# 明　細　書

## 発明の名称 ： 酸化防止ガス吹き出しユニット

## 技術分野

[0001] 本発明は、ワイヤボンディング装置に取り付けられる酸化防止ガス吹き出しユニットの構造に関する。

## 背景技術

[0002] ワイヤボンディング装置では、ボンディングツールであるキャピラリの先端から延出させたワイヤテールをスパークによってフリーエアボールに形成し、フリーエアボールをキャピラリの先端で半導体素子あるいは、基板の電極の上にボンディングするボールボンディングが多く行われている。

[0003] 従来、ワイヤボンディングにおいては、金ワイヤが用いられることが多かったが、より安価で電気特性の優れる銅ワイヤを用いたボンディングが行われるようになってきている。しかし、金と異なり、銅ワイヤは酸化しやすいため、スパークによってフリーエアボールを形成する際にボールの表面に酸化皮膜ができてしまう。この酸化皮膜はボールと電極の付着性を低下させ、ボンディング不良を引き起こす場合があった。そこで、銅ワイヤを用いてボンディングを行う際には例えば、窒素ガスやアルゴンガスなどの不活性ガスの中でフリーエアボールを形成し、ボール表面が酸化することを抑制する方法が提案されている（例えば、特許文献１参照）。

[0004] しかし、特許文献１に記載されたボンディング装置のように、フリーエアボールを形成する領域に一方から不活性ガスを吹き付けた場合には、不活性ガスの流れによって形成さされたフリーエアボールに偏芯が発生したり、フリーエアボールの形成領域に空気を巻き込むことによる酸化が発生したりする場合があるという問題があった。このため、フリーエアボールを形成するキャビティの周囲に多孔質部材を配置し、この多孔質部材の細かな穴で不活性ガスの速度を落とし、キャビティの中に均一に不活性ガスを広げる方法が提案されている（例えば、特許文献２参照）。

[0005] 一方、ボンディングの際のフリーエアボールの表面温度が低下すると、フリーエアボールと電極との接合強度が低下する場合や、フリーエアボールの異形化（丸くならない等）が発生する場合があるという問題があった。このため、加熱した還元性ガスをフリーエアボール形成の前後及びフリーエアボール形成中にその周辺に流すことによってフリーエアボールの温度を高く保ち、ボンディング強度を確保する方法が提案されている（例えば、特許文献３参照）。また、加熱した不活性ガスを流した状態でフリーエアボールの形成を行うことによって、ボール表面の酸化を抑制すると共にフリーエアボールの温度を高く保ってボンディングする方法が提案されている（例えば、特許文献４参照）。

[0006] しかし、特許文献３，４に記載された従来技術のように、ガスノズルから加熱した不活性ガスを噴出する構造の場合、不活性ガス雰囲気を維持するために不活性ガスの流量を大きくすることが必要となる。このため、不活性ガスを加温するためのヒータも大きなものが必要となり、ボンディング装置が大型となってしまったり、動作が遅く高速でのボンディングが難しくなってしまったりするという問題があった。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0007] 特許文献1：特開２００７－２９４９７５号公報

特許文献2：特開２００８－１３０８２５号公報

特許文献3：特開昭６３－１６４２３０号公報

特許文献4：特開昭６３－２６６８４５号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0008] そこで、本発明は、コンパクトな構造で効果的にフリーエアボールを加温することができる酸化防止ガス吹き出しユニット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

[0009] 本発明の酸化防止ガス吹き出しユニットは、内部に酸化防止ガス流路が形成された中空板状の基体部と、キャピラリが抜き差しされるように基体部の厚さ方向に貫通し、酸化防止ガス流路に連通して酸化防止ガスが流出する貫通穴と、貫通穴の周りの基体部の外面に取り付けられるフィルムヒータと、を備えることを特徴とする。

[0010] 本発明の酸化防止ガス吹き出しユニットにおいて、酸化防止ガス流路は、貫通穴の中心に向かって酸化防止ガスを吹き出す複数の吹き出し口を備えていること、としても好適であるし、酸化防止ガス流路に酸化防止ガスを流入させる酸化防止ガス入り口を備え、酸化防止ガス流路は、酸化防止ガス入り口から各吹き出し口までの間に、流れの方向を少なくとも２回変更するラビリンスを備えていること、としても好適である。

