

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A46B 13/02		2119-3B		
A61C 17/22				
A46B 15/00	P	2119-3B		

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全 7 頁)

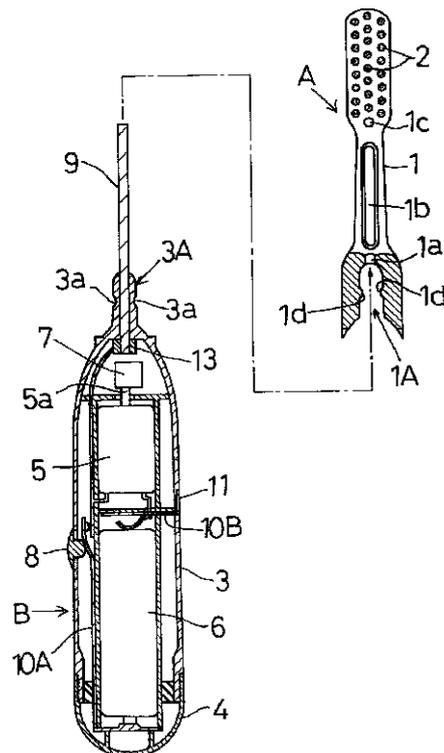
(21)出願番号	特願平4 - 74890	(71)出願人	390006493 株式会社シケン 大阪府大阪市天王寺区大道 3 丁目 2 番12号
(22)出願日	平成 4 年(1992) 3 月31日	(72)発明者	中川 善典 大阪府大阪市天王寺区大道 3 丁目 2 番12号 株式会社シケン内
		(72)発明者	小野田 金児 大阪府大阪市天王寺区大道 3 丁目 2 番12号 株式会社シケン内
		(74)代理人	弁理士 北村 修

(54) 【発明の名称】 電動歯ブラシ

(57) 【要約】

【構成】 握り部 B に、モータ 5 と、モータ 5 を駆動するための直流電源 6 と、モータ 5 の回転運動を植毛部 A での微振動又は往復運動に変換する運動変換手段 7 とを設ける。植毛部と握り部とに亘って、少なくとも一部が口腔内に挿入されて水分と接触する N 型半導体 9 を設け、この N 型半導体 9 と直流電源 6 の陽電極とを接続するとともに、握り部 B の外面に設けた導体 1 1 と直流電源 6 の陰電極とを接続してあることを特徴とする

【効果】 モータ駆動用直流電源を利用して、当該直流電源と N 型半導体とを組み合わせることにより、歯垢や沈着色素の分解だけでなく、pH 低下に起因する歯牙の脱灰の直接の原因となる乳酸等の有機酸の分解を行い、併せて歯垢や有機酸や毒素等を産出する虫歯や歯槽膿漏の原因となる細菌に対しても殺菌を行うことにより、虫歯や歯槽膿漏を予防して、不慣れな人でも歯牙の衛生状態を効果的に向上させることができ、しかも、製造コストの低廉化と握り部を含めた電動歯ブラシ全体のコンパクト化とを促進することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 口腔内への挿入部分にブラシ毛(2)を植設してある植毛部(A)と、口腔外へ露出する握り部(B)とを備え、更に、前記握り部(B)に、モータ(5)と、当該モータ(5)を駆動するための直流電源(6)と、前記モータ(5)の回転運動を植毛部(A)での微振動又は往復運動に変換する運動変換手段(7)とを設けてある電動歯ブラシであって、前記植毛部(A)又は握り部(B)若しくはこれら両者(A, B)に亘って、少なくとも一部が口腔内に挿入されて水分と接触するN型半導体(9)を設け、このN型半導体(9)と前記直流電源(6)の陽電極とを接続するとともに、前記握り部(B)の外面に設けた導体(11)と前記直流電源(6)の陰電極とを接続してあることを特徴とする電動歯ブラシ。

