

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6447575号  
(P6447575)

(45) 発行日 平成31年1月9日(2019.1.9)

(24) 登録日 平成30年12月14日(2018.12.14)

(51) Int.Cl.	F I	
<b>C 2 5 D 17/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 5 D 17/00 H
<b>C 2 5 D 5/02</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 5 D 5/02 Z
<b>C 2 5 D 7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 5 D 7/00 J
<b>C 2 5 D 21/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 5 D 21/00 E
<b>H 0 5 K 3/18</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 5 K 3/18 G

請求項の数 7 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-102703 (P2016-102703)  
 (22) 出願日 平成28年5月23日(2016.5.23)  
 (65) 公開番号 特開2017-210634 (P2017-210634A)  
 (43) 公開日 平成29年11月30日(2017.11.30)  
 審査請求日 平成29年7月25日(2017.7.25)

(73) 特許権者 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (74) 代理人 100091096  
 弁理士 平木 祐輔  
 (74) 代理人 100105463  
 弁理士 関谷 三男  
 (74) 代理人 100129861  
 弁理士 石川 滝治  
 (74) 代理人 100160668  
 弁理士 美馬 保彦  
 (72) 発明者 佐藤 祐規  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属皮膜の成膜方法およびその成膜装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

陽極と、陰極である基板との間に固体電解質膜を配置し、載置台に載置された前記基板の表面に前記固体電解質膜を接触させた状態で、前記陽極と前記基板との間に、電圧を印加することにより、前記固体電解質膜に含有した金属イオンを還元し、前記基板の表面に前記金属イオン由来の金属を析出させて、前記基板の表面に金属皮膜を成膜する金属皮膜の成膜方法であって、

前記陽極と前記固体電解質膜との間に前記金属イオンを含む金属溶液が配置され、前記固体電解質膜を介して前記金属溶液が前記基板の表面に配置されるように、前記金属溶液を、ハウジングの第1収容室内に前記固体電解質膜で封止した状態にし、

前記金属皮膜が成膜される表面と反対側に位置する前記基板の裏面に、可撓性を有した薄膜を介して流体が配置されるように、前記流体を、前記載置台の第2収容室内に前記薄膜で封止した状態にし、

前記基板を前記載置台に載置した状態で、前記載置台と前記ハウジングとを相対的に移動させて前記固体電解質膜と前記薄膜との間に前記基板を挟み込み、

挟み込んだ状態の前記基板に、前記固体電解質膜および前記薄膜を押圧することにより、前記固体電解質膜および前記薄膜を、前記基板の前記表面および前記裏面に倣わせて、前記金属皮膜の成膜を行い、

前記基板の表面に、前記金属皮膜が成膜される複数の第1導体部が形成され、前記基板の裏面または前記基板の側面に、前記各第1導体部に導通した第2導体部が形成されてお

り、

前記薄膜に、前記基板が載置される面に少なくとも導電性を有した薄膜を用い、前記薄膜を前記基板の裏面に押圧することにより、前記薄膜を前記第2導体部に接触させ、前記薄膜と前記陽極との間に前記電圧を印加することにより、前記第1導体部に前記金属皮膜を成膜することを特徴とする金属皮膜の成膜方法。

【請求項2】

前記固体電解質膜および前記薄膜の押圧を、前記第1収容室内の金属溶液の圧力または前記第2収容室内の前記流体の圧力を増加させることにより行うことを特徴とする請求項1に記載の金属皮膜の成膜方法。

【請求項3】

前記固体電解質膜と前記薄膜との間に前記基板を挟み込んだ状態で、前記ハウジングと前記載置台との相対的な変位を拘束し、

前記変位を拘束した状態で、前記固体電解質膜および前記薄膜の押圧を行いながら、前記金属皮膜の成膜を行うことを特徴とする請求項2に記載の金属皮膜の成膜方法。

【請求項4】

前記基板の裏面には凹部が形成されており、該凹部の底面に前記第2導体部が形成されていることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の金属皮膜の成膜方法。

【請求項5】

陽極と、前記陽極と陰極である基板との間に配置され、金属イオンを含有する固体電解質膜と、前記陽極と前記基板との間に電圧を印加する電源部と、前記基板を載置する載置台と、を備え、前記固体電解質膜に接触した前記基板の表面に前記金属イオン由来の金属を析出させて、前記基板の表面に金属皮膜を成膜する金属皮膜の成膜装置であって、

前記成膜装置は、金属イオンを含む金属溶液を収容する第1収容室が形成されたハウジングをさらに備えており、前記陽極と前記固体電解質膜との間に前記金属溶液が配置され、前記固体電解質膜を介して前記金属溶液が前記基板の表面に配置されるように、前記第1収容室には前記金属溶液が前記固体電解質膜で封止されており、

前記載置台には、流体を収容する第2収容室が形成されており、前記金属皮膜が成膜される表面と反対側に位置する前記基板の裏面に、可撓性を有した薄膜を介して流体が配置されるように、前記第2収容室内には前記流体が前記薄膜で封止されており、

前記ハウジングおよび前記載置台の少なくとも一方は、前記固体電解質膜と前記薄膜との間に前記基板を挟み込むことが可能なように、移動自在となっており、

前記成膜装置は、前記固体電解質膜と前記薄膜との間に挟み込まれた状態の基板に、前記固体電解質膜および前記薄膜を押圧する押圧部をさらに備え、

前記薄膜は、前記基板が載置される面に少なくとも導電性を有した薄膜であることを特徴とする金属皮膜の成膜装置。

【請求項6】

前記押圧部は、前記第1収容室内の前記金属溶液を加圧するポンプ、または前記第2収容室内の前記流体を加圧するポンプであることを特徴とする請求項5に記載の金属皮膜の成膜装置。

【請求項7】

前記成膜装置は、前記固体電解質膜と前記薄膜との間に前記基板を挟み込んだ状態で、前記ハウジングと前記載置台との相対的な変位を拘束する拘束部をさらに備えることを特徴とする請求項6に記載の金属皮膜の成膜装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板表面に金属皮膜を成膜する成膜方法およびその成膜装置に係り、特に、陽極と基板との間に電圧を印加することにより基板の表面に金属皮膜を好適に成膜することができる金属皮膜の成膜装置に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 2 】

