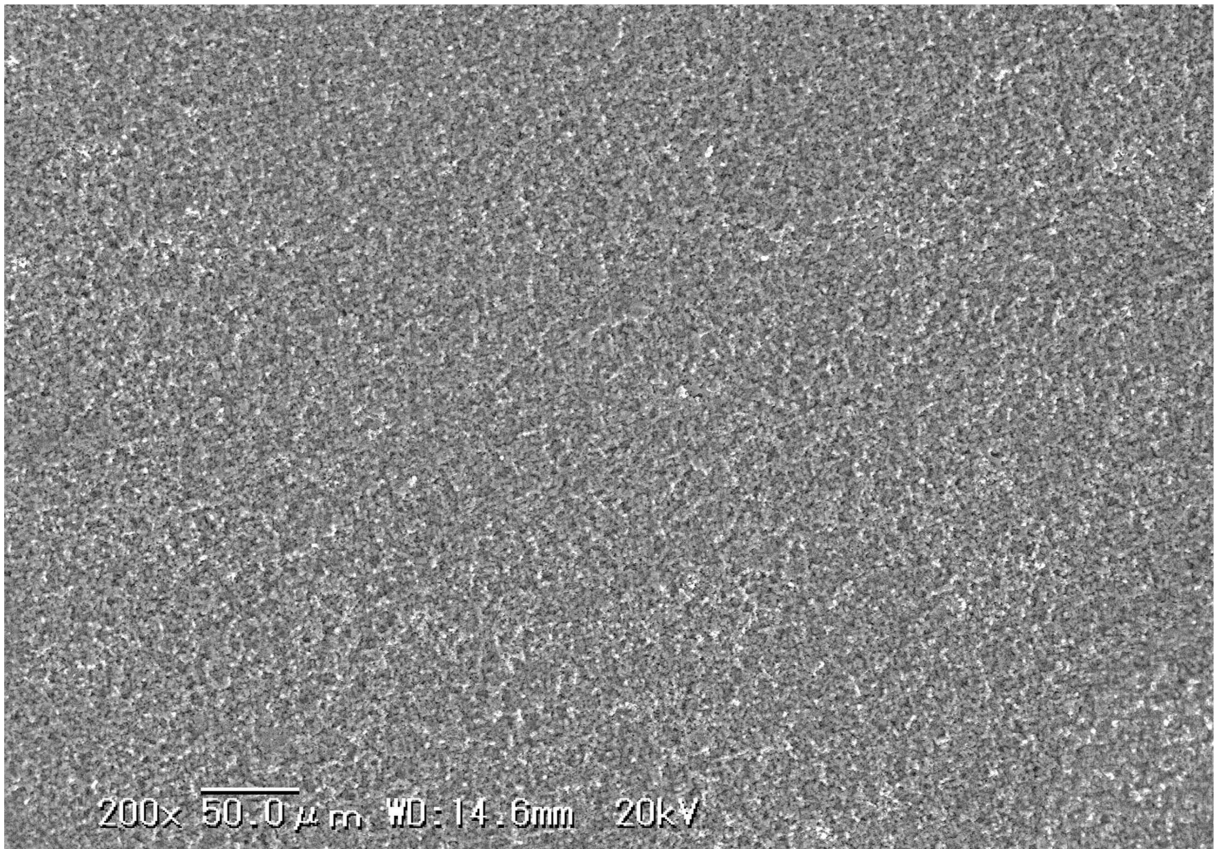
(a)



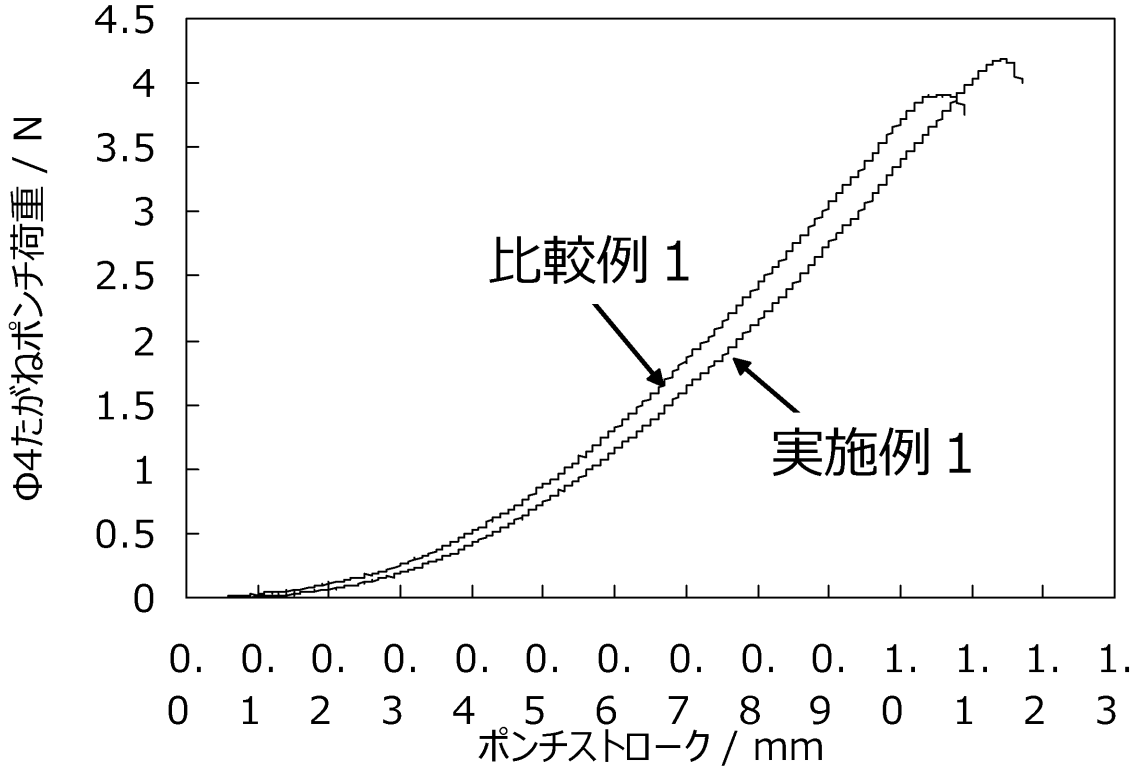
(b)