【請求項 2】 前記N型半導体(9)が導体表面に薄層状に形成されていて、この薄層状のN型半導体の厚みが、 $0.1\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ の範囲である請求項1記載の電動歯ブラシ。

【請求項 3】 前記N型半導体(9)が酸化チタンである請求項1又は請求項2記載の電動歯ブラシ。

【請求項 4】 前記酸化チタンの結晶構造がアナターゼ型である請求項3記載の電動歯ブラシ。

【請求項 5】 前記植毛部(A)が握り部(B)に対して着脱自在に構成されている請求項1、2、3、4のいずれか1項に記載の電動歯ブラシ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は電動歯ブラシに関し、詳しくは、光とN型半導体と水と歯牙の4条件を満たして、光エネルギーを電気エネルギーに変換する際に生じる酸化還元作用と分極作用で歯牙の衛生効果をもたらす、光電気化学反応式の電動歯ブラシに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の電動歯ブラシでは、口腔内への挿入部分にブラシ毛を植設してある植毛部と、口腔外へ露出する握り部とを備え、更に、前記握り部に、モータと、当該モータを駆動するための直流電源と、前記モータの回転運動を植毛部での微振動又は往復運動に変換する運動変換手段とを設けていた(例えば、特開昭57-69806号公報、特開平2-142508号公報)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】この種の電動歯ブラシは、歯列に対して前後又は上下或いはそれらの複合方向に掻く歯ブラシの磨き運動を電動によって高速化することにより、歯磨き運動による腕等の疲れを抑制しながら、ブラッシング効果の向上を達成することができるように開発されたものである。しかし、その効果を確実に発揮するためには、歯間部や歯肉縁下等の所要箇所に植毛部のブラシ毛を順次的確に当て付けて行く必要がある

が、このような動作は不慣れな人にとっては難しく、その結果、ブラッシング効果が低くなり、歯間部や歯肉縁下等に付着した歯垢を十分に除去できていないのが現実である。また、この電動歯ブラシによる歯磨き時には、歯牙の虫歯予防などに有効に作用することが知られている弗素などを含有する歯磨剤を併用しているが、歯牙の表面は、歯牙組織よりも低いpHの唾液と接触しているため、前記弗素などの陰イオンの浸透を妨げる性質を持っており、この陰イオンの持つ効果を十分に発揮できないものとなっていた。そこで、前記握り部の内部に、モータ駆動用の直流電源とは別の電池を設け、この電池の陽電極に接続された第1導体を植毛部の植毛箇所に設けるとともに、前記握り部の外面に、前記電池の陰電極に接続された第2導体を設け、もって、前記第2導体を把持した人体を導体として歯茎部を陰電極とし、唾液や水道水を介して次の〔化1〕～〔化3〕式のような電解反応を起こさせる方法が考えられる。

【0004】



【0005】



【0006】故に

【0007】



【0008】そして、このような電解反応により、弗素などの陰イオンを歯牙組織へ浸透促進させるのであるが、これによる場合は、抵抗の大きい人体を回路の一部として利用しているため、上記の反応を起こさせるためには、消費電力を大きくしなければならず、その結果、握り部を含めた歯ブラシ全体が大型化するばかりでなく、人体の抵抗は個人差があるため、上記反応に必要な電流が流れないといった欠点がある。更に、その対策として高電圧を有する電源を使用するようにすれば、人体に対する弊害を生じるといった問題があった。

【0009】本発明は、上記の実情に鑑みて為されたものであって、その目的は、歯垢や沈着色素の分解だけでなく、pH低下に起因する歯牙の脱灰の直接の原因となる乳酸等の有機酸の分解を行い、併せて歯垢や有機酸や毒素等を産出する虫歯や歯槽膿漏の原因となる細菌に対しても殺菌を行うことにより、虫歯や歯槽膿漏を予防して、不慣れな人でも歯牙の衛生状態を効果的に向上させることのでき、しかも、製造コスト面及び構造面でも有利な電動歯ブラシを提供する点にある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の第1請求項による電動歯ブラシでは、口腔内への挿入部分にブラシ毛を植設してある植毛部と、口腔外へ露出する握り部とを備え、更に、前記握り部に、モータと、当該モータを駆動するための直流電源と、前記モータの回転運動を植毛部での微振動又は往復