[0011] また、本発明の酸化防止ガス吹き出しユニットにおいて、ラビリンスは、貫通穴の周縁に配置され、その間の周方向の各隙間が各吹き出し口を形成する複数の内周側ブロックと、各内周側ブロックの外周側で、その間の周方向の各隙間が内周側ブロックの各隙間と周方向にずらして配置される複数の外周側ブロックと、を備えることとしても好適である。

[0012] また、本発明の酸化防止ガス吹き出しユニットにおいて、フィルムヒータは、ラビリンスの配置されている領域の基体部の外面に取り付けられていること、としても好適であるし、キャピラリの先端から延出したワイヤテールとの間でスパークを発生させ、ワイヤテールをフリーエアボールに形成するトーチ電極が、基体部の外側に配置されていること、としても好適であるし、基体部の内側に配置されていること、としても好適である。

## 発明の効果

[0013] 本発明は、コンパクトな構造で効果的にフリーエアボールを加温することができる酸化防止ガス吹き出しユニットを提供することができるという効果を奏する。

## 図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の実施形態における酸化防止ガス吹き出しユニットが取り付けられたワイヤボンディング装置を示す斜視図である。

[図2]本発明の実施形態における酸化防止ガス吹き出しユニットの構成を示す斜視図である。

[図3]本発明の実施形態における酸化防止ガス吹き出しユニットの酸化防止ガス流路を示す説明図である。

[図4]図３に示した酸化防止ガス流路の拡大図である。

[図5]本発明の実施形態における酸化防止ガス吹き出しユニットの酸化防止ガスの吹き出し状態を示す説明図である。

[図6]本発明の他の実施形態における酸化防止ガス吹き出しユニットの酸化防止ガス流路を示す説明図である。

[図7]本発明の他の実施形態における酸化防止ガス吹き出しユニットの構成を示す斜視図である。

[図8]本発明の他の実施形態における酸化防止ガス吹き出しユニットの酸化防止ガスの吹き出し状態を示す説明図である。

## 発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。図１に示すように、本実施形態の酸化防止ガス吹き出しユニット１００は、内部に酸化防止ガス流路５３，５４が形成された中空板状の基体部１０と、酸化防止ガス流路５３，５４に酸化防止ガスを流入させる酸化防止ガス入り口２０と、キャピラリ７２が抜き差しされるように基体部１０の厚さ方向に貫通し、酸化防止ガス流路５３，５４に連通して酸化防止ガスが流出する貫通穴３０と、貫通穴３０の周りの基体部１０の外面に取り付けられるフィルムヒータ４０と、を備えている。酸化防止ガス流路５３は、貫通穴３０の中心に向かって酸化防止ガスを吹き出す複数の吹き出し口３５を備えている。そして、酸化防止ガス流路５３，５４は、酸化防止ガス入り口２０から各吹き出し口３５までの間に、流れの方向を少なくとも２回変更するラビリンス５０を備えている。ラビリンス５０は、貫通穴３０の周縁に配置される複数の内周側

ブロック５１と、複数の外周側ブロック５２とを含んでおり、各ブロック５１，５２の周方向の隙間はそれぞれ酸化防止ガス流路５３，５４を構成している。また、基体部１０のラビリンス５０の配置されている領域の外面には酸化防止ガス流路５３，５４を流れる酸化防止ガスを加熱するフィルムヒータ４０が取り付けられている。また、基体部１０の下側には、キャピラリ７２の先端から延出するワイヤテール７３との間でスパークを発生させてワイヤテール７３をフリーエアボールに形成するトーチ電極８０が取り付けられている。

[0016] ボンディング動作の際には、キャピラリ７２はボンディングアーム７１によって上下方向に移動してキャピラリ７２の先端に形成したフリーエアボールを半導体ダイあるいは基板の電極に押し付けてワイヤを電極に接合（ボンド）する。酸化防止ガス吹き出しユニット１００は、ボンディングアーム７１が取り付けられているボンディングヘッド（図示せず）に取り付けられ、ボンディングアーム７１、キャピラリ７２と共にＸＹ方向に移動する。酸化防止ガスは窒素あるいはアルゴンなどの不活性ガスであってもよいし、例えば、水素などの還元性のガスを混合したガスを用いてもよい。

