

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02014/103633

発行日 平成29年1月12日 (2017.1.12)

(43) 国際公開日 平成26年7月3日 (2014.7.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 6/66 (2006.01)	H05B 6/66 Z	3K086
H01L 21/428 (2006.01)	H01L 21/428	
H01L 21/265 (2006.01)	H01L 21/265 602C	

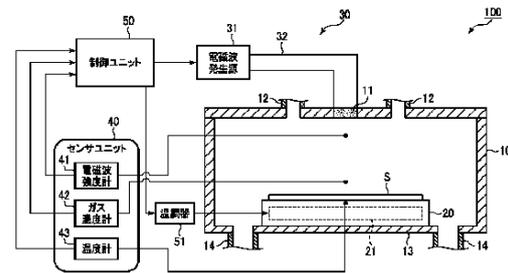
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 28 頁)

出願番号 特願2014-554272 (P2014-554272)	(71) 出願人 000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番1号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2013/082540	
(22) 国際出願日 平成25年12月4日 (2013.12.4)	
(31) 優先権主張番号 特願2012-282874 (P2012-282874)	(74) 代理人 100099944 弁理士 高山 宏志
(32) 優先日 平成24年12月26日 (2012.12.26)	
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(72) 発明者 清水 正裕 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロン株式会社内
	(72) 発明者 渡部 佳優 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロン株式会社内
	(72) 発明者 白神 健太郎 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロン株式会社内
	Fターム(参考) 3K086 AA08 CA20 CB01 CD11 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁波加熱装置および電磁波加熱方法

(57) 【要約】

加熱対象物に電磁波を照射して加熱する電磁波加熱装置(100)は、加熱対象を収容する容器(10)と、容器(10)内の加熱対象に電磁波を照射する発振周波数が可変の電磁波照射部(30)と、電磁波による加熱を制御する制御部(50)とを具備し、制御部(50)は、照射する電磁波の周波数を変化させた際の加熱対象物の複素比誘電率の変化を表す複素比誘電率特性を複素平面に描き、さらに、同じ複素平面に無反射曲線を描き、複素比誘電率特性と、無反射曲線との交点から導かれる値に基づいて、電磁波の周波数と加熱対象物の厚みを決定し、それらの値に基づいて電磁波加熱を行う。



- 31 Electromagnetic wave generation source
- 40 Sensor unit
- 41 Electromagnetic wave intensity meter
- 42 Gas density meter
- 43 Thermometer
- 50 Control unit
- 51 Temperature controller

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

加熱対象物に電磁波を照射して加熱する電磁波加熱装置であって、
加熱対象を収容する容器と、
前記容器内の加熱対象に電磁波を照射する発振周波数が可変の電磁波照射部と、
電磁波による加熱を制御する制御部と
を具備し、
前記制御部は、
照射する電磁波の周波数を変化させた際の前記加熱対象物の複素比誘電率の変化を表す
複素比誘電率特性を複素平面に描き、
さらに、同じ複素平面に無反射曲線を描き、
前記複素比誘電率特性と、前記無反射曲線との交点から導かれる値に基づいて、電磁波
の周波数と加熱対象物の厚みを決定し、それらの値に基づいて電磁波加熱を行う、電磁波
加熱装置。

10

【請求項 2】

前記制御部は、前記交点において前記無反射曲線から読み取った厚み / 波長比 (d / λ) に、加熱対象物の厚み d の値を入れて波長 λ を算出し、波長 λ から電磁波の周波数 f を求める、請求項 1 に記載の電磁波加熱装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記交点において前記複素比誘電率特性から周波数を求め、その周波数
と、前記交点において前記無反射曲線から導かれる厚み / 波長比 (d / λ) とに基づいて
加熱対象物の厚みを求める、請求項 1 に記載の電磁波加熱装置。

20

【請求項 4】

前記制御部は、照射する電磁波の周波数を変化させた際の前記加熱対象物の複素比誘電
率の変化を表す複素比誘電率特性を複素平面に描いたデータ、および、同じ複素平面に無
反射曲線を描いたデータをあらかじめ記憶している、請求項 2 に記載の電磁波加熱装置。

【請求項 5】

前記電磁波照射部から照射された電磁波の強度を測定する電磁波強度計をさらに具備し
、
前記制御部は、
求めた周波数の中心値を前記周波数 f に設定し、中心値である前記周波数 f から周波数
を変化させていき、前記電磁波強度計の反射強度が最低となる周波数になるように、前記
電磁波照射部の周波数を補正する、請求項 2 に記載の電磁波加熱装置。