運動に変換する運動変換手段とを設けてあるものにおいて、前記植毛部又は握り部若しくはこれら両者に亘って、少なくとも一部が口腔内に挿入されて水分と接触するN型半導体を設け、このN型半導体と前記直流電源の陽電極とを接続するとともに、前記握り部の外面に設けた導体と前記直流電源の陰電極とを接続してあることを特徴とするものであり、それによる作用・効果は次の通りである。

【 0 0 1 1 】

【作用】口腔外へ露出しているN型半導体に光があたることによって、N型半導体が光触媒として作用し光電気化学反応が生起する。つまり、N型半導体が唾液等の水分で構成される溶液に接触すると、図4の原理図に示すように、N型半導体9のフェルミ準位と前記溶液の酸化還元電位の差により、N型半導体9の表面部分でショットキーバリアが生じ、N型半導体9内部に向かって電位勾配、すなわちバンドの曲がりを生じて空間電位層が形成される。この状態のN型半導体9に光照射がなされると、価電子帯の電子の一部が伝導帯に励起され、価電子帯に正孔(P⁺)が、伝導帯に励起電子(e⁻)が形成される。伝導帯の励起電子は、空間電荷層の電位勾配により半導体内部へ移動し、更に、N型半導体9の裏面へ移動する。光照射面においては、前記の価電子帯の正孔による酸化反応が生起する。例えば、次の〔化4〕式のように水分子が酸化され、反応性に富んだOHラジカルが生起される。

【 0 0 1 2 】



【 0 0 1 3 】一方、歯牙T近傍にあるN型半導体9の裏面に到達した伝導帯の励起電子は、還元反応を生起する。例えば、前記〔化2〕式のようにして水素イオンが減少して、pHの上昇がなされる反応や次の〔化5〕式のようにして唾液等の水分により構成された溶液中の溶存酸素が還元されて、OHラジカルが生起する。

【 0 0 1 4 】



【 0 0 1 5 】上記〔化4〕、〔化5〕式のような酸化還元反応によって生起したOHラジカルにより、前記の歯垢や沈着色素や乳酸等の有機酸が分解され、更に、虫歯や歯槽膿漏の原因となる細菌が殺菌されるようになる。更に、前記の正孔、励起電子は、酸化還元反応を生起するだけでなく、N型半導体と接触している前記溶液中のそれぞれ陽イオン、陰イオンを引きつける性質を持っている。歯牙T近傍についてのみ考えてみると、N型半導体9の裏面には励起電子が存在するため、N型半導体側へは水素イオン等の陽イオンが引きつけられる。そのため、歯牙近傍には水酸化物イオン等の陰イオンが残されることになり、N型半導体と歯牙の間には、分極状態が生起される。この分極作用により、歯牙表面上に水素イオンが多量に存在しなくなり、歯牙が脱灰されなくな