[0017] 図２を参照しながら酸化防止ガス吹き出しユニット１００の詳細について説明する。基体部１０は、内部に凹部６０を備える本体１１と、本体１１の上に取り付けられて本体１１の内部の凹部６０との間で酸化防止ガスの流れる中空部を形成する蓋１２とを備えている。基体部１０の蓋１２の上にはフィルムヒータ４０が取り付けられ、その上にカバープレート１３が取り付けられている。蓋１２には本体１１の凹部６０に酸化防止ガスを流入させる酸化防止ガス入り口２０が設けられ、カバープレート１３には蓋１２の酸化防止ガス入り口２０に対応する位置に酸化防止ガス入り口２０に連通するガス穴２１が設けられている。カバープレート１３のガス穴２１には酸化防止ガスを導入する酸化防止ガス導入管２２が取り付けられている。また、本体１１、蓋１２、フィルムヒータ４０、カバープレート１３にはそれぞれキャピラリ７２が貫通する各穴３１，３２，４１，３４が設けられている。本実施

形態では、本体１１、蓋１２、カバープレート１３はそれぞれセラミック製であり、図２に示すように、本体１１、蓋１２、フィルムヒータ４０、カバープレート１３の順に重ね合わせて焼結形成されたり、接着剤で組み立てられたりする。

[0018] 本体１１の内部に設けられた凹部６０は、蓋１２の酸化防止ガス入り口２０に連通する幅の狭い入り口領域６１と、両側から幅方向に延びる突起５８の酸化防止ガス入り口２０側の幅の広くなっている中間部６２と、突起５８よりも穴３１側のラビリンス領域６３との３つの領域を備えている。凹部６０のラビリンス領域６３には、キャピラリ７２が抜き差しされる穴３１が設けられ、凹部６０の底面から立ち上がった複数の内周側ブロック５１と、内周側ブロック５１の外周側に設けられ、凹部６０の底面から立ち上がった複数の外周側ブロック５２と、突起５８と直列に配置され、凹部６０の底面から立ち上がった直方体の第１入り口側ブロック５７と、第１入り口側ブロック５７と平行に配置され、第１入り口側ブロック５７よりも長さの長い直方体の第２入り口側ブロック５６とが設けられている。

[0019] 図３に示すように、本実施形態では、穴３１の周縁に配置された内周側ブロック５１は、第１内周側ブロック５１ａから第５内周側ブロック５１ｅの５つのブロックを含んでおり、外周側ブロック５２は第１外周側ブロック５２ａから第５外周側ブロック５２ｅの５つのブロックを含んでいる。

[0020] 図４に示すように、第１～第５内周側ブロック５１ａ～５１ｅは、略台形形状の斜辺部分に外周方向に突出する小さな突起を設けた形状となっている。より詳細には、第１～第５内周側ブロック５１ａ～５１ｅは、穴３１の外周に沿った部分円筒面である内面５１１ａ～５１１ｅと、各内面５１１ａ～５１１ｅから外周側に向かって延びる左右の側面５１２ａ～５１２ｅと、各内面５１１ａ～５１１ｅに対向する平面状の外面５１４ａ～５１４ｅと、外面５１４ａ～５１４ｅよりも外周側に突出した角部５１３ａ～５１３ｅとを備えている。第１～第５内周側ブロック５１ａ～５１ｅの各側面５１２ａ～５１２ｅは互いに平行であり、第１～第５内周側ブロック５１ａ～５１ｅの

外周側から穴３１に向かう酸化防止ガス流路５３ａ～５３ｅを形成している。また、各酸化防止ガス流路５３ａ～５３ｅの穴３１側の端面は、それぞれ第１～第５吹き出し口３５ａ～３５ｅを形成し、第１～第５内周側ブロック５１ａ～５１ｅの各内面５１１ａ～５１１ｅと本体１１、蓋１２に設けられた各穴３１，３２とは基体部１０を貫通する貫通穴３０を形成する。

[0021] 第１～第５内周側ブロック５１ａ～５１ｅの外周側には、円弧状の第１～第５外周側ブロック５２ａ～５２ｅが設けられている。第１～第５外周側ブロック５２ａ～５２ｅは各左端部５２４ａ～５２４ｅと各右端部５２３ａ～５２３ｅとがそれぞれ第１～第５内周側ブロック５１ａ～５１ｅの外面５１４ａ～５１４ｅに向かうような曲率となっており、各左端部５２４ａ～５２４ｅと各右端部５２３ａ～５２３ｅと第１～第５内周側ブロック５１ａ～５１ｅの各角部５１３ａ～５１３ｅとの間に酸化防止ガスを流す流路を形成している。第１～第５外周側ブロック５２ａ～５２ｅのそれぞれの間の隙間は酸化防止ガス流路５４ａ～５４ｅを形成する。そして、酸化防止ガス流路５４ａ～５４ｅの周方向位置は、第１内周側ブロック５１ａから第５内周側ブロック５１ｅのそれぞれの間の隙間である酸化防止ガス流路５３ａ～５３ｅの周方向位置とずらして配置されている。本実施形態では、各酸化防止ガス流路５３ａ～５３ｅと各酸化防止ガス流路５４ａ～５４ｅとが周方向に互い違いで等中心角度で配置されている。