30

【請求項 6】

加熱対象物の温度を測定する温度計をさらに具備し、
前記制御部は、
求めた周波数の中心値を前記周波数 f に設定し、中心値である前記周波数 f から周波数
を変化させていき、前記温度計による加熱対象物の温度の測定値が設定値と一致するよ
うに、前記電磁波照射部の周波数を補正する、請求項 2 に記載の電磁波加熱装置。

【請求項 7】

前記処理容器内の所定のガスのガス濃度を測定するガス濃度計をさらに具備し、
前記制御部は、
求めた周波数の中心値を前記周波数 f に設定し、中心値である前記周波数 f から周波数
を変化させていき、前記ガス濃度計による所定のガス濃度の測定値が設定値と一致するよ
うに、前記電磁波照射部の周波数を補正する、請求項 2 に記載の電磁波加熱装置。

40

【請求項 8】

前記電磁波照射部の発振周波数の可変範囲は、 $0.1 \text{ kHz} \sim 10 \text{ THz}$ の中の一部分
の帯域である、請求項 1 に記載の電磁波加熱装置。

【請求項 9】

前記電磁波加熱は、基板上に形成した塗布膜の乾燥または改質に用いられる、請求項 1

50

に記載の電磁波加熱装置。

【請求項 1 0】

前記電磁波加熱は、半導体基板を形成するための基板に不純物を導入した後の不純物活性化、または不純物活性化および再結晶化のためのアニールに用いられる、請求項 1 に記載の電磁波加熱装置。

【請求項 1 1】

加熱対象物に電磁波を照射して加熱する電磁波加熱方法であって、照射する電磁波の周波数を変化させた際の前記加熱対象物の複素比誘電率の変化を表す複素比誘電率特性を複素平面に描き、

さらに、同じ複素平面に無反射曲線を描き、

前記複素比誘電率特性と、前記無反射曲線との交点から導かれる値に基づいて、電磁波の周波数と加熱対象物の厚みを決定し、それらの値に基づいて電磁波加熱を行う、電磁波加熱方法。

【請求項 1 2】

前記交点において前記無反射曲線から読み取った厚み / 波長比 (d / λ) に、加熱対象物の厚み d の値を入れて波長 λ を算出し、波長 λ から電磁波の周波数 f を求める、請求項 1 1 に記載の電磁波加熱方法。

【請求項 1 3】

前記交点において前記複素比誘電率特性から周波数を求め、その周波数と、前記交点において前記無反射曲線から導かれる厚み / 波長比 (d / λ) とに基づいて加熱対象物の厚みを求める、請求項 1 1 に記載の電磁波加熱方法。

【請求項 1 4】

前記電磁波加熱は、基板上に形成した塗布膜の乾燥または改質に用いられる、請求項 1 1 に記載の電磁波加熱方法。

【請求項 1 5】

前記電磁波加熱は、半導体基板を形成するための基板に不純物を導入した後の不純物活性化、または不純物活性化および再結晶化のためのアニールに用いられる、請求項 1 1 に記載の電磁波加熱方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、電磁波を用いて物体を加熱する電磁波加熱装置および電磁波加熱方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

半導体デバイスやフラットパネルディスプレイの製造においては、素子パターンを形成する際には、従来から、基板上に素子材料膜を形成し、その上にフォトリソグラフィー法により所定のパターンを形成し、それをマスクとしてエッチングしている。

【0 0 0 3】

しかし、フォトリソグラフィー法を用いた素子パターン形成手法は、コストが極めて高いものとなることから、面積当たりのコストを低くして素子パターンを形成することが可能な塗布印刷を用いた膜形成を適用することが試みられている。

【0 0 0 4】

例えば、太陽電池や大型ディスプレイ等の大型デバイスにおいては、安価でフレキシブルなプラスチック基板の上に素子を形成することが検討されているが、このような技術では、特に、面積当たりのコストを低くする要求が高いことから、素子パターン形成に塗布印刷を用いることがより強く求められている。このようなプラスチック基板上に塗布印刷により配線や電極を形成する技術は、有機 T F T 等に試みられている。

【0 0 0 5】

一方、このような塗布印刷を用いて膜形成する技術は、プラスチック基板のみならず、

10

20

30

40

50

ガラス基板上に画素を形成する技術、例えば有機ELに試みられている。

【0006】

プラスチック基板上に素子の塗布印刷を行う場合、素子を構成する材料に溶媒等を添加した塗布インクを塗布して塗布膜を形成し、この塗布膜を加熱して溶媒等を除去するとともに改質して所望の特性を有する素子パターンを形成する。

【0007】

塗布膜の加熱方法としては抵抗加熱が一般的であるが、抵抗加熱の場合、溶媒等を効率良くしかも完全に除去するためにはプラスチック基板の耐熱温度を超える温度で加熱する必要があり、しかも長時間の加熱が必要となる。

