

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4519059号
(P4519059)

(45) 発行日 平成22年8月4日 (2010.8.4)

(24) 登録日 平成22年5月28日 (2010.5.28)

(51) Int.Cl. F 1
H 0 1 C 7/10 (2006.01) H 0 1 C 7/10

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2005-325117 (P2005-325117)	(73) 特許権者	503382955
(22) 出願日	平成17年11月9日 (2005.11.9)		合資会社 平川製作所
(65) 公開番号	特開2007-134460 (P2007-134460A)		広島県広島市安芸区中野二丁目40番18
(43) 公開日	平成19年5月31日 (2007.5.31)		－36号
審査請求日	平成19年6月8日 (2007.6.8)	(74) 代理人	100082810
			弁理士 迎田 昌夫
		(72) 発明者	平川 義宏
			広島市安芸区中野2-40-18-36
			合資会社 平川製作所内
		審査官	酒井 朋広
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コヒーラ型サージアブソーバ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

1 対の固体電極間に、前記固体電極を構成する固体系導体素材以外の素材でなる半導体粉末を介在させたコヒーラ型サージアブソーバにおいて、前記半導体粉末（圧密度 $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^7$ Pa）の平均電気伝導度が $10 \sim 10^{-12}$ S/m の半導体領域にあり、製造時に印加される高周波電力によって一度コヒーラさせた後は、打振などの機械的衝撃を与える事なく容易に自己デコヒーラすることを特徴とするコヒーラ型サージアブソーバ。

【請求項2】

半導体粉末が、一般に真性半導体、不純物半導体もしくは化合物半導体云われる半導体であって、就中 PdO と MoO_2 とを含んでなる平均粒子直径 1×10^{-6} m 以下の半導体粉末である請求項1に記載のコヒーラ型サージアブソーバ。

【請求項3】

1 対の電極間空間に装入された半導体粉末に対し、1次元ないし2次元の方向性圧力または3次元の等方性圧力を、予めおよび／またはコヒーラ時に付加して作る請求項1ないし2に記載のコヒーラ型サージアブソーバ。

【請求項4】

自己デコヒーラ後の状態が、半導体粉末で接触・導通された電極間における高抵抗接触状態である請求項1ないし3に記載のコヒーラ型サージアブソーバ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はコヒーラ型サージアブソーバに関し、より詳しくは雷のような複雑系電磁波である気中放電のみならず、一般の火花放電、スパーク、または微弱な静電気放電などにも反応するコヒーラ型サージアブソーバに関する。

本発明はコヒーラ型サージアブソーバに関し、より詳しくは強大なサージ電力に耐えてコヒーラし、かつコヒーラ後自動的にデコヒーラして回復するところの、絶縁接続部が半導体金属粉末でなるコヒーラ型サージアブソーバに関する。

【0002】

なお、コヒーラ (coherer: コヒーラするもの) の語源はコヒーア (cohere: 密着する) であるが、これの発端はHeinrich Rudolf Hertz (ヘルツ 1857-1894) が実験によって見出した現象であり、その内容は発振器側の火花によって発生した電磁波が、空間中を伝播し、共振現象によって近くに置かれた針金の回路に誘導電流が発生し、同じく小金属球間に火花放電を生じるといふ現象である。ヘルツはこの実験結果を1888年、ベルリン科学アカデミーで発表した。これを無線通信に利用することには思い至らなかったようである。この火花放電の実験結果を知った英国 (リヴァプール大学) のロッジ、ロシアのボポフ、イタリアのマルコーニ等がこれを無線通信に利用することを思いつき、その結果が現在の無線通信技術に発展した。

【0003】

同時代に生きたフランスのEdouard Branly (ブランリー 1844-1940) は、その後金属粉の電導性を研究していたが、1890年、Ni 粉はばらばらの状態では直流を通さないが、高周波が到来すると互いに密着して直流電流を通す状態となる現象を発見し、この現象をCohere, 装置をCoherer またの名をラジオコンダクタ (Radio Conductor) と名付けた。

【0004】

その後1898年には前記オリバー ロッジ (1851-1940) は同調回路の発明をしたが、一方で一旦導通状態 (コヒーア) となったコヒーラ検波器を軽く打振して (叩いて) 元の絶縁状態に戻す装置 (デコヒーラ) も発明した。

その後ロシアのボポフやイタリアのマルコーニがコヒーラを利用した無線通信技術の実用化に努力した結果、今日の無線通信技術に発展した。

従ってコヒーラは今も生きる19世紀スタートの新しい技術である。

【背景技術】

【0005】

従来、高層建築物、工場設備、航空機、船舶、車両等の、特に通信・制御系等に生じる回路内外の異常電圧 (サージ電圧) ないし異常電流 (サージ電流) による悪影響は、ゴルフ中のゴルファーの電撃死にも至らない程度の微弱なものであっても、電子回路によっては甚大な損害を招くことがある。