[0022] 図２に示す酸化防止ガス導入管２２からガス穴２１、酸化防止ガス入り口２０を通って本体１１の凹部６０の入り口領域６１に導入された酸化防止ガスは、図３の矢印に示すように、凹部６０の中間部６２に流れ、中間部６２から突起５８と第１入り口側ブロック５７との間を通って凹部６０のラビリンス領域６３に入る。ラビリンス領域６３に入った酸化防止ガスは、第２入り口側ブロック５６に当たり、第２入り口側ブロック５６によって本体１１の幅方向に流れの方向を変えて第２入り口側ブロック５６に沿って流れ、第２入り口側ブロック５６と凹部６０の幅方向の側面との間から流出し、第１～第５内周側ブロック５１ａ～５１ｅと第１～第５外周側ブロック５２ａ～

５２ｅとからなるラビリンス５０に向かって流れていく。

[0023] そして、図３に示すように、酸化防止ガスは、第１外周側ブロック５２ａから第５外周側ブロック５２ｅのそれぞれの間の隙間である酸化防止ガス流路５４ａ～５４ｅを通って穴３１に向かって流れ、それぞれ第１内周側ブロック５１ａから第５内周側ブロック５１ｅの各外面５１４ａ～５１４ｅに当たって流れの方を穴３１に向かう方向と反対側に変えた後（第１回目の流れの方向の変更）、図４に示す角部５１３ａ～５１３ｅを回って第１内周側ブロック５１ａから第５内周側ブロック５１ｅのそれぞれの間の隙間である酸化防止ガス流路５３ａ～５３ｅに入り（第２回目の流れの方向の変更）、酸化防止ガス流路５３ａ～５３ｅを通って第１～第５吹き出し口３５ａ～３５ｅから穴３１の中心に向かって吹き出す。

[0024] 図２、図３に示すように、蓋１２の本体１１の凹部６０のラビリンス領域６３に対応する領域にフィルムヒータ４０が取り付けられているので、ラビリンス領域６３に入った酸化防止ガスはフィルムヒータ４０によって加熱されていく。ラビリンス領域６３には、第１～第５内周側ブロック５１ａ～５１ｅと、第１～第５外周側ブロック５２ａ～５２ｅによって構成されるラビリンス５０が設けられており、酸化防止ガスを加熱する面が大きくなっていることから、酸化防止ガスはラビリンス５０によって効果的に加熱されて適当な温度となって第１～第５吹き出し口３５ａ～３５ｅから穴３１の中心に向かって吹き出す。

[0025] 図５に示すように、第１～第５吹き出し口３５ａ～３５ｅから吹き出した酸化防止ガスは、本体１１の穴３１を通って酸化防止ガス吹き出しユニット１００の下側（基板９０側）に流出すると共に、蓋１２、フィルムヒータ４０、カバープレート１３の各穴３２，４１，３４を通って酸化防止ガス吹き出しユニット１００の上側に流出する。そして、酸化防止ガス吹き出しユニット１００の貫通穴３０の内部と酸化防止ガス吹き出しユニット１００の上側と下側とに広がる酸化防止ガス領域６５を形成する。そして、トーチ電極８０とキャピラリ７２の先端から突出したワイヤテール７３の間でスパーク

を発生させ、ワイヤテール７３の酸化を抑制しつつフリーエアボール７４に形成する。

[0026] 図２から図４を参照して説明したように、ラビリンス５０は、酸化防止ガスの流れの方向を少なくとも２回変更することによって凹部６０のラビリンス領域６３に流入した酸化防止ガスの酸化防止ガス入り口２０から穴３１に向かう方向の速度成分を低減し、その流れの方向を第１～第５吹き出し口３５ａ～３５ｅから穴３１の中心に向かう方向に揃えると共に、第１～第５吹き出し口３５ａ～３５ｅから吹き出す酸化防止ガスの流量を均等にすることができるので、図５に示す酸化防止ガス吹き出しユニット１００の上側、下側に延びる酸化防止ガス領域６５はキャピラリ７２の軸方向に沿って略垂直方向となる。このため、ワイヤテール７３あるいはフリーエアボール７４をキャピラリ７２の軸と直角の水平方向に移動させる流体力が抑制され、フリーエアボール７４の偏芯を抑制し、ボンディングの品質を向上させることができる。