【0008】

また、ガラス基板上に有機ELの画素を形成する場合には、真空乾燥技術を用いているが、乾燥後の画素形状が凹状となってしまう、有機EL発光特性の歩留まりが悪い。

【0009】

このため、プラスチック基板の場合には、基板をほとんど加熱することなく、また、有機ELに適用する場合には、画素形状を良好に保ったまま、塗布膜を選択的に加熱して溶媒等を除去することが可能な電磁波加熱が注目されている（例えば特許文献1）。

【0010】

一方、半導体デバイスの製造工程においては、半導体基板に不純物を注入した後に不純物活性化アニールを行って不純物拡散層を形成する工程がある。従来から、不純物の活性化処理または活性化および結晶化処理には、ハロゲンランプを用いたスパイクアニールにより1000以上の高温短時間の熱処理が行われているが、最近では、半導体素子のデザインルールの微細化にともない、極めて浅い拡散層（Ultra Shallow Junction; USJ）が求められており、不純物の熱拡散を抑制したより低温でのアニール技術が求められている。また、不純物の拡散を抑制する技術として、不純物ドーピング領域をアモルファス化し、その領域に不純物ドーピングを行った後、低温でのアニールを行うことにより再結晶化と不純物活性化を行う固相エピタキシー（Solid Phase Epitaxy: SPE）も検討されている。そして、このような低温でのアニールのための加熱手法として電磁波加熱が提案されている（例えば特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】国際公開第2012/115165号

【特許文献2】特表2009-516375号公報

【発明の概要】

【0012】

このように乾燥や改質のための新しい加熱方式として電磁波加熱が注目されているが、電磁波を必ずしも効率良く吸収させることができず、未だ所望の特性が得られるに至っていない。

【0013】

したがって、本発明の目的は、加熱対象物へ電磁波を効率良く吸収させることができる電磁波加熱装置および電磁加熱方法を提供することを課題とする。

【0014】

すなわち、本発明によれば、加熱対象物に電磁波を照射して加熱する電磁波加熱装置であって、加熱対象を収容する容器と、前記容器内の加熱対象に電磁波を照射する発振周波数が可変の電磁波照射部と、電磁波による加熱を制御する制御部とを具備し、前記制御部は、照射する電磁波の周波数を変化させた際の前記加熱対象物の複素比誘電率の変化を表す複素比誘電率特性を複素平面に描き、さらに、同じ複素平面に無反射曲線を描き、前記複素比誘電率特性と、前記無反射曲線との交点から導かれる値に基づいて、電磁波の周波数と加熱対象物の厚みを決定し、それらの値に基づいて電磁波加熱を行う、電磁波加熱装置が提供される。

10

20

30

40

50

【0015】

上記電磁加熱装置において、前記制御部は、前記交点において前記無反射曲線から読み取った厚み/波長比 (d/λ) に、加熱対象物の厚み d の値を入れて波長 λ を算出し、波長 λ から電磁波の周波数 f を求めるようにすることもできる。この場合に、前記制御部は、照射する電磁波の周波数を变化させた際の前記加熱対象物の複素比誘電率の変化を表す複素比誘電率特性を複素平面に描いたデータ、および、同じ複素平面に無反射曲線を描いたデータをあらかじめ記憶しているように構成することができる。

【0016】

さらに、上記電磁波加熱装置において、前記電磁波照射部から照射された電磁波の強度を測定する電磁波強度計をさらに具備し、前記制御部は、求めた周波数の中心値を前記周波数 f に設定し、中心値である前記周波数 f から周波数を变化させていき、前記電磁波強度計の反射強度が最低となる周波数になるように、前記電磁波照射部の周波数を補正するように構成することができる。

10

【0017】

加熱対象物の温度を測定する温度計をさらに具備し、前記制御部は、求めた周波数の中心値を前記周波数 f に設定し、中心値である前記周波数 f から周波数を变化させていき、前記温度計による加熱対象物の温度の測定値が設定値と一致するように、前記電磁波照射部の周波数を補正するように構成することもできる。

【0018】

前記処理容器内の所定のガスのガス濃度を測定するガス濃度計をさらに具備し、前記制御部は、求めた周波数の中心値を前記周波数 f に設定し、中心値である前記周波数 f から周波数を变化させていき、前記ガス濃度計による所定のガス濃度の測定値が設定値と一致するように、前記電磁波照射部の周波数を補正するように構成することもできる。

20

【0019】

また、上記電磁波加熱装置において、前記制御部は、前記交点において前記複素比誘電率特性から周波数を求め、その周波数と、前記交点において前記無反射曲線から導かれる厚み/波長比 (d/λ) とに基づいて加熱対象物の厚みを求めるようにすることができる。