従来から、基板の表面に金属を析出させて金属皮膜を成膜する技術が提案されている。このような技術として、例えば、特許文献1には、陽極と、陽極と陰極である基板との間に配置された固体電解質膜と、陽極と基板との間に電圧を印加する電源部と、基板を載置する載置台と、を備えた金属皮膜の成膜装置が提案されている。この成膜装置は、陽極と固体電解質膜との間に金属イオンを含む金属溶液を収容する溶液収容部と、溶液収容部内の金属溶液を加圧する加圧部とを備えている。

## 【 0 0 0 3 】

この成膜装置によれば、加圧部により加圧された金属溶液の液圧により、固体電解質膜が加圧されると共に、加圧された固体電解質膜により基板の表面が押圧される。これにより、固体電解質膜を基板の表面に倣わせて、陽極と基板との間に電圧を印加することにより、固体電解質膜の内部に含有された金属イオンが、基板の表面で還元され、金属皮膜を基板の表面に均一に成膜することができる。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【 0 0 0 4 】

【特許文献1】特開2014-051701公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 5 】

しかしながら、特許文献1に係る成膜装置では、固体電解質膜で基板を押圧する際に、基板は、固体電解質膜と載置台との間に挟み込まれるが、この際、基板に反りやうねりなどがある場合、成膜時に載置台と基板との間に隙間が生じることがある。この隙間により、固体電解質膜からの基板の押圧時に、基板の裏面には載置台からの反力が均一に作用しないことがある。この結果、固体電解質膜を基板の表面に均一に押圧することができず、均一な膜厚の金属皮膜を成膜することができないおそれがある。

20

## 【 0 0 0 6 】

本発明は、このような点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、固体電解質膜を基板の表面に均一に押圧することにより、基板の表面に均一な膜厚の金属皮膜を成膜することができる金属皮膜の成膜方法およびその成膜装置を提供することにある。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 7 】

前記課題を解決すべく、本発明に係る金属皮膜の成膜方法は、陽極と、陰極である基板との間に固体電解質膜を配置し、載置台に載置された前記基板の表面に前記固体電解質膜を接触させた状態で、前記陽極と前記基板との間に、電圧を印加することにより、前記固体電解質膜に含有した金属イオンを還元し、前記基板の表面に前記金属イオン由来の金属を析出させて、前記基板の表面に金属皮膜を成膜する方法である。

## 【 0 0 0 8 】

この成膜方法では、前記陽極と前記固体電解質膜との間に前記金属イオンを含む金属溶液が配置され、前記固体電解質膜を介して前記金属溶液が前記基板の表面に配置されるように、前記金属溶液を、ハウジングの第1収容室内に前記固体電解質膜で封止した状態にする。さらに、前記金属皮膜が成膜される表面と反対側に位置する前記基板の裏面に、可撓性を有した薄膜を介して流体が配置されるように、前記流体を、前記載置台の第2収容室内に前記薄膜で封止した状態にする。

40

## 【 0 0 0 9 】

金属皮膜の成膜を行う際には、前記基板を前記載置台に載置した状態で、前記載置台と前記ハウジングとを相対的に移動させて前記固体電解質膜と前記薄膜との間に前記基板を挟み込み、挟み込んだ状態の前記基板に、前記固体電解質膜および前記薄膜を押圧することにより、前記固体電解質膜および前記薄膜を、前記基板の前記表面および前記裏面に倣わせて、前記金属皮膜の成膜を行う。

50

## 【0010】

本発明に係る金属皮膜の成膜装置は、陽極と、前記陽極と陰極である基板との間に配置され、金属イオンを含有する固体電解質膜と、前記陽極と前記基板との間に電圧を印加する電源部と、前記基板を載置する載置台と、を備え、前記固体電解質膜に接触した前記基板の表面に前記金属イオン由来の金属を析出させて、前記基板の表面に金属皮膜を成膜する装置である。

## 【0011】

前記成膜装置は、金属イオンを含む金属溶液を収容する第1収容室が形成されたハウジングをさらに備えており、前記陽極と前記固体電解質膜との間に前記金属溶液が配置され、前記固体電解質膜を介して前記金属溶液が前記基板の表面に配置されるように、前記第1収容室には前記金属溶液が前記固体電解質膜で封止されている。前記載置台には、流体を収容する第2収容室が形成されており、前記金属皮膜が成膜される表面と反対側に位置する前記基板の裏面に、可撓性を有した薄膜を介して流体が配置されるように、前記第2収容室内には前記流体が前記薄膜で封止されている。

10

## 【0012】

前記ハウジングおよび前記載置台の少なくとも一方は、前記固体電解質膜と前記薄膜との間に前記基板を挟み込むことが可能なように、移動自在となっており、前記成膜装置は、前記固体電解質膜と前記薄膜との間に挟み込まれた状態の基板に、前記固体電解質膜および前記薄膜を押圧する押圧部をさらに備える。

20

## 【発明の効果】

## 【0013】

本発明に係る成膜方法および成膜装置によれば、金属皮膜を成膜する際に、固体電解質膜および薄膜は基板の表面および裏面に倣い、基板の表面は、固体電解質膜を介して金属溶液で均一に加圧され、基板の裏面は、薄膜を介して流体で均一に加圧される。この状態で、陽極と基板との間に電圧を印加することにより、固体電解質膜に含有した金属イオンが還元され、金属イオン由来の金属が基板の表面に析出し、基板の表面に均一な膜厚の金属皮膜を成膜することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0014】