る。このようにN型半導体だけでも酸化還元作用と分極作用とが生起されるのであるが、特に、本発明では、図5の原理図に示すように、モータ駆動のために設けられている直流電源5を利用して、当該直流電源5の陽電極をN型半導体9に接続するとともに、直流電源5の陰電極を握り部Bの外面に設けた導体11に接続してあるから、この導体11を把持した状態での歯磨き時には、人体Mを介して歯牙Tを対極とする電気回路が形成されることになる。つまり、N型半導体9と唾液等の水分により構成された溶液が接触した状態で光照射がなされると、前記したように、価電子帯に正孔(P⁺)が、また伝導帯に励起電子(e⁻)が生起する。この励起電子は空間電荷層の電位勾配に従って、半導体内部へ移動し、更に、導体11及び抵抗Rを有する人体Mを経由して、歯牙Tに達する。この歯牙Tに達した励起電子により、歯牙表面にて還元反応が生起するのである。そして、このようにして形成された電気回路において、正孔による酸化反応及び励起電子による還元反応は、前記の〔化2〕、〔化4〕、〔化5〕式のように進行し、虫歯や歯槽膿漏を予防することができる。更に、この電気回路において、例えば、直流電源を接続しない構成にすると、その価電子帯のエッジのエネルギーレベルは、かなり正側にあるため酸化力はかなり強いが、伝導帯のエッジのエネルギーレベルは、それほど負側にないため、還元力はそれほど強くなく、全体としての反応効率は良好とはいえない。しかし、上記の如く直流電源を併せて使用すると、前記の伝導帯のエッジのエネルギーレベルを充分負側にすることができるようになり、全体としての反応効率は一層良好となる。しかも、このような反応効率の向上を図るための特別な直流電源が不要であるから、その分だけ部品点数の削減と握り部内の必要スペースの減少とを図ることができる。

【 0 0 1 6 】

【発明の効果】従って、モータ駆動のために設けられている直流電源を利用して、当該直流電源とN型半導体とを組み合わせることで、歯垢や沈着色素の分解だけでなく、pH低下に起因する歯牙の脱灰の直接の原因となる乳酸等の有機酸の分解を行い、併せて歯垢や有機酸や毒素等を産出する虫歯や歯槽膿漏の原因となる細菌に対しても殺菌を行うことにより、虫歯や歯槽膿漏を予防して、不慣れな人でも歯牙の衛生状態を効果的に向上させることができ、しかも、製造コストの低廉化と握り部を含めた電動歯ブラシ全体のコンパクト化とを促進することができるに至った。

【 0 0 1 7 】また、本願発明の第2請求項において記載したように、前記N型半導体が導体表面に薄層状に形成されていて、この薄層状のN型半導体の厚みが、0.1 μm ~ 1.0 μmの範囲である場合には、伝導帯の励起電子が、価電子帯の正孔と再結合して消滅する前に導体内を移動し、効率良い還元反応や分極効果を生起し得る

ことになる。その上、N型半導体が薄いと、この薄層の裏面に形成されたショットキーバリアが、より簡単にフラットにすることができるため、N型半導体と接触している前記溶液内の物質への電子が供給され易くなり、還元反応の効率が上昇する。還元反応の効率が高いということは、言い換えれば、伝導帯の励起電子がよく消費されるということであり、同時に価電子帯の正孔が効率良く消費され、酸化反応の効率も向上する効果がある。

【0018】また、本願発明の第3請求項において記載したように、前記N型半導体が酸化チタンである場合には、次の効果がある。即ち、酸化チタンは水には全く不溶であり、金属イオンの溶出などもないため、仮に、口腔より酸化チタンそのものを摂取したとしても、全く人体に吸収されることがなく、電動歯ブラシに用いるN型半導体として安全面で非常に優れている。また、N型半導体の反応性（光化学活性）にとって価電子帯、伝導帯のエネルギーレベルはそれぞれのN型半導体の酸化力、還元力を表すことになる。そして、酸化チタンの場合では、価電子帯のエネルギーレベルだけが深い位置（よりプラス側の位置）にあり酸化力の強いN型半導体（例えば、三酸化タングステン（ WO_3 ）、三酸化二鉄（ Fe_2O_3 ）等）、或いは、伝導帯のエネルギーレベルだけが深い位置（よりマイナス側の位置）にあり還元力の強いN型半導体（例えば、セレン化カドミウム（ $CdSe$ ）、テルル化カドミウム（ $CdTe$ ）等）に比べて、価電子帯及び伝導帯のエネルギーレベルのバランスがとれており、優れた酸化還元反応を生起させることができる。