特に最近のように発達した通信・制御系においては僅かな擾乱電圧、電流または擾乱電磁界の影響で無視できないレベルに達する場合が少なくない。

【0006】

従来はこれらの擾乱電圧・電流・電磁界の影響を避けるため、各種のシールド技術が応用工夫されたが、結局、光ファイバと光増幅による光通信の安定性 (高いS/N比) には勝てず、殆ど全ての地上系、海底系伝送路が光増幅式の光ファイバを中核とする光通信ケーブルに代ってきた事実を否定することは通信技術史上、最早や誰もできないことであろう。

【0007】

しかし一方ではその分だけ高いS/N比を保証するために、光通信に関係する、精緻で複雑な構造を有する信号の電気通信部 (送受信部電子回路) 周辺は、従来とは比較にならない程、擾乱電磁波等のノイズに対し高度にシールド管理されなければならないようになってきている。従って全体として距離を稼ぐ光ファイバケーブルなどの光通信設備よりも、その

前後のコネクタをなす電気通信部の保護（またはシールド）技術の向上が、デジタルまたはパルスでなる電気信号の処理技術の改良のみならず、特に重要となって来ているのである。

【0008】

すなわち、電子回路の高度化に伴い、その動作電圧、絶縁耐力が相対的に低下し、雷またはその他の要因で生じるサージによる破壊が問題となっている。従って、サージが電子回路に影響を及ぼす前にその影響を高度に軽減し、電子回路を保護することのできる、構造簡単で堅牢なサージアブソーバが望まれていた。

【0009】

サージアブソーバは回路中に意図的に絶縁耐力の低い箇所をつくり、該箇所をサージ電圧により早めに絶縁破壊することによってサージ電流を放電し、他の箇所の絶縁破壊を防止するものである。

【0010】

サージアブソーバにはできるだけ速やかに応答（絶縁破壊）し、多くのサージエネルギーを速やかに放電し、放電終了後はできるだけ速やかに自己回復（絶縁回復）して回路電圧による継続電流（続流）を遮断すること、また定格を超える大サージエネルギーを受けた場合には速やかに開放故障する繰返し安定性能が求められる。

【0011】

しかし従来のサージアブソーバには、このような要求を充たすものがなく、関係技術者は新技術の開発に追われていた。

【0012】

従来サージアブソーバとして〔1〕主に気中放電を利用したものと〔2〕半導体粉末焼結物を利用したものが知られている。同一体積で比較した場合、〔1〕は〔2〕に比べて多くのサージエネルギーを放電することができるが反応が低速であり、続流継続時間も長い。〔2〕は〔1〕に比べて反応が高速ではあるが、多くのサージエネルギーを流すことが難しい。また大サージを受けた場合、短絡故障する欠点を有している。

【0013】

また近年、酸化金属絶縁物の破壊と再生作用を用いた高速、大耐量のサージアブソーバ（例えば特許文献1、特許文献2、特許文献3参照）が実用に供されるようになったが、これらは絶縁破壊により動作を開始し、その復帰は空気雰囲気中の酸素による絶縁酸化膜の再生に期待するものであるため、酸化膜再生がスムーズにおこなわれない事があり、その場合は続流を生じ易くさらにはこのときに生じるアーク放電等により電極同士が溶着、短絡故障する欠点を有している。

【0014】

【特許文献1】特開 2004-200625公報

【特許文献2】特開2002-008819公報

【特許文献3】実開平6-070205公報

【0015】

ここで本発明コヒーラ型サージアブソーバに至る経緯を振り返ってみると次の通りである。

【0016】

【表1】

No.	方式	放電耐量	動作速度	自己回復性	先行文献
1	気中放電型	大	おそい	あまり良くない (続流の発生)	吉羽電機工業株式会社 総合カタログ Vol.2 内 低圧 P パルプアレスタ
2	半導体型	小	はやい	良	吉羽電機工業株式会社 総合カタログ Vol.2 内 LGL シリーズ
3	絶縁破壊型	大	はやい	あまり良くない (短絡故障の発生)	特開 2004-200625 特開 2002-6819 実開平 6-70205
4	従来型コヒーラ	大	はやい	ない (打振が必要)	
5	(本発明) 半導体粉末型 コヒーラ	大	はやい	良	

【0017】

表1はほぼ発展経過順にまとめた各種サージアブソーバの特性一覧表である。NO. 1の気中放電型サージアブソーバは19世紀後半(明治初期)には既に実用されていたものであり、太平洋戦争当時には技術的に完成されていた。これは電力会社の配電回路に避雷器として用いられていた。これらの一部は今でも高圧送電線に好んで使用されている。これは放電耐量は大きい、動作速度が遅く、自己回復性が余りよくない為、続流(回線電圧による継続電流)が生じ易く、放電が鎮静し難い(放電が容易に止まらない)という問題点があった。ついでNO. 2のSi、Ge、ZnOらの化合物半導体型が発明され、導入された。これは動作速度が速く、自己回復性が良かったが一方で放電耐量が小さいという欠点があり、その後も使われてはいるが、性能的に限界に来ている。

【0018】

一方NO. 3の絶縁破壊型は放電耐量は比較的大きく、動作速度は早いものの、気中放電型と大差なく、サージ放電時に生じるアークにより、電極間に短絡故障を生じ易く、自己回復性が余り良くないという欠点があった。