【図1A】本発明の第1実施形態に係る金属皮膜の成膜装置の模式的断面図である。

30

【図1B】図1Aに示す成膜装置を用いた基板の表面への金属皮膜の成膜を説明するための図である。

【図2A】本発明の第2実施形態に係る金属皮膜の成膜装置の模式的断面図である。

【図2B】図2Aに示す成膜装置を用いた基板の表面への金属皮膜の成膜を説明するための図である。

【図3A】本発明の第3実施形態に係る金属皮膜の成膜装置の模式的断面図である。

【図3B】図3Aに示す成膜装置を用いた基板の表面への金属皮膜の成膜を説明するための図である。

【図4A】本発明の第4実施形態に係る金属皮膜の成膜装置の模式的断面図である。

【図4B】第4実施形態において成膜される基板の模式的断面図である。

40

【図4C】図4Aに示す成膜装置を用いた基板の表面への金属皮膜の成膜を説明するための図である。

【図4D】金属皮膜の成膜途中の図4Cに示す基板の表面および裏面の近傍の部分的拡大図である。

【図4E】図4Dに相当する変形例に係る金属皮膜の成膜途中の基板の側面の近傍の部分的拡大図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0015】

以下に、図1A～図4Eを参照して、本発明のいくつかの実施形態を説明する。

## 1. 成膜装置1Aについて

50

図1Aは、本発明の第1実施形態に係る金属皮膜の成膜装置1Aの模式的断面図である。本実施形態に係る成膜装置1Aは、金属イオンを還元することで金属を析出させて、析出した金属からなる金属皮膜を基板Bの表面に成膜する装置である。

【0016】

基板Bは、成膜される表面が陰極（すなわち導電性を有した表面）として機能するものである。特に限定されるものではない。本実施形態では、基板Bは、アルミニウム、鉄等の金属板である。この他にも、基板Bは、エポキシ樹脂などの高分子樹脂またはセラミックス等の表面の全面または一部に、銅、ニッケル、銀、または鉄などの金属層が被覆された基板であってもよく、この金属層が陰極として機能する。

【0017】

成膜装置1Aは、金属製の陽極11と、陽極11と基板B（陰極）との間に配置される固体電解質膜13と、陽極11と基板Bとの間に電圧を印加する電源部16と、基板Bを載置する載置台40と、を備えている。

【0018】

陽極11は、基板Bが成膜される領域を覆う大きさを有していれば、ブロック状または平板状であってもよく、多孔質体またはメッシュ（網目状部材）からなってもよい。陽極11の材料としては、成膜すべき金属皮膜と同じ材質であり、後述する金属イオンを含む金属溶液Lに対して可溶性の陽極であることが好ましい。これにより、金属皮膜の成膜速度を高めることができる。例えば、金属皮膜が銅皮膜である場合には、陽極11の材料に無酸素銅板を用いることが好ましい。なお、成膜前の金属溶液Lには金属イオンが含まれているので、陽極11は、金属溶液Lに対して不溶性の陽極であってもよい。

【0019】

固体電解質膜13は、金属溶液Lに接触させることにより、金属イオンを内部に含浸（含有）することができ、電圧を印加したときに基板Bの表面に金属イオンが還元され、金属イオン由来の金属が析出することができるのであれば、特に限定されるものではない。本実施形態では、固体電解質膜13は可撓性を有しており、成膜時の押圧により基板Bの表面Baに倣う膜厚および硬さを有する。

【0020】

固体電解質膜13の膜厚は、100～200μmであることが好ましい。固体電解質膜の材質としては、たとえばデュポン社製のナフィオン（登録商標）などのフッ素系樹脂、炭化水素系樹脂、ポリアミック酸樹脂、旭硝子社製のセレミオン（CMV、CMD、CMFシリーズ）などの陽イオン交換機能を有した樹脂を挙げることができる。

【0021】

金属溶液Lは、上述したように成膜すべき金属皮膜の金属をイオンの状態で含有している液（電解液）である。このような金属に、例えば、ニッケル、亜鉛、銅、クロム、錫、銀、または鉛からなる群より選択される少なくとも1種または2種以上を用いることができる。金属溶液Lは、これらの金属を、硝酸、リン酸、コハク酸、硫酸ニッケル、またはピロリン酸などの酸で溶解（イオン化）した水溶液である。

【0022】

本実施形態では、成膜装置1Aは、ハウジング20をさらに備えている。ハウジング20は、陽極11と固体電解質膜13との間に、金属溶液Lが配置され、かつ、成膜時に金属溶液Lを介して、基板Bの表面Baに金属溶液Lが配置されるように、金属溶液Lを收容する第1收容室21が形成されている。

【0023】

第1收容室21には、固体電解質膜13と対向する位置に陽極11が配置されており、第1收容室21に收容された金属溶液Lは、固体電解質膜13と陽極11に接触する。第1收容室21には、金属皮膜が成膜される側の基板Bの表面Baの大きさよりも大きい第1開口部22が形成されている。第1收容室21内において、陽極11と固体電解質膜13の間に金属溶液Lを收容した状態で、第1開口部22は、固体電解質膜13で覆われており、金属溶液Lは、第1收容室21内に流動可能な状態で封止される。

## 【0024】

このようにして、本実施形態では、成膜時に、固体電解質膜13を介して基板Bの表面Baに金属溶液Lを配置し、その液圧により固体電解質膜13を基板Bの表面Baに做わせることができる。ハウジング20の材質としては、アルミニウム、ステンレスなどの金属材料等を挙げることができ、押圧部30Aにより過度に変形しないもの(剛体)とすることができるれば、その材料は特に限定されるものではない。

## 【0025】

本実施形態では、成膜装置1Aには、基板Bを載置する金属製の載置台40が設けられている。載置台40の材質としては、アルミニウムまたはステンレス等の金属材料からなる。しかしながら、押圧部30Aにより過度に変形しないもの(剛体)とすることができるれば、その材料は特に限定されるものではない。

10

## 【0026】

載置台40には、金属皮膜が形成される表面Baと反対側に位置する基板Bの裏面Bbに、薄膜43を介して流体45が配置されるように、流体45を収容する第2収容室41が形成されている。具体的には、第2収容室41には、基板Bの裏面Bbの大きさよりも大きい第2開口部42が形成されており、第2開口部42に薄膜43(フィルム)を覆うことにより、流体45は、第2収容室41内において流動可能な状態で封止されている。

## 【0027】

ここで、流体45は、流動性を有した物質であり、例えば、気体、液体、またはゲルなどを挙げる事ができ、薄膜43を介して基板Bに接触したときに、基板Bに対してクッション性を有するものであれば特に限定されるものではない。たとえば、気体としては、大気または窒素ガスなどの不活性ガス等を挙げる事ができる。液体としては、水または油などを挙げる事ができる。ゲルとしては、ポリスチレンなどの高分子ゲルなどを挙げる事ができる。