【0019】また、本願発明の第4請求項において記載したように、前記酸化チタンの結晶構造がアナターゼ型である場合には、次の効果がある。即ち、酸化チタンの結晶構造としては、アナターゼ型とルチル型があるが、アナターゼ型の場合は、その製作に要する加工温度が700～800℃であり、加工温度が1,200～1,500℃となるルチル型に比べて経済面で有利に製作することができる。また、アナターゼ型とルチル型とを比較すると、伝導帯のエネルギーレベルは一致しているが、価電子帯のエネルギーレベルは、アナターゼ型の方がルチル型よりも深い位置（よりプラス側の位置）にある。それ故に、両者を比較すると、アナターゼ型の方がルチル型よりも酸化力が強く、より優れた光電気化学反応を生起させることができる。

【0020】更に、本願発明の第5請求項において記載したように、前記植毛部が握り部に対して着脱自在に構成されている場合には、使用に伴って消費される植毛部を自由に取り替えることができるから、効果の高い電動歯ブラシを価格面で有利に提供することができる効果がある。

【0021】

【実施例】

〔第1実施例〕図1乃至図3に示す電動歯ブラシは、口腔内へ挿入される植毛部Aと、口腔外へ露出する握り部Bとを主要構成部材として備えている。前記植毛部Aは、口腔内へ挿入される透明な合成樹脂製の柄1と、当該柄1の先端部分に植設される多数の透明なナイロン製のブラシ毛2とからなり、更に、前記柄1には、歯ブラシ長手方向に沿う断面円形の縦孔1aと、当該縦孔1aに対して直交する方向（柄1の肉厚方向）から貫通する長円形状の第1貫通孔1b及び円形状の第2貫通孔1cとが形成されている。前記握り部Bは、先窄まり状の円筒状に形成された合成樹脂製のケース本体3と、当該ケース本体3の他端側の開口を閉塞する着脱自在な合成樹脂製のキャップ4とを備え、更に、前記ケース本体3には、モータ5と、当該モータ5を駆動するための直流電源である電池6と、前記モータ5の回転運動を植毛部Aでの高速微振動に変換する運動変換手段7と、前記電池6からモータ5への通電状態をオン・オフに切り換えるスイッチ8とを設けてある。また、前記ケース本体3の先窄まり部分には、前記植毛部Aの柄1に形成したUの字状の凹部1Aに対してブラシ長手方向から着脱自在に嵌合する凸部3Aが形成され、この凸部3Aと凹部1Aとの相対向する嵌合面には、凸部3Aと凹部1Aとが所定位置にまで嵌合した時に弾性的に係合して、握り部Bと植毛部Aとを抜け止め保持する係止突起1dと係止溝3aとが形成されている。更に、前記ケース本体3の先窄まり部分には、前記植毛部Aの柄1に形成した縦孔1a内に挿入され、かつ、使用時には前記第1貫通孔1b及び第2貫通孔1cを通して口腔内の唾液等の水分で構成される溶液に接触する丸棒状のN型半導体9が固着されている。このN型半導体9は、金属等の良導体9aの表面に厚みが0.1 μ m～1.0 μ mの範囲となる薄膜状のN型半導体層9bを形成してなる。当該第1実施例では、このN型半導体9として、99.4重量%という高純度を有する棒状の金属チタンを2～10分間1,200～1,500℃で焼成することにより、良導体9aとなる金属チタン表面にN型半導体層9bとなる二酸化チタン（ TiO_2 ）を形成してある。そして、前記N型半導体9の一端には、オーミックコンタクトのとれる金属等の良導体13が接続され、更に、当該良導体13には、前記電池6からモータ5への電気回路を構成する金属製の良導体10A, 10Bのうち、前記電池5の陽電極に接続された回路形成用第1良導体10Aに接続されているとともに、前記ケース本体3の表面には、前記電池5の陰電極に接続された回路形成用第2良導体10Bに接続される金属製の良導体11が設けられている。前記運動変換手段7は、前記モータ5の駆動軸5aに偏心状態で取付けた重りから構成されていて、当該重り7を高速で偏心回転させることにより、ケース本体3を介して植毛部Aに高速微振動を付与するように構成してある。そして、このように構成された電動歯ブラシの光電