[0027] また、本実施形態の酸化防止ガス吹き出しユニット１００は薄い板状の構造となっており、酸化防止ガスを第１～第５吹き出し口３５ａ～３５ｅから均等に吹き出すことができるので、酸化防止ガスの流量が少なくも良好に酸化防止ガス領域６５を形成することができることとラビリンス５０によって十分な熱交換面積を確保していることから、小容量のフィルムヒータ４０によって、酸化防止ガスの温度を１００℃程度まで上昇させることができる。これによってフリーエアボール７４を適切に加熱してボンディング品質を確保することができる。また、コンパクトな構成とすることができるのでワイヤボンディング装置に容易に組み込むことができる上、軽量構造とできるので、ＸＹ方向への高速移動が可能となり、ボンディング速度を向上させることができるという効果を奏する。

[0028] また、本実施形態では、トーチ電極８０を薄板状の酸化防止ガス吹き出しユニット１００の下側に配置しているので、酸化防止ガスの流れがトーチ電極８０によって偏ることがないので、より酸化防止ガスを第１～第５吹き出

し口３５ａ～３５ｅから均等に吹き出すことができ、良好に酸化防止ガス領域６５を形成することができる。

[0029] 図６を参照して本発明の他の実施形態について説明する。図１から図５を参照して説明した実施形態と同様の部分には同様の符号を付して説明は省略する。先に説明した実施形態では、第１～第５内周側ブロック５１ａ～５１ｅは、略台形形状の斜辺部分に外周方向に突出する小さな角部５１３ａ～５１３ｅを設けた形状として説明したが、酸化防止ガスの流量によっては、角部５１３ａ～５１３ｅを設けず、図６に示す様に略台形状としてもよい。また、先に説明した実施形態では、第１～第５外周側ブロック５２ａ～５２ｅは各左端部５２４ａ～５２４ｅと各右端部５２３ａ～５２３ｅとがそれぞれ第１～第５内周側ブロック５１ａ～５１ｅの外面５１４ａ～５１４ｅに向かうような曲率となっていることとして説明したが、このように大きな曲率となっていなくてもよく、図６に示すような単純な部分円環を等間隔で配置したような構成としてもよい。

[0030] 更に、ラビリンス５０は、内周側ブロック５１と外周側ブロック５２の２段の構成として説明したが、穴３１の周囲に３段あるいはそれ以上の段数のブロックを配置するようにしてもよいし、フィルムヒータ４０は、薄型のヒータであればフィルム状でなくともよく複数の薄型のヒータを分散して蓋１２の上に配置するようにしてもよい。本実施形態は、先に図１から図５を参照して説明した実施形態と同様の効果を奏する。

[0031] 次に、図7、図８を参照して、本発明の他の実施形態について説明する。図１から図６を参照して説明した実施形態と同様の部分には同様の符号を付して説明は省略する。本実施形態は、図７、図８に示すように、トーチ電極８０を酸化防止ガス吹き出しユニット１００の内側に配置するようにしたものである。図７、図８に示すように、本実施形態では、トーチ電極８０は、本体１１の端面から、本体の表面と平行に差し込まれ、凹部６０の入り口領域６１を通り、第１、第２入り口側ブロック５７，５６、外周側ブロック５２の一つを貫通した後、内周側ブロック５１の間の酸化防止ガス流路５３を通

って穴３１の上面に達するよう配置されている。また、図８に示すように、トーチ電極８０は、本体１１の凹部６０内部で上下方向の中央よりも下側に配置されており、キャピラリ７２の先端のフリーエアボール７４が本体１１の厚さ方向の中央で貫通穴３０の中心に位置する際に、フリーエアボール７４より少し下側でフリーエアボール７４よりも貫通穴３０の周辺にずれて位置している。この位置にトーチ電極８０を配置することにより良好にフリーエアボール７４を形成することができる。トーチ電極８０は、外部から抜き差し可能で、その先端位置を調整することが可能となるよう本体１１に取り付けられている。