20

## 【0028】

本実施形態では、薄膜43の材料としては、樹脂、金属、またはこれらを層状に積層したものを挙げる事ができ、薄膜43は、可撓性を有している。本実施形態では、薄膜43は、成膜時の押圧により基板Bの裏面Bbに倣い、押圧によりその強度が確保されていれば、その材質および厚さは限定されるものではない。薄膜43の膜厚は、0.1~10 $\mu$ mの範囲にあることが好ましい。

30

## 【0029】

基板Bには、電源部16の負極が接続されており、陽極11には、電源部16の正極が接続されている。なお、基板Bの表面Baの一部に、陰極として金属層が形成されている場合には、この金属層は、例えば導体治具(図示せず)を介して、電源部16の負極に導通される。

## 【0030】

本実施形態では、成膜装置1Aは、ハウジング20の上部に押圧部30Aをさらに備えている。本実施形態では、ハウジング20は、固体電解質膜13と薄膜43との間に基板Bを挟み込むことが可能なように、押圧部30Aにより移動自在(昇降自在)となっている。本実施形態では、押圧部30Aは、(1)ハウジング20を載置台40に対して移動(昇降)させ、固体電解質膜13と薄膜43との間に基板Bを挟み込む機能と、(2)固体電解質膜13と薄膜43との間に挟み込んだ状態の基板Bに、固体電解質膜13および薄膜43を押圧する機能と、を有する。

40

## 【0031】

なお、本実施形態では、押圧部30Aにより、固定された載置台40に対してハウジング20を移動自在としたが、例えば、載置台40に押圧部を設けることにより、ハウジング20を固定して、載置台40をハウジング20に対して移動自在としてもよい。

## 【0032】

押圧部30Aは、上述した(1)および(2)に示す機能を有するものであれば特に限定されるものではなく、例えば、油圧式または空気式のシリンダを挙げる事ができる。

50

また押圧部 30A は、リニアガイド付きのモータなどであってもよい。このようにして、押圧部 30A を用いて、固体電解質膜 13 と薄膜 43 との間に基板 B を挟み、固体電解質膜 13 および薄膜 43 で基板 B を押圧しながら金属皮膜を成膜することができる。

【0033】

2. 成膜装置 1A を用いた成膜方法について

以下に本実施形態に係る成膜装置 1A を用いた成膜方法を説明する。図 1B は、図 1A に示す成膜装置 1A を用いた基板 B の表面 Ba への金属皮膜 F の成膜を説明するための図である。

【0034】

まず、図 1A に示すように、金属皮膜が成膜される表面 Ba が固体電解質膜 13 に対向するように、載置台 40 に基板 B を配置する。具体的には、基板 B の裏面 Bb の全体が、薄膜 43 を介して、載置台 40 の第 2 収容室 41 に収容された流体 45 に配置されるように、基板 B を載置台 40 の薄膜 43 の上に載置する。

10

【0035】

上述したように、陽極 11 と固体電解質膜 13 との間に、金属溶液 L が配置されるように、金属溶液 L は、ハウジング 20 の第 1 収容室 21 内に、固体電解質膜 13 で封止されている。さらに、基板 B の裏面 Bb に、薄膜 43 を介して流体 45 が配置されるように、流体 45 は、載置台 40 の第 2 収容室 41 内に、薄膜 43 で封止されている。このようなハウジング 20 および載置台 40 を用いて、基板 B の表面 Ba に金属皮膜を成膜する。

【0036】

具体的には、図 1B に示すように、基板 B を載置台 40 に載置した状態で、載置台 40 とハウジング 20 とを相対的に移動させて、固体電解質膜 13 と薄膜 43 との間に基板 B を挟み込む。具体的には、押圧部 30A により、ハウジング 20 を載置台 40 に向かって下降させ、固体電解質膜 13 を介して金属溶液 L を基板 B の表面 Ba に配置する。より具体的には、第 1 収容室 21 に形成された第 1 開口部 22 に位置する固体電解質膜 13 の部分を基板 B の表面 Ba に接触させる。

20

【0037】

さらに、押圧部 30A により、固体電解質膜 13 側から基板 B を加圧することにより、固体電解質膜 13 と薄膜 43 との間に挟み込んだ状態の基板 B に、固体電解質膜 13 および薄膜 43 を押圧する。これにより、固体電解質膜 13 および薄膜 43 を、基板 B の表面 Ba および裏面 Bb に倣わせることができる。ここで、第 1 収容室 21 に、金属溶液 L の圧力を測定する圧力計（図示せず）を設ければ、測定した圧力を確認しながら、所定の圧力で基板 B を押圧することができる。

30

【0038】

この状態で、電源部 16 により、陽極 11 と基板 B との間に電圧を印加し、固体電解質膜 13 に含有した金属イオンを還元し、基板 B の表面 Ba に金属イオン由来の金属を析出させる。これにより、基板 B の表面 Ba に金属皮膜 F が成膜される。

【0039】

このように、金属皮膜 F を成膜する際、固体電解質膜 13 および薄膜 43 は基板 B の表面 Ba および裏面 Bb に倣い、基板 B の表面 Ba は、固体電解質膜 13 を介して金属溶液 L で均一に加圧され、基板 B の裏面 Bb は、薄膜 43 を介して流体 45 で均一に加圧される。これにより、基板 B に固体電解質膜 13 および薄膜 43 は、基板 B の表面 Ba および裏面 Bb に対して隙間を形成することなく、これらを均一に押圧することができる。この状態で、陽極 11 と基板 B との間に電圧を印加することにより、固体電解質膜 13 に含有した金属イオンが還元され、金属イオン由来の金属が基板 B の表面 Ba に析出し、基板 B の表面 Ba に均一な膜厚の金属皮膜 F を成膜することができる。

40

【0040】

〔第 2 実施形態〕

図 2A は、本発明の第 2 実施形態に係る金属皮膜の成膜装置 1B の模式的断面図である。第 2 実施形態に係る成膜装置 1B が、第 1 実施形態のものと相違する点は、押圧部の構