【0019】

次にNO. 4のコヒーラであるが、これは前述のように、電磁波検出素子として早く鋭敏であり、放電耐量も大きいので、用い方によっては非常に有効なサージアブソーバとして使用出来る事が判ったが、自己回復性がなく打振でデコヒーラしなければならないという欠点があった。

【0020】

そこで考えられたのが、コヒーラに自己回復性を付与したNO. 5(本発明)であり、これはまたNO. 2の半導体型の改良でもある。

【0021】

そこで本発明者は原点復帰し、一度は旧技術として忘却の彼方に棄て去られかけたコヒーラに再び光を当て、少々の擾乱電磁界にもめげずに安定した通信・制御を容易に可能とした本発明を完成するに至った。

【0022】

本発明はコヒーラ型サージアブソーバに関するが、従来のそれとはその目的、構成、作用効果ともに進歩改良されていて、歴史的な従来のそれとは明確に異なるものである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0023】

本発明の目的は、構造簡単なコヒーラで、すなわち半導体粉末を1対の固体電極間に挟み込む簡単な構造のみで、短絡後自動復帰し、ことさらデコヒーアのための打振の必要がないコヒーラ型サージアブソーバを提供するにある。

【0024】

本発明の他の目的は、より多くのサージエネルギーを高速で放電し、放電終了後は速やかに自己回復して続流を遮断し、また定格超えの大サージエネルギーを受けた場合、確実に開放故障するサージアブソーバを提供するにある。

【課題を解決するための手段】

【0025】

本発明により、

1対の固体電極間に、前記固体電極を構成する固体系導体素材以外の素材でなる半導体粉末を介在させたコヒーラ型サージアブソーバにおいて、前記半導体粉末（圧密度 $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^7 \text{ Pa}$ ）の平均電気伝導度が $10 \sim 10^{-12} \text{ S/m}$ の半導体領域にあり、製造時に印加される高周波電力によって一度コヒーアさせた後は、打振などの機械的衝撃を与える事なく容易に自己デコヒーアすることを特徴とするコヒーラ型サージアブソーバ（請求項1）、

半導体粉末が、一般に真性半導体、不純物半導体もしくは化合物半導体云われる半導体であって、就中PdOとMoO₂とを含んでなる平均粒子直径 $1 \times 10^{-6} \text{ m}$ 以下の半導体粉末である請求項1に記載のコヒーラ型サージアブソーバ（請求項2）、

1対の電極間空間に装入された半導体粉末に対し、1次元ないし2次元の方向性圧力または3次元の等方性圧力を、予めおよび／またはコヒーア時に付加して作る請求項1ないし2に記載のコヒーラ型サージアブソーバ（請求項3）

および

自己デコヒーア後の状態が、半導体粉末で接触・導通された電極間における高抵抗接触状態である請求項1ないし3に記載のコヒーラ型サージアブソーバ（請求項4）

が提供される。

【発明の効果】

【0026】

本発明を実施する事により前記目的の全てが達成される。半導体粉末を1対の固体電極間に挟み込む簡単な構造のみで、短絡後自動復帰し、ことさらデコヒーアのための打振の必要がない、コヒーラ型サージアブソーバを提供するにある。またより多くのサージエネルギーを高速で放電し、放電終了後は速やかに自己回復して続流を遮断し、また定格超えの大サージエネルギーを受けた場合には確実に開放故障するサージアブソーバが提供される。

【0027】

加えて両電極間の半導体粉末を加圧、特に等方加圧可能とすれば、広範囲でコヒーア初期条件をコントロールする事が出来るので、1箇所もしくは少数で様々なピーク、波形、電力を持ったサージに対応可能なコヒーラ型サージアブソーバを提供する事が出来るので、産業上の応用効果は計り知れないものがある。

【0028】

以下に本発明を詳細に説明する。

【0029】

本発明者は本発明に先立ち図1に示す予備実験を行ない、コヒーラの動作即ちコヒーラのマクロ的動作の解明を行なった。

【0030】

図1において100は高純度の金（Au）で形成した高純度金電極、101は絶縁板、102は高

純度パラジウム（Pd）で出来た球体を空気中で暗赤色加熱して表面に酸化パラジウム（PdO）の薄膜を形成したものにリード線を取り付けたパラジウム酸化薄膜付き電極、110は電池、111は可変抵抗器、112は検流計、113は電磁波発生器である。なお、高純度金電極100と高純度パラジウム酸化薄膜付き電極102の組み合わせは発明者が初めて発明し、実用化したものである。

【0031】

高純度金電極100と高純度パラジウム酸化薄膜付き電極102に、電磁波発生器113により検流計112で電流が確認できない程度の弱い電位差を与え、検流計112を確認しながら可変抵抗器111により電磁波の強度を制御、順次強くしながら電極間に印加した。

【0032】

わずかに電流が流れはじめたところで電磁波の印加を止め電池110を反転、即ち両電極の電位を反転させて検流計112の指示値変化をみたところ、反転前後で大きく異なった。

【0033】

即ち高純度金電極100と高純度パラジウム酸化薄膜付き電極102の間にはダイオードが形成されていることがわかった。

【0034】

次に電磁波強度を増加させて電極間に印加したところ電流値が急激に増加し、電位を反転させてもその前後で変化はなくなった。即ち高純度金電極100と高純度パラジウム酸化薄膜付き電極102は導通状態となった。