[0032] 本実施形態は、先に図１から図６を参照して説明した実施形態と同様の効果のほかに、トーチ電極８０が酸化防止ガス領域６５の中に配置されているので、トーチ電極８０の表面の酸化が抑制され、長期間にわたって安定した放電を行うことができるという効果を奏する。

[0033] 本発明は以上説明した実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲により規定されている本発明の技術的範囲ないし本質から逸脱することない全ての変更及び修正を包含するものである。

## 符号の説明

[0034] １０　基体部、１１　本体、１２　蓋、１３　カバープレート、２０　酸化防止ガス入り口、２１　ガス穴、２２　酸化防止ガス導入管、３０　貫通穴、３１，３２，４１，３４　穴、３５，３５ａ～３５ｅ　酸化防止ガス吹き出し口、４０　フィルムヒータ、５０　ラビリンス、５１，５１ａ～５１ｅ　内周側ブロック、５２，５２ａ～５２ｅ　外周側ブロック、５３，５３ａ～５３ｅ，５４，５４ａ～５４ｅ　酸化防止ガス流路、５６　第２入り口側ブロック、５７　第１入り口側ブロック、５８　突起、６０　凹部、６１　入り口領域、６２　中間部、６３　ラビリンス領域、６５　酸化防止ガス領域、７１　ボンディングアーム、７２　キャピラリ、７３　ワイヤテール、７４　フリーエアボール、８０　トーチ電極、９０　基板、１００　酸化防止ガス吹き出しユニットユニット、５１１ａ～５１１ｅ　内面、５１２ａ

～５１２ｅ　側面、５１３ａ～５１３ｅ　角部、５１４ａ～５１４ｅ　外面、５２３ａ～５２３ｅ　右端部、５２４ａ～５２４ｅ　左端部。

# 請求の範囲

[請求項1] 内部に酸化防止ガス流路が形成された中空板状の基体部と、

キャピラリが抜き差しされるように前記基体部の厚さ方向に貫通し、前記酸化防止ガス流路に連通して酸化防止ガスが流出する貫通穴と、

前記貫通穴の周りの前記基体部の外面に取り付けられるフィルムヒータと、

を備える酸化防止ガス吹き出しユニット。

[請求項2] 請求項１に記載の酸化防止ガス吹き出しユニットであって、

前記酸化防止ガス流路は、前記貫通穴の中心に向かって酸化防止ガスを吹き出す複数の吹き出し口を備えている酸化防止ガス吹き出しユニット。

[請求項3] 請求項２に記載の酸化防止ガス吹き出しユニットであって、

酸化防止ガス流路に酸化防止ガスを流入させる酸化防止ガス入り口を備え、

前記酸化防止ガス流路は、前記酸化防止ガス入り口から各吹き出し口までの間に、流れの方向を少なくとも２回変更するラビリンスを備えている酸化防止ガス吹き出しユニット。

[請求項4] 請求項３に記載の酸化防止ガス吹き出しユニットであって、

前記ラビリンスは、

前記貫通穴の周縁に配置され、その間の周方向の各隙間が前記各吹き出し口を形成する複数の内周側ブロックと、

前記各内周側ブロックの外周側で、その間の周方向の各隙間が前記内周側ブロックの各隙間と周方向にずらして配置される複数の外周側ブロックと、を備える酸化防止ガス吹き出しユニット。

[請求項5] 請求項３に記載の酸化防止ガス吹き出しユニットであって、

前記フィルムヒータは、前記ラビリンスの配置されている領域の前記基体部の外面に取り付けられている酸化防止ガス吹き出しユニット

。

[請求項6] 請求項４に記載の酸化防止ガス吹き出しユニットであって、

前記フィルムヒータは、前記ラビリンスの配置されている領域の前記基体部の外面に取り付けられている酸化防止ガス吹き出しユニット。

[請求項7] 請求項３または６のいずれか１項に記載の酸化防止ガス吹き出しユニットであって、

前記キャピラリの先端から延出したワイヤテールとの間でスパークを発生させ、前記ワイヤテールをフリーエアボールに形成するトーチ電極が、基体部の外側に配置されている酸化防止ガス吹き出しユニット。

[請求項8] 請求項３または６のいずれか１項に記載の酸化防止ガス吹き出しユニットであって、

前記キャピラリの先端から延出したワイヤテールとの間でスパークを発生させ、前記ワイヤテールをフリーエアボールに形成するトーチ電極が、基体部の内側に配置されている酸化防止ガス吹き出しユニット。