【0020】

前記電磁波照射部の発振周波数の可変範囲は、 $0.1\text{ kHz} \sim 10\text{ THz}$ の中の一部分の帯域であることが好ましい。

30

【0021】

本発明の他の観点によれば、加熱対象物に電磁波を照射して加熱する電磁波加熱方法であって、照射する電磁波の周波数を变化させた際の前記加熱対象物の複素比誘電率の変化を表す複素比誘電率特性を複素平面に描き、さらに、同じ複素平面に無反射曲線を描き、前記複素比誘電率特性と、前記無反射曲線との交点から導かれる値に基づいて、電磁波の周波数と加熱対象物の厚みを決定し、それらの値に基づいて電磁波加熱を行う、電磁波加熱方法が提供される。

【0022】

上記電磁波加熱方法において、前記交点において前記無反射曲線から読み取った厚み/波長比 (d/λ) に、加熱対象物の厚み d の値を入れて波長 λ を算出し、波長 λ から電磁波の周波数 f を求めることもできる。

40

【0023】

また、前記交点において前記複素比誘電率特性から周波数を求め、その周波数と、前記交点において前記無反射曲線から導かれる厚み/波長比 (d/λ) とに基づいて加熱対象物の厚みを求めることができる。

【0024】

本発明において、前記電磁波加熱は、基板上に形成した塗布膜の乾燥または改質に用いることができる。また、半導体基板を形成するための基板に不純物を導入した後の不純物活性化、または不純物活性化および再結晶化のためのアニールに用いることができる。

50

【0025】

本発明によれば、照射する電磁波の周波数を変化させた際の加熱対象物の複素比誘電率の変化を表す複素比誘電率特性と無反射曲線を用いた電波吸収設計に基づいて電磁波を照射するので、外部空間から加熱対象物内部への電磁波侵入と、加熱対象物内部での電磁波吸収の両方が加味され、理論上、加熱対象物に電磁波エネルギーを全て吸収させることができ、加熱対象物へ電磁波を効率良く吸収させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1A】1層型の電波吸収体に電磁波を垂直入射する場合のモデルを示す図である。

【図1B】図1Aのモデルの等価回路を示す図である。

10

【図2】複素平面における無反射曲線を示す図である。

【図3】複素平面における、複素比誘電率特性を示す曲線と無反射曲線との交点を示す図である。

【図4A】銀ナノ粒子インク(AgNPI-R)の特性と無反射曲線を示す図である。

【図4B】図4Aの特性と無反射曲線の一部を拡大して示す図である。

【図5】空気およびプラスチック基板の特性と無反射曲線を示す図である。

【図6A】不純物をドーピングしたSi基板の特性と無反射曲線を示す図である。

【図6B】図6Aの特性と無反射曲線の一部を拡大して示す図である。

20

【図7】SiO₂等の絶縁物の特性と無反射曲線を示す図である。

【図8A】不純物をドーピングしたSi基板に電磁波を5min照射した後の断面のTEM写真を示す図である。

【図8B】不純物をドーピングしたSi基板に電磁波を30min照射した後の断面のTEM写真を示す図である。

【図9】不純物をドーピングしたSi基板に電磁波を5min照射した後および30min照射した後の深さ方向のB濃度の変化を示す図である。

【図10】本発明の一実施形態の電磁波加熱方法を実現することができる電磁波加熱装置の第1の例の概略構成を示す断面図である。

【図11】本発明の一実施形態の電磁波加熱方法を実現することができる電磁波加熱装置の第2の例の概略構成を示す断面図である。

30

【図12】本発明の一実施形態の電磁波加熱方法を実現することができる電磁波加熱装置の第3の例の概略構成を示す断面図である。

【図13】本発明の一実施形態の電磁波加熱方法を実現することができる電磁波加熱装置の第4の例の概略構成を示す断面図である。

【図14】本発明の一実施形態の電磁波加熱方法を実現することができる電磁波加熱装置の第5の例の概略構成を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

40

電磁波加熱は、下記の(1)式に示すように、伝導による損失(誘導損失)、誘電損失、磁性損失の和で表される。

$$P = 1/2 \times f |E|^2 + f_0 \epsilon''_r |E|^2 + f \mu_0 \mu''_r |H|^2 \quad (1)$$

ただし

P: 単位体積あたりのエネルギー損失 [W/m³]、E: 電場 [V/m]、H: 磁場 [A/m]、 ϵ' : 電気伝導度 [S/m]、f: 周波数 [s⁻¹]、 ϵ_0 : 真空の誘電率 [F/m]、 ϵ''_r : 複素誘電率の虚数部、 μ_0 : 真空の透磁率 [H/m]、 μ''_r : 複素透磁率の虚数部