【0035】

さらにこの状態で高純度パラジウム酸化薄膜付き電極102に物理的振動を与える（打振する）と、検流計112で電流を確認することができなくなった。次に発明者は高純度金電極100と絶縁板101及び高純度パラジウム酸化薄膜付き電極102に代えて、高純度金電極、高純度パラジウム粉末に人工的に酸化膜をつけたものを絶縁筐体内に納めたコヒーラを用い、上記と同様にして僅かに電流が流れ始める時点で電磁波の印加をいったん止め、続いてコヒーラに強い電磁波を印加、応答電圧を測定した。

【0036】

次に該コヒーラを打振してデコヒーアさせた後、上記と同じ電磁波（同一の電圧立ち上がり有するもの）を印加して応答電圧を測定した。

【0037】

その結果、デコヒーアさせたもののほうが、応答電圧は高くなった。

【0038】

同一の電磁波で比較した場合、応答電圧の高いもののほうが、コヒーラとしての応答速度が遅い。

【0039】

即ち該応答速度の差は、電極と金属粉末及び金属粉末同士がクーロン引力によって物理的に引き合い凝集する間での時間差によると考えられた。

【0040】

以上の結果よりコヒーラの動作は以下のように考えられる。図2はコヒーラのコヒーア動作のモデルを示す概念図である。

初期状態におけるコヒーラでは電極と金属粉末及び金属粉末同士が無数の箇所、物理的に近接した状態にあるが、電氣的に結合した状態にはない。コヒーラに電磁波を印加するとコヒーラ内に電界が生じ静電分極によるクーロン力が発生し、電極と金属粉末及び金属粉末同士が物理的に引き合う（図2中〔1〕）。

【0041】

この結果、電極と金属粉末及び金属粉末同士が微小面積で極めて近接した（以下点接触と称し、該箇所を点接触箇所とする）状態となる。このとき電極と金属粉末の点接触箇所ではフェルミ準位差により非直線抵抗性や整流性を生じる（以下点接触効果と称する）。この時点でダイオードと抵抗が直列に接続された様な電氣的結合を生じる（図2中〔2〕）。

。

【0042】

点接触効果によって形成された微小なダイオードに、電磁波により継続してさらに大きな電界が加わると微小ダイオードが降伏、電磁波やコヒーラに接続されているバイアス電源により点接触箇所到大電流が流れる（図2中〔3〕）。

【0043】

この電流により各点接触箇所の半導体膜が破壊、半導体膜下の導体が微少面積における点接触からいわゆる、金属接触となって導通し、コヒーラ全体が低抵抗の導体となる。そうして大電流の通過により、金属接触はより強力なものとなる（図2中〔4〕）。

【0044】

即ちコヒーラは無数の点接触箇所を有するところの、等価的に微小な点接触型ダイオードと抵抗を直列もしくは並列に多数接続したものであり、コヒーラの動作とは、この微小な点接触型ダイオードの降伏に続いて生じる大電流の流通による短絡故障によるものであると考えることができる。そしてこの微小な金属接触を解除してもとの高抵抗状態とするためには、金属接触部分を物理的に破壊する必要がある。これを打振デコヒーアという。

【0045】

即ちコヒーアしたコヒーラを復帰させる（デコヒーアする）ためには従来型コヒーラでは打振する必要がある。

コヒーラは微小な点接触型ダイオードを並列に多数接続したものであり、その電極間の静電容量は極めて少ない。このため微小ダイオードが降伏するまでに要する時間は極めて短く、サージアブソーバとした場合、その応答は極めて速い。従って小さなコヒーラでも多くのサージエネルギーを高速で放電することができる。

【0046】

発明者は上記知見に基づき、電極間を短絡状態に至らしめるコヒーア時の金属接触を避けるべく、従来のコヒーラの構造即ち金属粉末を1対の電極間にゆるく充填したものに代えて、1対の電極間に全てが半導体物質で成る半導体粉末を充填した。このとき電極間に直流電圧を印加すると、流れる電流は印加電圧にほぼ比例し絶縁体としての性質を示した（図3参照）。

【0047】

次に電極間に衝撃性電圧を印加、電極と半導体粉末及び半導体粉末同士をコヒーアさせ、点接触箇所を形成し点接触効果を得た後には、降伏電圧が現れ、ツエナーダイオード（Zener diode：定電圧ダイオードとも云われ、特殊な降伏特性を用いて、定電圧性の実現や過電圧の吸収に利用されるpn接合ダイオードー理化学辞典。）としての性質を示すようになった（図4）。

【0048】

以降、電極に閾値を越える電圧を有するサージが印加されると直ちに導通状態、すなわち見かけ上コヒーアした状態となり放電する。放電によりサージエネルギーが減衰しその電圧が閾値を下回ると直ちに絶縁状態、すなわち見かけ上デコヒーアした状態となり、直ちに放電を停止するようになった。