気化学反応は、図 4 及び図 5 の原理図を用いて説明した上記の記載の通りであり、その説明は省略する。ただ、この第 1 実施例では、合成樹脂製の柄 1 に形成した第 1 貫通孔 1 b 及び第 2 貫通孔 1 c に唾液等の水分が溜まるから、この溜まった水分を介して光電気化学反応が効率良く促進される。また、前記柄 1 が透明であるから、N 型半導体 9 を柄 1 の縦孔 1 a 内に挿入しながらも、当該 N 型半導体 9 の受光面積を充分確保することができる。尚、前記 N 型半導体 9 を構成する酸化チタンの結晶構造としては、アナターゼ型とルチル型が存在するが、アナターゼ型の方がルチル型に比べて製作面及び光電気化学反応面で有利である。

【 0 0 2 2 】〔第 2 実施例〕図 6 は、前記 N 型半導体 9 を、柄 1 の植毛穴 1 e 内に U の字状に押し込まれたブラシ毛 2 の抜け出しを阻止する平板状の平線 1 2 をもって兼用構成したものである。尚、この半導体平線 1 2 と第 1 実施例における丸棒状の N 型半導体 9 とを併用して実施してもよい。

【 0 0 2 3 】〔第 3 実施例〕図 7 は、前記 N 型半導体 9 を、表面に N 型半導体成分を蒸着した一本又は複数本のブラシ毛 2 から兼用構成したものである。前記半導体ブラシ毛 2 は、ナイロン製フィラメント 2 a の表面に N 型半導体材料である金属チタン 9 c を蒸着したのち、その表面を酸化して、 $0.1 \mu\text{m} \sim 1.0 \mu\text{m}$ 程度の極めて薄い膜厚のアナターゼ型の二酸化チタン層 9 d を形成したものを所定長さに切断して構成してあり、図に示すように、外周面に薄膜状の二酸化チタン層 9 d が形成され、その断面に金属チタン 9 c が露出する構造を有している。尚、この半導体ブラシ毛 2 と第 1 実施例における丸棒状の N 型半導体 9 とを併用して実施してもよい。

【 0 0 2 4 】〔その他の実施例〕

【 0 0 2 5 】イ．上述の実施例では、前記植毛部 A が握り部 B に対して着脱自在に構成されている場合について説明したが、これに限定されるものではなく、前記植毛部 A と握り部 B とを一体的に構成してもよい。

【 0 0 2 6 】ロ．上述の第 1 実施例では、前記 N 型半導体 9 の一端部を握り部 B に固着しているものの、使用状態では、実質的に握り部 B から植毛部 A に亘って配置した形態を示し、また、上述の第 2 実施例又は第 3 実施例では、前記 N 型半導体 9 を植毛部 A に配設した形態を示したが、更に、本願発明では、前記 N 型半導体 9 を握り部 B に付設して、そこから植毛部 A まで導電線を延設し、これを導通路とした形態で実施することもできる。

【 0 0 2 7 】ハ．上述の第 1 実施例では、前記運動変換手段 7 として、モータ 5 の回転運動を植毛部 A での微振動に変換する型式のものについて説明したが、この構造のものに限定されるものではなく、例えば、ブラシ長手方向、又は、ブラシ長手方向に対して交差する方向に往復直線運動させる型式のもの、或いは、ブラシ長手方向とそれに交差する方向との合成方向に往復回転運動させ

る型式のものを用いて実施してもよい。

【 0 0 2 8 】ニ．前記 N 型半導体 9 としては、二酸化チタン (TiO_2) の他にも二酸化ジルコニウム (ZrO_2)、三酸化二鉄 (Fe_2O_3)、酸化亜鉛 (ZnO) 等を用いるようにしてもよい。要は、光触媒効果を生起する N 型半導体であればよい。更に、N 型半導体 9 を製作方法についても、次の①~⑦の様な多くの方法がある。