である。

50

【0028】

電磁波加熱では、材料の種類に応じた、誘導損失、誘電損失、磁性損失の差異を利用することにより選択加熱が可能となる。そして、複素誘電率の虚数部がこのような吸収特性を示す。

【0029】

一方、加熱対象物へ電磁波を照射して加熱する場合には、外部から内部へ電磁波を吸収させる電波吸収設計が必要である。つまり、電磁波と加熱対象物の物性が伝搬方程式の無反射条件を満たすことにより、理論上、加熱対象物に電磁波エネルギーを全て吸収させることができる。

【0030】

そこで、本実施形態では、電波吸収設計を用いた電磁波加熱を行う。これにより加熱対象物の厚さに応じた最適な周波数の電磁波を選択することができ、加熱対象物が電磁波を効率良く吸収するとともに、選択的に加熱することができる。

【0031】

電波吸収設計においては、まず、照射する電磁波の周波数を変化させた場合の加熱対象物の複素比誘電率を複素平面、つまり縦軸を複素比誘電率虚数部に横軸を複素比誘電率実数部とする座標にプロットし、複素比誘電率特性（特性）を描く。これはCole-Cole-plotまたはNyquist-plotとも呼ばれ、電気化学インピーダンス法で用いる解析方法である。

【0032】

このような電気化学インピーダンス法を用いると、例えばプリント印刷に用いる銀ナノ粒子インクの複素比誘電率の複素平面プロットから、容量成分と抵抗成分を合わせた等価回路、2つの時定数、および負性抵抗等の特徴がわかる。

【0033】

次に複素平面に無反射曲線を描く。無反射曲線は反射係数 = 0 となる無反射条件式を解いて描く。無反射条件式はそのままでは解けないのでニュートン・ラプソンの方法で解く。

【0034】

電波吸収体の解析は、通常、伝送線理論により行われる。この理論では、入射波が平面波であり、吸収体は平坦で無限に大きい（波長と比べて10程度）遠方解という仮定の下に解析が行われる。

【0035】

今、図1Aに示す1層型の電波吸収体に電磁波を垂直入射する場合を考える。図1Aでは、厚さdの電波吸収体1の裏面側に金属板2を設け、電磁波（平面波）3を照射する。上記の仮定のもとに伝送線路に置き換えると、図1Bの等価回路のようになる。このとき、平面波の自由空間の波動インピーダンスを Z_0 とし、受端から距離dの位置にある点から受端側を見込んだ入力インピーダンスを Z_{in} とし、反射係数をSとすると、無反射条件の整合条件は以下の(2)式のようになる。

$$S = (Z_{in} - Z_0) / (Z_{in} + Z_0) = 0 \quad (2)$$

すなわち以下の(3)式が成り立つ。

$$Z_0 = Z_{in} \quad (3)$$

つまり、以下の(4)式が無反射曲線となる。

$$Z_{in} / Z_0 = 1 \quad (4)$$

ここで、 μ ：複素比透磁率、 ϵ ：複素比誘電率、d：厚み、 λ ：電磁波の波長とすると、以下の(5)式が成り立ち、この式と(4)式から(6)式が成り立つ。

$$Z_{in} = Z_0 \left(\frac{\mu}{\epsilon} \right) \times \tanh(j \times 2 \pi d / \lambda \sqrt{\mu \epsilon}) \quad (5)$$

$$1 = \left(\frac{\mu}{\epsilon} \right) \times \tanh(j \times 2 \pi d / \lambda \sqrt{\mu \epsilon}) \quad (6)$$

なお、電波吸収体のインピーダンス Z_c は $Z_c = Z_0 \sqrt{\mu \epsilon}$ である。

誘電体の場合には、 $\mu = 1$ 、 $\epsilon = \epsilon' - j\epsilon''$ であるから、(6)式は(7)式のように表すことができる。

10

20

30

40

50

$$1 = \left(\frac{1}{\epsilon} \right) \times \tanh \left(j \times 2 \frac{d}{\lambda} \times \epsilon \right) \quad (7)$$

【0036】

上記(7)式において、波長 λ で規格化した吸収体の厚み d/λ をパラメータとして複素比誘電率の実部 ϵ' と虚部 ϵ'' の解を求め、その値(理論値)を複素平面(ϵ' - ϵ'' 平面)上に描くことにより無反射曲線NRを得ることができる。無反射曲線NRの例を図2に示す。