【0049】

【表2】

族	使用できる元素
1 族	Li, Na, K
2 族	Be, Mg, Ca, Sr, Ba
4 族	Ti, Zr
5 族	V, Nb, Ta
6 族	Cr, Mo, W
7 族	Mn, Tc
8 族	Fe,
9 族	Co, Rh, Ir
1 0 族	Ni, Pd, Pt
1 1 族	Cu, Ag, Au
1 2 族	Zn, Cd, Hg
1 3 族	Al, Ga, In, Tl
1 4 族	C, Si, Ge, Sn, Pb
1 5 族	P, As, Sb, Bi
1 6 族	Se, Te

【0050】

表2中の元素から、電極および半導体粉末材料を適当に選択することにより、必要な閾値電圧を示す本発明コヒーラ型サージアブソーバを得ることができる。電極および半導体粉末として使用できる主な導体元素は表2に示すものである。

【0051】

電極および半導体粉末材料の選択においては、フェルミ準位の違いを利用、すなわち、表2中の元素より、2以上の異なる元素材料を組み合わせることにより、必要な閾値電圧を得る事が出来る。

【0052】

ここで従来の半導体表面処理膜を有する金属粉末でなるコヒーラと比較すると、従来の表面が酸化膜で覆われた金属粉末を用いたコヒーラでは、前掲の微小ダイオードの降伏に続いて生じる大電流の導通に従って発生する不可避の金属接触（溶着する場合もある。）により、一旦生じたコヒーラ状態を打振デコヒーラなしに、デコヒーラする事が出来ないのに対し、本発明の様に全体が半導体で成る半導体粉末を用いた場合には、上記のような不可避の強固な金属接触が生じる事がなく、一時的に軽い金属接触を生じる事はあっても、仮にその部分で従来例では部分的に半導体皮膜が破れる事はあっても全面的に強固な金属接触を生じてしまう事がない。それは全部が半導体でなる半導体粉末は、半導体表面処理をされた金属粉でなる従来例と異なって表面層の機械的破壊が生じてもおかつ全面的な強固な金属接触とはならないからである。

従って粉末間のコヒーラ状態が、本発明の方が遙かに自己回復すなわち、打振なしで自己デコヒーラし易いのである。それでもコヒーラ時の通電特性は、上掲の表2記載の元素を素材とする半導体粉末を上手に組み合わせると、従来の半導体被覆金属粉末でなるコヒーラと殆ど変らない低抵抗（高導電性）を示す事が判っている。

ゆえにコヒーラ後の自己回復デコヒーラの容易性は失われない効果がある。

【0053】

電極及び半導体粉末を適当に選択することにより、必要な閾値を得ることができる。

その他については以下に実施例を用いて詳細に説明する。

【0054】

以下、請求項1～5に基づく本発明の実施例について説明する。

【実施例】

【0055】

図5は本発明実施例1の構造図である。図中5A、5Bは固体電極、51は半導体粉末、52は絶縁物筐体である。

用いる半導体は真性半導体、不純物半導体、化合物半導体もしくはこれらの混合物である。半導体とは金属と絶縁体の中間の平均電気伝導度が $10 \sim 10^{-12} \text{ S/m}$ を持つ物質であり、そのエネルギー帯構造から考えて禁制帯幅の狭い絶縁体に分類されるものである。禁制帯幅の狭い物質では外部からのエネルギーによって価電子帯の電子が伝導体に容易に励起される。その結果、伝導帯中には電子が、また価電子帯には正孔が存在することになり、電界の印加により、電子および正孔の2種の荷電粒子の移動がおこり電流となる。

【0056】

こうした導電機構を真性伝導といい、この状態の半導体を真性半導体という。また、半導体内に不純物や空孔または格子欠陥が存在する場合には、それらに起因するキャリアによる導電性が現れる。このような不純物の寄与による導電性が支配的な半導体を不純物半導体という。

【0057】

またSiC、GaAsのような化合物で前記のキャリアによる導電機構が顕われる半導体を化合物半導体という。

【0058】

本発明者は電極5A、5Bを熔融凝固法により形成した断面積 $3 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ の高純度銀電極、51を平均粒子径 $1 \times 10^{-6} \text{ m}$ 以下の高純度三酸化モリブデンとし圧密度およそ $4 \times 10^6 \text{ Pa}$ 以下で充填した。

上記条件にて電極5A、5B間に3.0Vの直流電圧を印加して電流を測定し、オームの法則により電気抵抗値に換算した（以下抵抗値とする）。このときの値は $3 \times 10^7 \Omega$ 以上の高抵抗にあった。

【0059】

【表3】

インパルス ピーク電圧 (V)	抵抗値 (Ω)
0.1×10^3	32×10^6
0.2×10^3	32×10^6
0.5×10^3	32×10^6
1.0×10^3	32×10^6
1.5×10^3	32×10^6
2.0×10^3	2.4×10^6
2.5×10^3	2.3×10^6
3.0×10^3	2.3×10^6