- ① チタン (Ti)、ジルコニウム (Zr)、鉄 (Fe)、亜鉛 (Zn) 等の金属を酸化性雰囲気中で高温により焼成することによって、これらの金属表面に TiO_2 、 ZrO_2 、 Fe_2O_3 、 ZnO 等を形成させる方法。
- ② Ti、Zr、Fe、Zn 等の金属を電解酸化することによって、これらの金属表面に TiO_2 、 ZrO_2 、 Fe_2O_3 、 ZnO 等を形成させる方法。
- ③ 原料となる N 型半導体材料の粉末を直接的に加圧成形、或いは焼結させる方法。
- ④ ケミカル・ペーパー・デポジション (CVD) 法。
- ⑤ 真空蒸着法。
- ⑥ スパッタリング法。
- ⑦ イオンプレーティング法。

また、N 型半導体 9 の表面に良導体を担持させると、N 型半導体表面における還元反応の効率が高くなる。担持させる金属として Pt 等の貴金属を用いると、水素発生に対して触媒的に作用するため、口腔内における光触媒反応の効率が上昇する。担持させる金属としては、白金 (Pt) 以外にもパラジウム (Pd)、金 (Au)、銀 (Ag) などの貴金属や Ti 或いは Ti 合金等を使用してもよい。更に、N 型半導体 9 の表面に金属フタロシアニン、ローダミン B 等の色素増感剤を付着させることにより、その半導体の利用できる吸収波長領域を色素の吸収波長まで拡げて光エネルギー変換効率を高めることもできる。更にまた、これらの処理方法に加えて、水素ガス通過下において高温にし水素還元することにより、前記 N 型半導体結晶格子内に酸素欠陥や水素の侵入を形成し、一層良好な半導体に変化させるようにしてもよい。

【 0 0 2 9 】尚、特許請求の範囲の項に図面との対照を便利にするために符号を記すが、該記入により本発明は添付図面の構成に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 実施例を示す電動歯ブラシ全体の一部切欠き正面図