【0037】

そして、図3に示すように、電磁波の照射周波数に対する上述した電波吸収体の複素比誘電率を実測し、その変化の様子を示す曲線(複素比誘電率特性/ ϵ' 特性/ ϵ'' 特性)が描かれている複素平面に、電波吸収体の無反射曲線NRを描き、 ϵ' 特性の曲線が無反射曲線と交差する点(交点;この例では点A)において電波吸収体を実現することができる。

10

【0038】

すなわち、交点において、 ϵ'' 特性の周波数の値と無反射曲線の d/λ の値とに基づいて電磁波を照射することにより、加熱対象物の厚さに応じて極めて効率のよい電磁波加熱が実現される。このような電波吸収設計を用いることにより、外部空間から加熱対象物内部への電磁波侵入と、加熱対象物内部での電磁波吸収の両方が加味され、理論上、加熱対象物に電磁波エネルギーを全て吸収させることができ、加熱対象物へ電磁波を効率良く吸収させることができる。

【0039】

具体的には、電磁波の周波数が決まっていれば加熱対象物の厚みを変化させることができる場合には、交点において ϵ'' 特性から周波数 f を求め、その周波数と、交点において無反射曲線から導かれる d/λ の値とから厚み d を求める。また、加熱対象物の厚みが決まっていれば電磁波の周波数を変化させることができる場合には、交点において無反射曲線から d/λ の値を読み取り、その読み取った d/λ に加熱対象物の厚さ d の実際の値を入れて波長 λ を算出し、この波長 λ から電磁波の実際の周波数 f を求める。このようにして、電磁波の周波数および加熱対象物の厚みを決定して電波吸収設計を満たす電磁波加熱を実現することができる。

20

【0040】

なお、以上の例は電波吸収体として誘電体を用いた例を示すが、導電体や半導体についても同様に、無反射条件式を解くことにより、無反射曲線を描くことができる。

30

【0041】

上記特許文献1には、加熱対象物である塗布膜の誘電分散を測定して、電磁波の周波数に対応した吸収性を把握し、複素比誘電率の虚部のピークに対応した周波数帯の電磁波を加熱対象物である塗布膜に照射することにより塗布膜を選択的に加熱することが記載されている。しかし、この手法では加熱対象物内部の電磁波吸収のみが考慮され、外部空間から加熱対象物内部に電磁波を吸収させる条件が含まれていないため、必ずしも効率の良い電磁波加熱を行うことができなかつた。これに対して、本実施形態では上述のように、電波吸収設計を用いることにより、外部空間から加熱対象物内部への電磁波侵入と、加熱対象物内部での電磁波吸収の両方を含むため、効率の良い電磁波加熱が可能となるのである。

40

【0042】

例えば、図示してはいないが、水の ϵ'' 特性と無反射曲線NRとは二つの交点を有し、周波数/厚みは、 $2.75 \text{ kHz} / 2.9 \text{ m}$ と $3.3 \text{ GHz} / 2.6 \text{ mm}$ の組み合わせとなる。このように、吸収周波数は電波吸収設計により決定され、吸収周波数に対応して最適な加熱対象物の厚みが求められる。この結果において、電子レンジの 2.45 GHz は、水分乾燥の周波数(3.3 GHz)に近い値となっている。

【0043】

<塗布印刷への応用>

次に、本実施形態の電磁波加熱方法を塗布印刷に適用した場合の例について説明する。

50

安価に素子パターンを形成することができる技術として、塗布印刷技術（プリンテッドエレクトロニクス）が検討されており、本例では、このような塗布印刷に本実施形態の電磁波加熱を用いる。

【0044】

太陽電池や大型ディスプレイ等の大型デバイスにおいては、安価でフレキシブルなプラスチック基板の上に配線・電極を形成して、有機TFT等の素子を形成する際に、プラスチック基板上に配線・電極となる膜成分を含む塗布組成物を塗布した塗布膜を形成した後、塗布膜を加熱対象として上述のように電磁波加熱を行う。塗布膜を構成するインク等の乾燥および焼成（改質）に電磁波加熱を用いることにより、金属ナノ粒子の凝集と分散剤等の除去が促進されるため、抵抗率の低減を速めることができる。このため、塗布膜の乾燥・焼成の速度を高くすることができる。

10

【0045】

また、有機ELの場合には、ガラス基板上に画素を形成するための成分を含む塗布組成物であるインク等を塗布して塗布膜を形成した後、塗布膜を加熱対象として上述のように電磁波加熱を行う。画素形成のための塗布膜を構成するインク等の乾燥において、温度差がない従来の真空乾燥を用いる場合には、マイクロスケールであるためインクの表面張力の影響が大きく濃度差マランゴニ対流が生じ、画素は凹形状となる。これに対して、電磁波加熱を用いる場合には、インク内部に温度差ができ、熱対流（ベルナル対流または温度差マランゴニ対流）が生じる。熱対流は、画素が凹形状となる原因の対流と反対方向の対流であり、それによって凹形状となることが抑制されるため、画素形状を平坦化することができ、均一性を向上させることができる。