50

成である。したがって、第2実施形態において、第1実施形態の成膜装置1Aの構成と同じ構成は、同じ符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0041】

本実施形態では、第1実施形態に示す、押圧部30Aの代わりに、ハウジング20を昇降させる昇降装置31が取り付けられている。昇降装置31は、ハウジング20に接続されたガイド31aと、ガイド31aに係合し、回転することによりガイド31aを直線移動させるローラ31bと、を備えている。本実施形態では、この昇降装置31を用いて、固体電解質膜13を基板Bの表面Baに押圧しない。

【0042】

本実施形態では、ハウジング20には、第1収容室21に金属溶液Lを供給する供給通路26と、第1収容室21から金属溶液Lを排出する排出通路27とが形成されている。供給通路26には、第1収容室21内の金属溶液Lを加圧する、押圧部に相当するポンプ30Bが接続されており、排出通路27には、第1収容室21内の金属溶液Lの圧力を調整する圧力調整弁33が接続されている。

【0043】

本実施形態では、ポンプ30Bを駆動させることにより、供給通路26を介して第1収容室21内に金属溶液Lを圧送し、圧力調整弁33で設定された圧力まで、第1収容室21内の金属溶液Lの圧力を増加させることができる。第1収容室21内の金属溶液Lは、設定された圧力を超えないように、圧力調整弁33から排出され、排出された金属溶液Lは、ポンプ30Bに供給され、金属溶液Lは成膜装置1B内を循環する。

【0044】

以下に、本実施形態に係る成膜装置1Bを用いた成膜方法を説明する。図2Bは、図2Aに示す成膜装置1Bを用いた基板Bの表面Baへの金属皮膜Fの成膜を説明するための図である。まず、第1実施形態と同様に、基板Bを載置台40に載置する。次に、昇降装置31を用いて、載置台40に対してハウジング20を降下(移動)させ、固体電解質膜13と薄膜43との間に基板Bを挟み込む。この状態で、ローラ31bの回転を停止することで、ガイド31aの位置を固定し、載置台40に対するハウジング20の位置を固定する。

【0045】

次に、この固定した状態で、ポンプ30Bを駆動する。これにより、第1収容室21内の金属溶液Lの圧力が増加し、基板Bの表面Baに固体電解質膜13を押圧する押圧力が発生する。これに伴い、基板Bの裏面Bb側では、この押圧力による反力が、基板Bの裏面Bbに薄膜43を押圧する押圧力として作用する。このようにして、固体電解質膜13および薄膜43を基板Bに押圧することで、固体電解質膜13および薄膜43を、基板Bの表面Baおよび裏面Bbに倣わせて、金属皮膜Fの成膜を行うことができる。本実施形態では、第1収容室21内の金属溶液Lの液圧により、固体電解質膜13および薄膜43の押圧を調整するので、基板Bの表面Baおよび裏面Bbを所望の圧力で簡単に押圧することができる。

【0046】

また、本実施形態では、第1収容室21内の金属溶液Lを加圧するポンプ30Bを設け、ポンプ30Bで固体電解質膜13および薄膜43の押圧を、第1収容室21内の金属溶液Lの圧力を増圧させることにより行った。この他にも、例えば、第2収容室41内の流体45を加圧するポンプを設け、このポンプで固体電解質膜13および薄膜43の押圧を、第2収容室41内の流体45の圧力を増圧することにより行ってもよい。さらに、第1収容室21および第2収容室41の双方に、上述したポンプを接続し、金属溶液Lまたは流体45の圧力を増加させてもよい。

【0047】

〔第3実施形態〕

図3Aは、本発明の第3実施形態に係る金属皮膜の成膜装置1Cの模式的断面図である。第3実施形態に係る成膜装置1Cが、第2実施形態のものと相違する点は、昇降装置3

10

20

30

40

50



1の代わりに拘束部50を新たに設けた点である。したがって、第3実施形態において、第2実施形態の成膜装置1Bの構成と同じ構成は、同じ符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0048】

本実施形態では、固体電解質膜13と薄膜43との間に基板Bを挟み込んだ状態で、ハウジング20と載置台40との相対的な変位を拘束する拘束部50をさらに備えている。具体的には、拘束部50は、ハウジング20および載置台40の側面に取付けられた雌ネジ部51A, 51Bと、これらの雌ネジ部51A, 51Bに螺着する雄ネジ部52と、で構成されている。拘束部50は、雌ネジ部51A, 51Bに、雄ネジ部52を締結することにより、ハウジング20と載置台40との相対的な変位を拘束することができる。

10

【0049】

以下に、本実施形態に係る成膜装置1Cを用いた成膜方法を説明する。図3Bは、図3Aに示す成膜装置1Cを用いた基板Bの表面Baへの金属皮膜Fの成膜を説明するための図である。まず、第2実施形態と同様に、基板Bを載置台40に載置する。次に、載置台40に向かってハウジング20を移動(下降)させ、固体電解質膜13と薄膜43との間に基板Bを挟み込む。

【0050】

固体電解質膜13と薄膜43との間に基板Bを挟み込んだ状態で、雌ネジ部51A, 51Bに、雄ネジ部52を締結することにより、拘束部50でハウジング20と載置台40との相対的な変位を拘束し、この状態でポンプ30Bを駆動する。

20

【0051】

これにより、第1収容室21内の金属溶液Lの圧力が増加し、基板Bの表面Baに固体電解質膜13を押圧する押圧力が発生する。これに伴い、基板Bの裏面Bb側では、この押圧力による反力が、基板Bの裏面Bbに薄膜43を押圧する押圧力として作用する。ハウジング20と載置台40との相対的な変位を拘束部50で拘束しているため、反力により、ハウジング20が押し戻されることなく、金属溶液Lの液圧により、固体電解質膜13および薄膜43を基板Bにより均一に押圧することができる。これにより、固体電解質膜13および薄膜43を、基板Bの表面Baおよび裏面Bbにより均一に做わせて、金属皮膜Fの成膜を行うことができる。