【0060】

次に電極5A、5B間に衝撃性電圧すなわち、立ち上がり速度 $1 \times 10^{-9} (\text{sec} / 500\text{V})$ 、ピーク電圧継続時間 $1 \times 10^{-6} \text{ sec}$ 、ピーク時電流 $5 \times 10^{-6} \text{ A}$ の矩形波電圧（以下単にインパルスと呼ぶ）を、そのピーク電圧を徐々に上げながら印加、印加後に抵抗値を測定した。ピーク電圧 $2 \times 10^3 \text{ V}$ を印加後、抵抗値は急減少し $2 \times 10^6 \Omega$ 以下で安定した。（表3）

すなわちサージアブソーバとして必要な点接触が形成された。

【実施例】

【0061】

図6において、(図6は請求項4の等方性圧力で加圧する実施例2の断面図である。)1は良導体でできた球状の中心電極、2はプラスチックまたは薄い金属板などの柔軟かつ気密性の高い素材で出来た球体の内側に良導体電極膜をPVD法または接着法等によって形成した加圧殻、4は半導体粉末、5は中心電極1と電気接続された電極、6は加圧殻2と電気接続された電極、また両電極に結がる導線は互いに充分絶縁しておく事が重要である。7は気密箱、8は圧力媒体加圧装置、9は加圧装置からの圧力を加圧殻2に伝えるための圧力媒体、10は電極1と電極5を結ぶ導線を2の加圧殻から電氣的に絶縁する絶縁体である。この等方加圧法の技術思想は焼結金属部品を製造する際のCIP(冷間等方加圧法)ないしHIP(熱間等方加圧法)にヒントを得ているが、圧力媒体は液体/気体いずれであっても良い。または液体中に気体が気泡として含まれる圧力媒体であっても良い。このように半導体粉末を圧力媒体を介して等方加圧する技術のコヒーラへの応用例は全く新規なものである。

【0062】

電極4および電極5間に適当な高周波エネルギーを与え、加圧殻2と半導体粉末3および中心電極1と半導体粉末3によって無数の微小ダイオードを形成させる。次に、加圧装置7により、圧力媒体8に圧力を加え加圧殻を全方向から等しく加圧し(等方加圧isostatic press)、半導体粉末4同士の接触状態を変えることにより、マクロの初期電気抵抗値 r を変え、総合的な電氣的特性を変化させることができる。

【0063】

この方式であると半導体粉末は全方位より均等に加圧され、接触抵抗の調節を連続的に行えるという効果がある。

【0064】

図7の様に1方向もしくは直交する2方向の加圧であると、有効な接触点数は加圧方向に従ったもののみとなり、半導体粉末同士の接触は不均一で接触抵抗の調整は非連続的となるが、図8の様に均等な加圧をすると、半導体粉末同士の接触が均一となり、接触抵抗の調整を連続的に行うことができる。

【0065】

また均等な加圧により有効な接触点数は格段に増加し、1方向もしくは直交する2方向からの加圧によるものと比較して、サージ電流経路は格段に増加し、より多くのサージエネルギーを放電することができる。

【0066】

半導体粉末圧密度とサージエネルギー減衰量の関係は、圧力が大きいほど早く減衰させることが可能であり、見かけ上のコヒーラから見かけ上のデコヒーラまでの時間は短くなる(図9)。

半導体粉末の圧密度をおよそ 4×10^6 Paとし、 2.5×10^3 Vピーク電圧のインパルスを加したものの抵抗値はおよそ 2×10^4 Ω となり半導体粉末の平均電気伝導率はおよそ 10^{-8} S/mの半導体領域となった。

初期状態の抵抗値は、半導体粉末の平均粒子径を一定とし、純度のばらつきを極小とすると、主として半導体粉末の種類及び圧密度によって決定され、およそ圧密度 $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^7$ Paの範囲で安定した抵抗値が得られる。なおこのときの平均電気伝導率は $10 \sim 10^{-12}$ S/mの半導体領域に含まれる。図7は1～2次元加圧の場合、図8は3次元等方加圧の場合の概念図、図10は図7の電氣的等価回路、図11は図8の電氣的等価回路図である。

【0067】

次に圧密度がおよそ 4×10^6 Paになるように設定し、 2.5×10^3 Vピーク電圧のインパルスを加、すなわち半導体粉末4同士及び、中心電極1と半導体粉末4及び加圧殻2内側に形成してある電極と半導体粉末4の点接触効果を安定させる操作を行った結果、電極5電極6間の抵抗値がおよそ 2×10^4 Ω となり、半導体粉末4の平均電気伝導率がおよそ 10^{-8}

S/mの半導体領域になるようにしたものを、ピーク電圧 3×10^3 Vのインパルスにより応答特性を測定してみると、応答開始時間 5×10^{-9} sec以下の高速応答特性を有していることがわかった(図12)。

【0068】

なお、およそ 1.8×10^2 V以下のピーク電圧のインパルスに対しては応答しなかった。即ち本実施例ではおよそ 1.8×10^2 V が応答開始電圧(閾値)である。

【0069】

次に連続して強いエネルギーのサージ、即ち $8/20$ (10^{-6} sec) 1×10^3 Aを印加すると、応答開始電圧を超えた後、 5×10^{-9} sec 以内に電圧が急降下し、 4×10^{-8} sec 以内で50V以下の電圧(制限電圧)に落ち着くことを安定して繰り返した(図13)。