20

【0046】

基板としては、用途に応じてプラスチック基板であってもガラス基板であってもよい。基板としてプラスチック基板を用いる場合には、安価なPET（ポリエチレンテレフタレート）やPEN（ポリエチレンナフタレート）、PC（ポリカーボネート）、PI（ポリイミド）等を好適に用いることができる。

【0047】

塗布組成物としては、膜成分として、膜が配線や電極等の導電体膜である場合には、例えば金属ナノ粒子を含むもの、膜が半導体膜である場合には、例えば有機半導体材料を含むもの、膜が誘電体膜である場合には、有機誘電体材料を含むもの、膜が有機ELの画素となる場合には、発光可能な有機材料等を含むものを用い、このような膜成分に、膜成分の材料および塗布方式に応じて、溶媒、ポリマー、分散剤、バインダー、各種添加剤等を適宜混合して粘度を調整し、塗布可能に調製されたものを用いることができる。典型的には塗布インクが用いられる。

30

【0048】

金属ナノ粒子は、1～数百nm程度の粒径を有する微細な金属粒子からなる。金属ナノ粒子を構成する金属としては、微細な金属配線に適用可能な金属が用いられ、Ag、Cu、Alのいずれか、およびこれらのいずれかを含む合金を典型例として挙げるることができる。この場合には、金属ナノ粒子を適宜の溶媒中に分散させることにより塗布組成物を得ることができる。

40

【0049】

有機半導体材料としては、ペンタセン、アントラセン、ルブレン等の多環芳香族炭化水素や、テトラシアノキノジメタン（TCNQ）等の低分子化合物、ポリアセチレン、ポリ-3-ヘキシルチオフェン（P3HT）、ポリパラフェニレンビニレン（PPV）、アルキルベンゾチエノベンゾチオフェン（Cu-BTBt）等のポリマーを挙げるすることができる。有機半導体材料を用いた塗布組成物としては、例えば、溶媒としてクロロホルム（CHCl₃）を用いたP3HT溶液を挙げるすることができる。

【0050】

有機誘電体材料としては、ポリビニルフェノール（PVP）やシアノエチルプルラン（CyEPL）等を挙げるることができる。有機誘電体材料を用いた塗布組成物としては、例

50

えばPVPの液体を挙げるができる。

【0051】

有機ELの発光材料としては、蛍光材料、燐光材料、および遅延蛍光材料を溶質とし、ハロゲン化有機化合物、芳香族炭化水素、エーテル、エステル、アルコール、ケトン、スルホキシド、アミド、または水等を溶媒とする材料などを用いることができる。

【0052】

塗布組成物を塗布するための塗布方式としては、微細パターンに対する追従性が良好なものを採用することが好ましく、例えばインクジェット印刷、スクリーン印刷、マイクロコンタクトプリント(MCP)等を好適に用いることができる。その他に、スピンコート法、パーコート法、反転印刷法を用いることもできる。

10

【0053】

塗布組成物を塗布したままの状態では、塗布膜には溶媒や分散剤等の成分が含まれており、金属ナノ粒子を用いた場合には金属ナノ粒子が十分凝集されずバルク金属の構造には近づけられないため、その電気伝導度は低い。また、有機半導体材料や有機誘電体材料を用いた場合には、塗布膜に溶媒や分散剤等の成分が含まれていることや、有機半導体材料や有機誘電体材料が所望の構造になっていない等の理由で初期の特性が得難い。このため、塗布組成物が塗布されて形成された塗布膜に対し、本実施形態に従って電磁波照射により電磁波加熱を行う。これにより、塗布膜の乾燥または改質、またはこれらの両方を行い、所期の導電性、半導体特性または誘電体特性を有する膜を形成する。電磁波は、少なくとも塗布パターンを構成する塗布膜に照射すればよいが、典型的には基板の全面に照射される。

20

【0054】

電磁波を照射すると、塗布組成物は電磁波を吸収して直接加熱され、例えば溶液状態の塗布膜内の物理化学作用を促進し、これにより溶媒の分解が進行し、または塗布組成物の改質が進行して所望の膜となる。このとき、基板がプラスチック基板の場合は、プラスチックは電磁波を透過するため、基板はほとんど加熱されない。また、塗布組成物が有機ELの画素の場合には、電磁波照射により平坦で均一な形状に乾燥させることができる。