【0052】

また、本実施形態では、第1および第2実施形態とは異なり、シリンダからなる押圧部30Aおよび昇降装置31を用いずに、金属皮膜を成膜することができるので、成膜装置1Cのコンパクト化を図ることができる。

30

【0053】

〔第4実施形態〕

図4Aは、本発明の第4実施形態に係る金属皮膜の成膜装置1Dの模式的断面図である。図4Bは、第3実施形態において成膜される基板Cの模式的断面図である。第4実施形態では、成膜される基板が、第3実施形態のものとは異なり、薄膜の素材が異なる。したがって、第4実施形態において、第3実施形態の成膜装置1Cの構成と同じ構成は、同じ符号を付して、その詳細な説明を省略する。

40

【0054】

図4Bに示すように、本実施形態に係る基板Cは、絶縁材料と導体材料が積層されたビルドアップ基板であり、基板Cの絶縁樹脂からなる表面Caには、金属皮膜が成膜される複数の第1導体部c1が、互いに離間して形成されている。さらに、基板Cの絶縁樹脂からなる裏面Cbには、各第1導体部c1と基板Cの内部導体ciにより導通した第2導体部c2が形成されている。具体的には、基板Cの表面Caおよび裏面Cbには凹部cfが形成されており、凹部cfの底面に第1導体部c1および第2導体部c2が形成されている。

【0055】

さらに、本実施形態に係る成膜装置1Dでは、薄膜43がアルミニウムなどの金属製の

50

薄膜である。薄膜43は、金属製の載置台40を介して、電源部16の負極に接続されている。なお、本実施形態では、薄膜43が金属製の薄膜であるので、流体45は、導電性を有した液体またはゲルであることが好ましい。これにより、成膜時に、電源部16からの電流を、流体45を介して薄膜43により均一に流すことができる。

**【0056】**

以下に、本実施形態に係る成膜装置1Dを用いた成膜方法を説明する。図4Cは、図4Aに示す成膜装置1Dを用いた基板Cの表面Caへの金属皮膜の成膜を説明するための図であり、図4Dは、金属皮膜の成膜途中の図4Cに示す基板Cの表面Caおよび裏面Cbの近傍の部分的拡大図である。

**【0057】**

まず、第3実施形態と同様に、基板Cを載置台40に載置する。次に、載置台40に対してハウジング20を移動させ、固体電解質膜13と薄膜43との間に基板Bを挟み込む。

**【0058】**

固体電解質膜13と薄膜43との間に基板Bを挟み込んだ状態で、拘束部50により、ハウジング20と載置台40との相対的な変位を拘束する。この状態で、ポンプ30Bを駆動する。これにより、第1収容室21内の金属溶液Lの圧力が増加し、基板Bの表面Baに固体電解質膜13を押圧する押圧力が発生する。これに伴い、基板Bの裏面Bb側では、この押圧力による反力が、基板Bの裏面Bbに薄膜43を押圧する押圧力として作用する。

**【0059】**

このようにして、図4Dに示すように、固体電解質膜13は、凹部cfが形成された表面Caに倣い、第1導体部c1に接触する。一方、薄膜43は、凹部cfが形成された裏面Cbに倣い、第2導体部c2に接触する。薄膜43は、金属製の薄膜であり、薄膜43に接触した第2導体部c2は、内部導体ciを介して第1導体部c1に導通している。

**【0060】**

ここで、基板Cの第1導体部c1は、基板Cの表面Caに離間して複数配置されているとともに、各第1導体部c1は、表面Caに形成された凹部cfの底面に位置する。このため、導体治具などを用いて、各第1導体部c1に直接的に電源部16の負極を接続することは難しい。しかしながら、本実施形態によれば、導体治具を用いずに、薄膜43を、凹部cfが形成された裏面Cbに倣わせて、電源部16の負極を、基板Cの裏面Cb側から複数の第1導体部c1に簡単に導通することができる。このため、基板Cの第1導体部c1に、簡単に金属皮膜を成膜することができる。特に、本実施形態の如く、基板Cの裏面Cbに形成された凹部cfの底面に、第2導体部c2が形成されていても、薄膜43を裏面Cbに倣わせて、第2導体部c2に薄膜43を簡単に接触させることができる。

**【0061】**

本実施形態では、薄膜43は、金属薄膜であったが、例えば、基板Cが載置される面が導電性を有した薄膜であれば、薄膜43を第1導体部c1に接触させて、薄膜43を介して、電源部16の負極を第1導体部c1に導通させることができる。したがって、薄膜43は、基板Cが載置される面が導電性を有した薄膜であれば、樹脂層と金属層が積層された薄膜であってもよく、例えば樹脂に導電性を有したフィラを含有させた薄膜であってもよい。

**【0062】**

さらに、本実施形態では、基板Cは、内部導体ciを介して第1導体部c1に導通する第2導体部c2は、基板Bの裏面Bbに形成されていたが、例えば、図4Eに示すように、内部導体ciを介して第1導体部c1に導通する第2導体部c2が、基板Bの側面Cdに形成されていてもよい。この場合であっても、押圧の際に、薄膜43を基板Cの裏面Cbと、その側面Cdの一部に倣わせて、第2導体部c2に薄膜43を接触させれば、電源部16の負極を、基板Cの側面側から複数の第1導体部c1に簡単に導通することができる。

10

20

30

40

50

## 【実施例】

## 【0063】

本発明を以下の実施例により説明する。

## [実施例1]

上述した図4Aに示す成膜装置1Dを用いて金属皮膜を成膜した。まず、基板として、ガラス繊維にエポキシ樹脂を含浸させたガラスエポキシ基板を準備した。ガラスエポキシ基板の寸法は、40mm×50mm×0.8mmである。この基板の表面には、厚さ20μmのレジストが形成されており、レジストから露出した表面には、直径0.6mmの銅ランド(第1導体部)が16個形成されている。具体的には、銅ランドは、レジストにより形成された基板の表面の凹部の底面に形成されている。さらに、図4Bに示すように、基板のガラスエポキシ樹脂からなる裏面には、複数の凹部が形成されており、凹部の底面には、各銅ランドに導通する第2導体部が形成されている。