【0070】

制限電圧に達したところでの電極4、電極5間の電気抵抗値は約 $5 \times 10^{-2} \Omega$ 以下となり、見かけ上コヒーラ状態になる。

【0071】

応答終了は極めて早くサージ印加終了後 1×10^{-9} sec 以下で抵抗値は初期値、即ち約 $2 \times 10^4 \Omega$ に復帰する。すなわち見かけ上デコヒーラ状態となる。

【0072】

サージ電流値を徐々に大きくし印加すると、 2×10^3 Aを超えたところで突然、上記現象がみられなくなり、抵抗値はほぼ無限大、即ち復帰しない開放故障が生じた。

【0073】

耐えられるサージ電流値(以下耐量とする)は半導体粉末の平均粒子直径を小さくして、接触箇所を増やすと大きくなる。本実施例では高純度三酸化モリブデンの平均粒子直径が 1×10^{-5} mの場合およそ50Aであったものが、 1×10^{-6} m以下とすると 2×10^3 Aとなった。サージアブソーバの応答速度は電極間の静電容量にほぼ反比例する。従って接触箇所の静電容量は出来る限り少ないほうがよい。

【0074】

本実施例では、その静電容量は 1×10^{-12} F以下である。
すなわち半導体粉末の平均粒子直径を小さくすることにより点接触箇所を多数形成することができ、耐量を増加させることができる。また点接触箇所の静電容量を少なくすることから、高速の応答速度が得られる。

【0075】

電極間の静電容量が極めて少ないため、同一のもので直流及び低周波のみならず高周波回路全般への応用が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図1】 予備実験。

【図2】 コヒーラ動作のモデル。

【図3】 衝撃性電圧印加前の電極間直流印加電圧—電流特性。

【図4】 衝撃性電圧印加後の電極間直流印加電圧—電流特性。

【図5】 コヒーラ型サージアブソーバ断面図。

【図6】 等方性加圧型コヒーラ型サージアブソーバ断面図。

【図7】 一方向加圧モデル。

【図8】 全方向加圧モデル。

【図9】 半導体粉末圧密度とサージエネルギー減衰量の関係。

【図10】 一方向加圧の場合の等価回路。

【図11】 等方性加圧の場合の電気的等価回路。

【図12】 インパルス応答特性図。

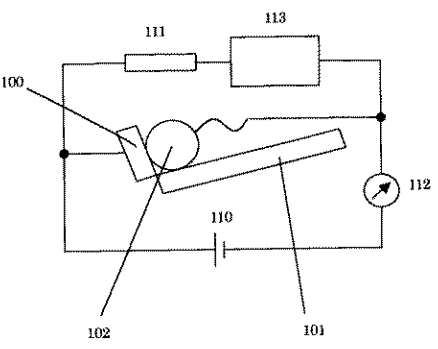
【図13】 連続サージ電流応答特性図。

【符号の説明】

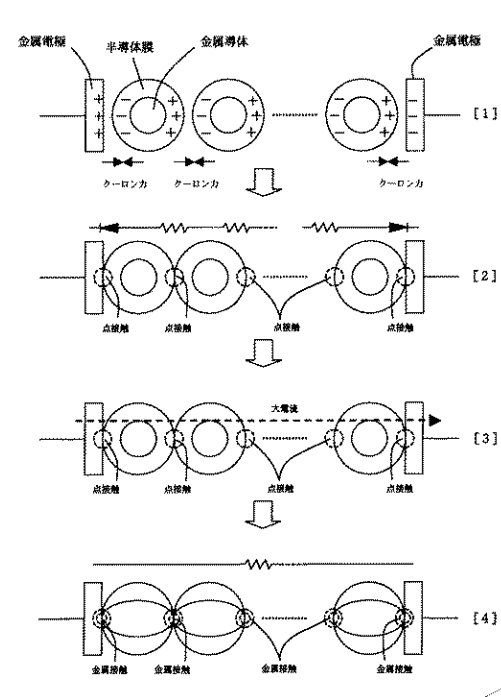
【0077】

- 1 良導体でできた球状の中心電極
- 2 プラスチックまたは薄い金属板などの柔軟かつ気密性の高い素材で出来た球体の内側に良導体電極膜をPVD法または接着法等によって形成した加圧殻
- 4 半導体粉末
- 5 中心電極1と電気接続された電極
- 6 加圧殻2と電気接続された電極、また両電極に結がる導線は互いに充分絶縁しておく事が重要である。
- 7 気密箱
- 8 圧力媒体加圧装置
- 9 加圧装置からの圧力を加圧殻2に伝えるための圧力媒体
- 10 電極1と電極5を結ぶ導線を2の加圧殻から電氣的に絶縁する絶縁体
- A 雰囲気
- E 電極
- P 加圧方向
- SP 半導体粉末
- 5A 電極
- 5B 固体電極
- 51 半導体粉末
- 52 絶縁性筐体
- 100 高純度金電極
- 101 絶縁板
- 102 パラジウム酸化薄膜付き電極
- 110 電池
- 111 可変抵抗器
- 112 検流計
- 113 電磁波発生器