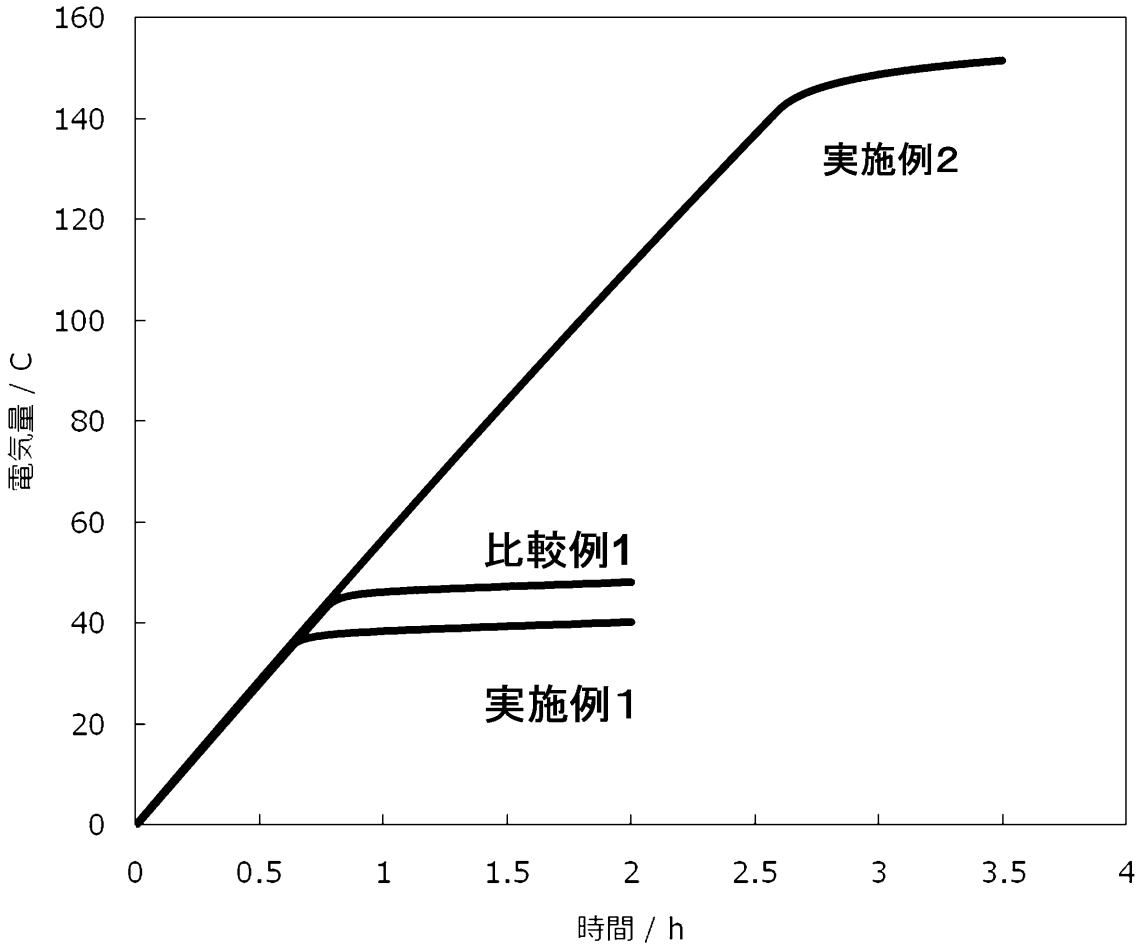
【図７】


200× 50.0μm WD:14.6mm 20kV

【図８】


Φ4たがねポンチ荷重 / N
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
比較例１
実施例１
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1.0
1.1
1.2
1.3
ポンチストローク / mm

【図９】


160
140
120
100
80
60
40
20
0
電気量 / C
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
時間 / h
実施例2
比較例1
実施例1

フロントページの続き

(51)Int.Cl.　　ＦＩ
Ｈ０１Ｇ　9/15　(2006.01)　　Ｈ０１Ｇ　9/15

(72)発明者　長原　和宏
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
(72)発明者　田中　淳視
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
(72)発明者　小野　昭二
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

審査官　田中　晃洋

(56)参考文献　特開２００９－０６２５９５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－１３５４８１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－１５３０２４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.,ＤＢ名)
Ｈ０１Ｇ　９／０５５
Ｈ０１Ｇ　９／００
Ｈ０１Ｇ　９／０４８
Ｈ０１Ｇ　９／０５２
Ｈ０１Ｇ　９／１４５
Ｈ０１Ｇ　９／１５