10

## 【0064】

次に、金属溶液として、1.0mol/Lの硫酸銅水溶液を準備し、これを第1収容室に収容した。陽極に、無酸素銅からなるメッシュを用い、固体電解質膜に、膜厚50μmのフッ素樹脂系固体電解質膜(デュボン社製:ナフィオンN117)を用いた。載置台の第2収容室に収容される流体に、ポリスチレンゲル(弾性率:約5MPa)を用い、薄膜にはアルミ薄膜を用いた。

## 【0065】

固体電解質膜と薄膜で基板を挟み込んだ状態で、ポンプを駆動することにより、第1収容室内の圧力を1.0MPaにした。これにより、固体電解質膜を基板の表面に1.0MPaで押圧しながら、電流密度50mA/cm<sup>2</sup>となるように陽極と載置台との間に電圧を40分間印加し、基板の銅ランドの表面に銅皮膜を成膜した。

20

## 【0066】

## [比較例1]

実施例1と同じようにして、基板に対して銅皮膜を成膜した。実施例1と相違する点は、図1Aに示す成膜装置1Aを用いて、第1収容室内の陽極を固体電解質膜に接触させ、固体電解質膜を介して、陽極で基板を押圧(加圧)した点と、成膜装置の載置台の第2収容室にチタン板を配置し、薄膜を設けなかった点である。

## 【0067】

## [比較例2]

実施例1と同じようにして、基板に対して銅皮膜を成膜した。実施例1と相違する点は、図1Aに示す成膜装置1Aを用いて、第1収容室内の陽極を固体電解質膜に接触させ、固体電解質膜を介して、陽極で基板を押圧(加圧)した点である。

30

## 【0068】

## [比較例3]

実施例1と同じようにして、基板に対して銅皮膜を成膜した。実施例1と相違する点は、成膜装置の載置台の第2収容室にチタン板を配置し、薄膜を設けなかった点である。

## 【0069】

## [比較例4]

実施例1と同じようにして、基板に対して銅皮膜を成膜した。実施例1と相違する点は、成膜装置の載置台の第2収容室に導電性のシリコンゴムを配置し、薄膜を設けなかった点である。

40

## 【0070】

## [参考例1, 2]

実施例1と同じようにして、基板に対して銅皮膜を成膜した。実施例1と相違する点は、圧力調整弁の設定圧力を調整することにより、成膜時に、金属溶液の液圧を、それぞれ0.1MPa, 0.5MPaにした点である。

## 【0071】

以下に、実施例1、比較例1~4、および参考例1, 2の成膜条件と、銅皮膜が成膜さ

50

れた銅ランドの個数とを表 1 に示す。

【 0 0 7 2 】

【表 1】

	加圧方式	加圧力 (MP a)	第 2 収容室	個数 (個)
実施例 1	液圧	1. 0	ゲル+薄膜	1 6
比較例 1	陽極加圧	1. 0	チタン板	0
比較例 2	陽極加圧	1. 0	ゲル+薄膜	0
比較例 3	液圧	1. 0	チタン板	0
比較例 4	液圧	1. 0	ゴム	1 4
参考例 1	液圧	0. 1	ゲル+薄膜	8
参考例 2	液圧	0. 5	ゲル+薄膜	1 4

10

【 0 0 7 3 】

< 結果および考察 >

20

実施例 1 では、すべての銅ランドに銅皮膜が形成されていたが、比較例 1 ~ 3 では、銅ランドに銅皮膜は形成されておらず、比較例 4 および参考例 1、2 では、銅皮膜が形成されていない銅ランドが存在した。

【 0 0 7 4 】

実施例 1 では、成膜時に、第 1 収容室側で発生した液圧により、固体電解質膜が基板の表面に倣うことにより、固体電解質膜が基板のすべての第 1 導体部に接触していたと考えられる。これに加え、基板の裏面側では、第 1 収容室側の液圧の反力により、第 2 収容室内のゲルが変形（流動）し、薄膜が基板の裏面に倣うとともに、薄膜が基板のすべての第 2 導体部に接触していたと考えられる。これにより、実施例 1 では、すべての銅ランドに銅皮膜が成膜されたと考えられる。

30

【 0 0 7 5 】

一方、比較例 1 および 2 では、成膜時に、固体電解質膜は、これに接触している陽極からの圧力により基板の表面を押圧しているので、固体電解質膜は、基板の表面に倣わず、固体電解質膜が基板のすべての第 1 導体部に接触していなかったと考えられる。これにより、比較例 1 および 2 では、すべての銅ランドに銅皮膜が形成されなかったと考えられる。

【 0 0 7 6 】

さらに、比較例 3 では、基板の裏面側において、第 1 収容室側の液圧の反力により、チタン板は変形しないので、薄膜が基板の裏面に倣わず、薄膜が基板の第 2 導体部に接触していなかったと考えられる。これにより、比較例 3 では、すべての銅ランドに銅皮膜が形成されなかったと考えられる。

40

【 0 0 7 7 】

比較例 4 では、基板の裏面側において、第 1 収容室側の液圧の反力により、シリコンゴムは変形するが、シリコンゴムは流体でないため、ポリスチレンゲルに比べて変形しにくい。これにより、薄膜が基板の裏面に完全に倣わず、薄膜が基板の第 2 導体部の一部に接触していなかったと考えられる。これにより、比較例 4 では、一部の銅ランドに銅皮膜が形成されなかったと考えられる。

【 0 0 7 8 】

なお、参考例 1 および 2 では、金属溶液の液圧が低いいため、基板の裏面側では、第 1 収容室側の液圧の反力により、第 2 収容室内のゲルの流動が十分でなく、薄膜が基板の裏面

50

に完全に倣わず、薄膜が基板の第2導体部の一部に接触していなかったと考えられる。これにより、参考例1および2では、一部の銅ランドに銅皮膜が形成されなかったと考えられる。