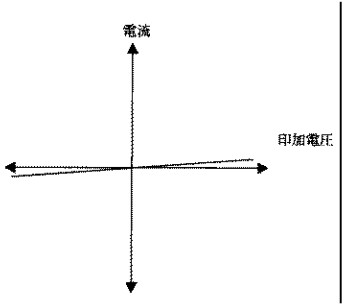
【図1】



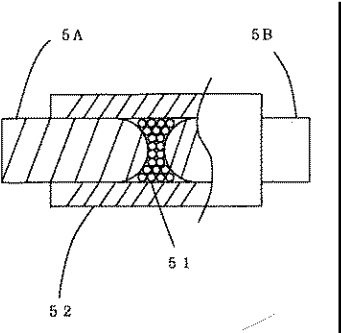
【図2】



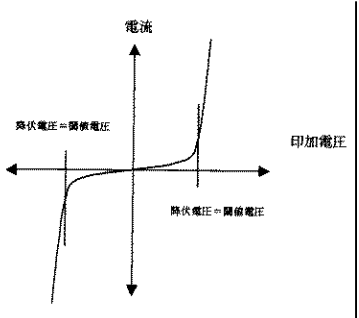
【図3】



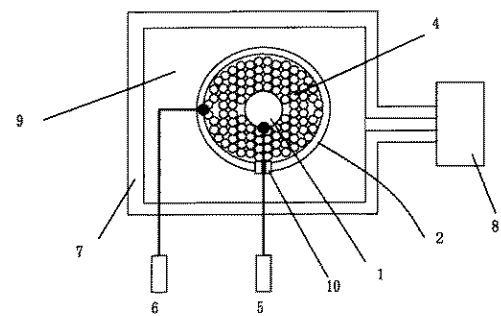
【図5】



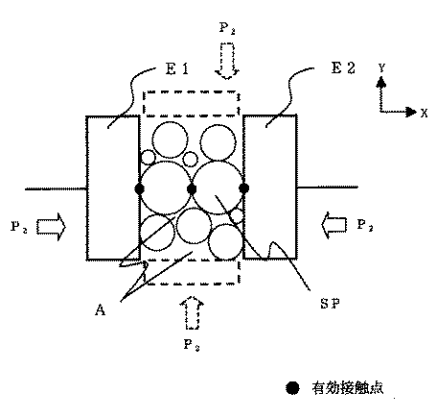
【図4】



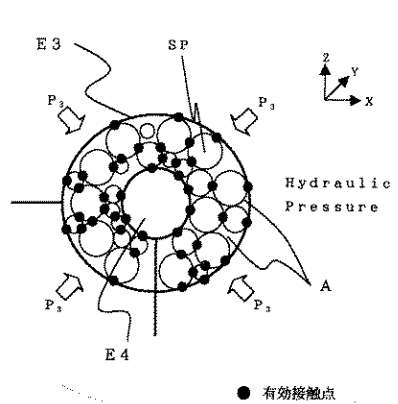
【図6】



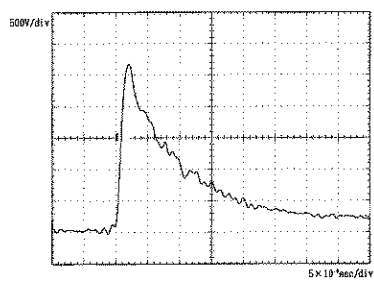
【図7】



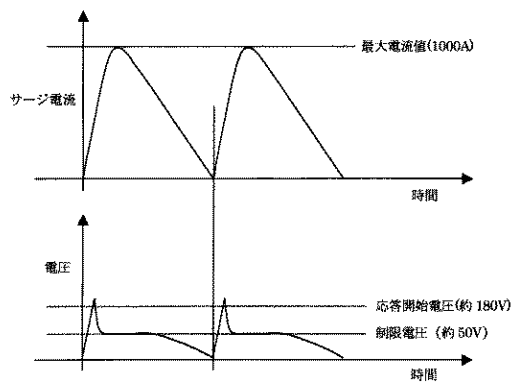
【図8】



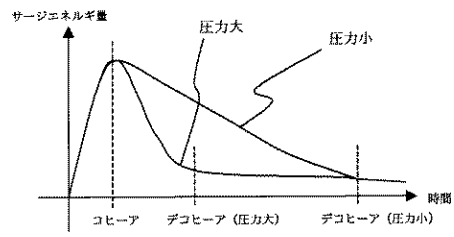
【図12】



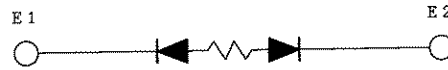
【図13】



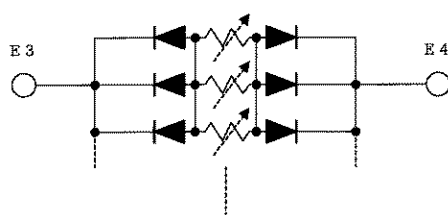
【図9】



【図10】



【図11】



- (56)参考文献 特開昭49-083842(JP, A)
特開2005-200249(JP, A)
特開平04-106903(JP, A)
特開2002-329872(JP, A)
特開平09-180911(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01C 7/10