【図 2】植毛部 A と握り部 B とに分離したときの全体の一部切欠き正面図

【図 3】植毛部 A と握り部 B とに分離したときの全体の一部切欠き側面図

【図 4】非通電状態での原理図

【図 5】通電状態での原理図

【図 6】第 2 実施例を示す要部の拡大図

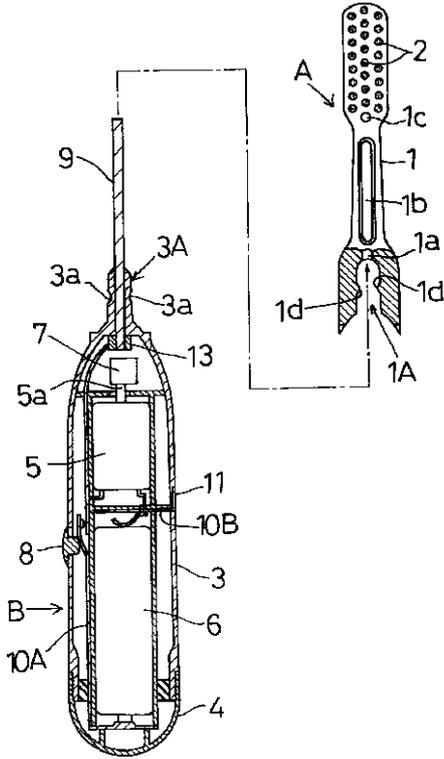
【図7】第3実施例を示す要部の拡大図

【符号の説明】

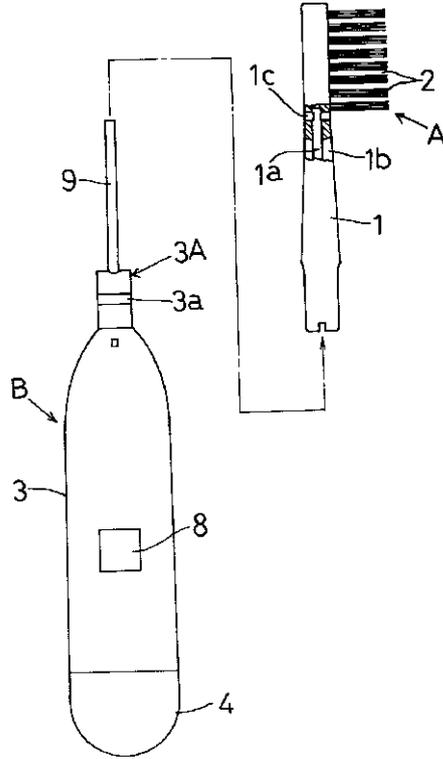
- A 植毛部
- B 握り部
- 2 ブラシ毛

- 5 モータ
- 6 直流電源（電池）
- 7 運動変換手段
- 9 N型半導体
- 11 導体

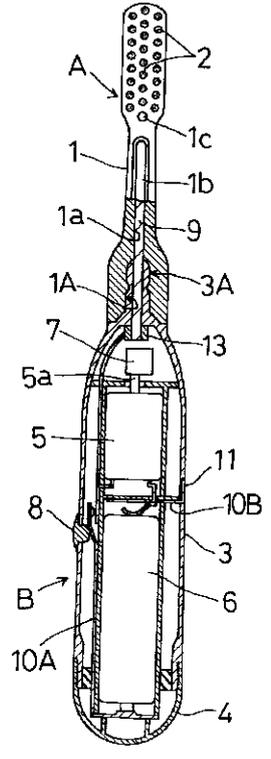
【図1】



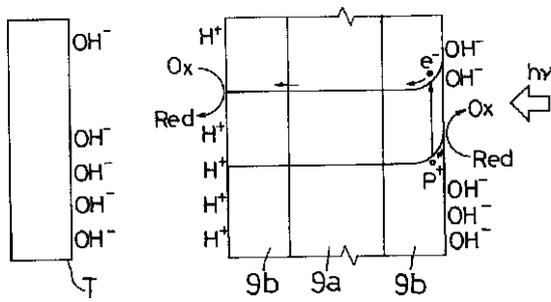
【図2】



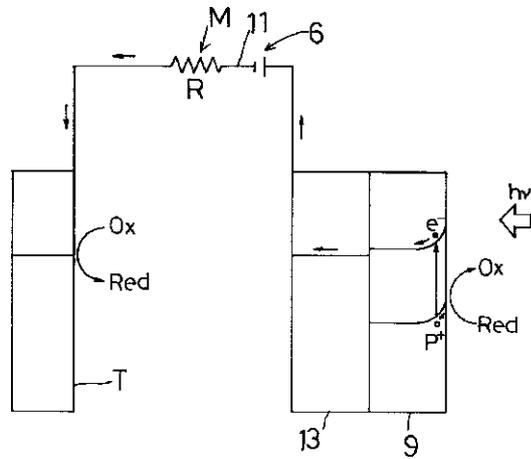
【図3】



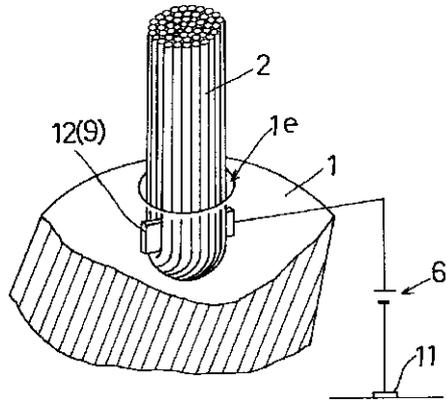
【図4】



【図5】



【 図 6 】



【 図 7 】