【0079】

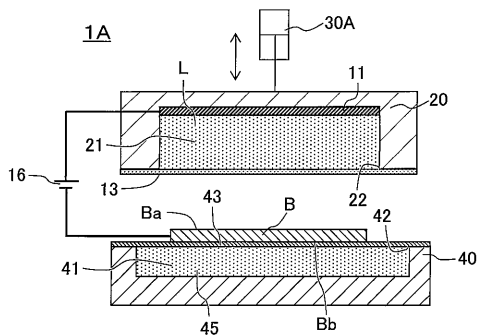
以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は、前記の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱しない範囲で、種々の設計変更を行うことができるものである。

【符号の説明】

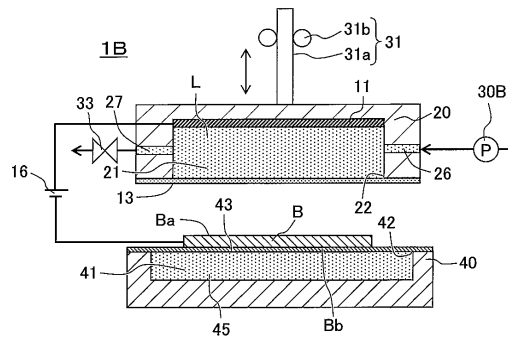
【0080】

1A~1D：成膜装置、11：陽極、13：固体電解質膜、16：電源部、20：ハウジング、21：第1収容室、30A：押圧部、30B：ポンプ（押圧部）、40：載置台、41：第2収容室、43：薄膜、45：流体、B、C：基板、L：金属溶液

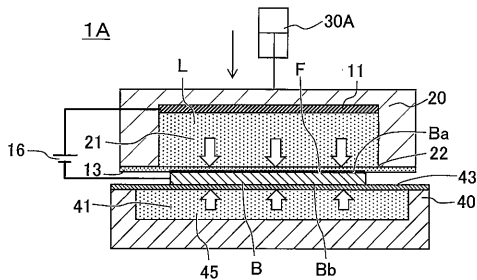
【図1A】



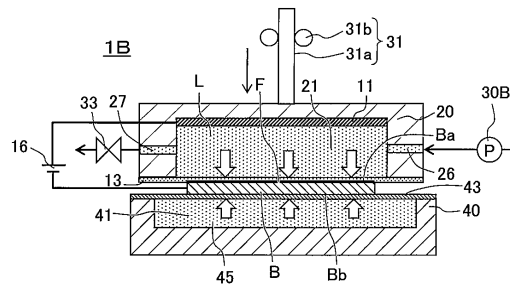
【図2A】



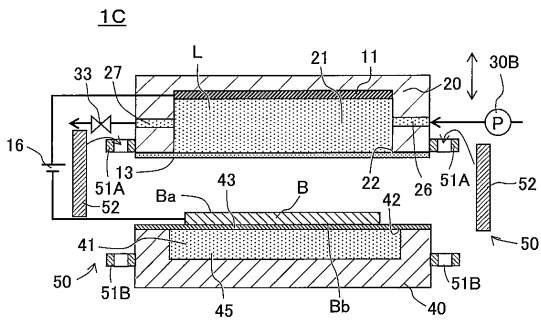
【図1B】



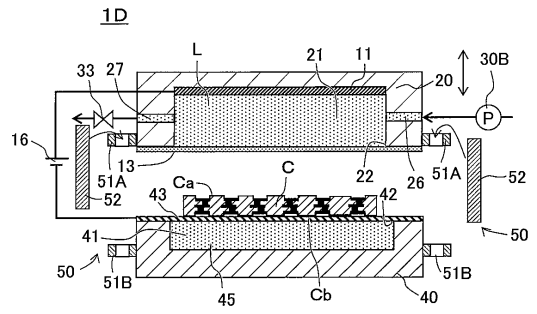
【図2B】



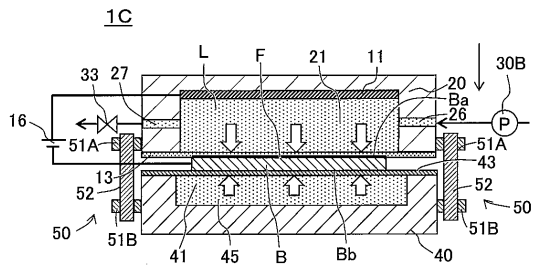
【図3A】



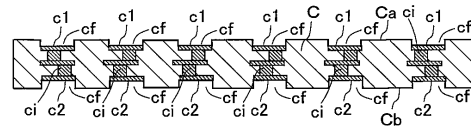
【図4A】



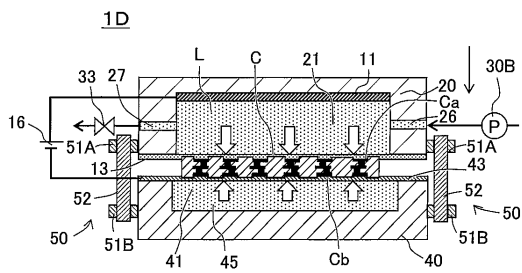
【図3B】



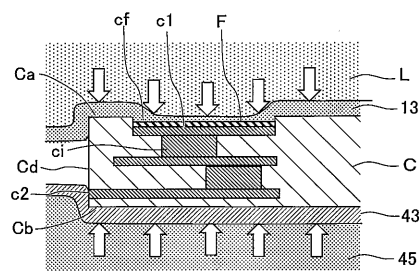
【図4B】



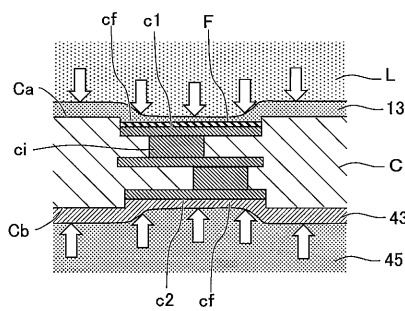
【図4C】



【図4E】



【図4D】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 5 K 3/24 (2006.01) H 0 5 K 3/24 A

(72)発明者 平岡 基記  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 飯坂 浩文  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 國方 康伸

(56)参考文献 特開2015-218366(JP,A)  
米国特許出願公開第2002/0151257(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C 2 5 D 5 / 0 0 - 9 / 1 2  
C 2 5 D 1 3 / 0 0 - 2 1 / 2 2