【0055】

このように塗布印刷された塗布膜に対し、本実施形態に従って電波吸収設計を用いた電磁波加熱を行うことにより、効率的な加熱を行うことができる。

30

【0056】

次に、塗布組成物として銀ナノ粒子インクを用いた場合の実験例について説明する。

図4Aは銀ナノ粒子インク(AgNPI-R)における、照射する電磁波の周波数を100kHz~100GHzの間で変化させた際の複素比誘電率の変化を表す特性と、無反射曲線とを示すものであり、図4Bは図4Aの一部を拡大して示す図である。これらの図に示すように、特性(実測値)と無反射曲線(理論値)との交点が存在し、その交点を読むことにより、電磁波の周波数と加熱対象物の厚さを導くことができる。これに対し、図5に示すように、空気および基板を構成するプラスチック(PET、PC、アモルファスフッ素樹脂(Cytop(商品名)))は特性(実測値)と無反射曲線(理論値)との交点が存在せず、銀ナノ粒子インクの選択加熱が可能であることが把握された。

40

【0057】

図4A、4Bから読み取った数値に基づいて、AgNPI-Rについて電波吸収設計を行った結果、および同様にして他の銀ナノ粒子インク(AgNPI-J)について電波吸収設計を行った結果について以下の表1に示す。

【0058】

【表 1】

材料	複素比誘電率 (実測) から			無反射曲線 (理論) から				備考 (吸収量)
	ϵ'	ϵ''	f	ϵ'	ϵ''	d / λ	d [m]	
AgNPI-R	4.09	2.41	51GHz	4.28	2.46	0.127	7.5×10^{-4}	交点有り (99.9999%)
AgNPI-J	8.68	7.48	40GHz	7.95	3.46	0.091	6.8×10^{-4}	交点有り

10

【0059】

表 1 から、照射する電磁波の周波数が 40 ~ 51 GHz で厚み 680 ~ 750 μm が無反射条件の設計値となることがわかる。

【0060】

上記電波吸収設計を指針とし、周波数 28 GHz の電磁波で実験を行った。ここでは、銀ナノ粒子インク (AgNPI-R、-J)、銀ナノペースト (AgNPP) を用い、 SiO_2 、PC (ポリカーボネート)、PC/Cu (銅箔で裏打ちされたポリカーボネート) からなる基板上に配線を形成し、大気中で 5 分間照射した。その結果を表 2 に示す。

20

【0061】

【表 2】

No.	インク種類	インク液厚 d_0 [cm]*	基板種類	基板温度 T_{max} [°C]		シート抵抗値 [Ω/\square]	膜厚 d_1 [cm]	抵抗率 ρ [Ωcm]
1	AgNPI-R	7.50×10^{-2}	SiO_2	348	401	8.47×10^{-2}	1.00×10^{-4}	8.47×10^{-6}
2		1.00×10^{-2}		154	198	5.22×10^{-2}	1.00×10^{-4}	5.22×10^{-6}
3		8.00×10^{-4}		195	141	6.59×10^{-2}	1.00×10^{-4}	6.59×10^{-6}
4	AgNPI-J	7.50×10^{-2}	PC	64	211	3.94×10^{-3}	5.00×10^{-4}	1.97×10^{-6}
5		1.00×10^{-2}		123	113	3.44×10^{-3}	4.00×10^{-3}	1.38×10^{-5}
6		8.00×10^{-4}		95	107	5.44×10^{-3}	4.00×10^{-3}	2.18×10^{-5}
7	AgNPI-J	7.50×10^{-2}	PC/Cu	121	184	2.72×10^{-3}	2.50×10^{-3}	6.80×10^{-6}
8		1.00×10^{-2}		198	142	2.27×10^{-2}	1.00×10^{-3}	2.27×10^{-5}
9		8.00×10^{-4}		122	111	3.76×10^4	5.00×10^{-3}	1.88×10^2
10	AgNPP	1.50×10^{-2}	PC	122	92	7.89×10^{-3}	5.50×10^{-3}	4.34×10^{-5}
11		1.00×10^{-3}		126	176	3.45×10^{-2}	2.00×10^{-3}	6.90×10^{-5}
12		1.50×10^{-4}		141	93	6.21×10^{-2}	1.60×10^{-3}	9.94×10^{-5}

30

* 推測値

40

【0062】

表 2 に示すように、膜厚 $d_1 = 1 \mu\text{m}$ と、設計で予想した以上に薄い膜を乾燥・改質することができた。これは予想以上に加熱できたためと考えられる。また、表 2 に示すように、5 分間という短時間で (目標 30 分間以下)、目標である温度 180、抵抗率が

50

1×10^{-5} cmオーダー以下をクリアするものが複数得られた。また、銀バルクの抵抗率の4/3倍という極めて低い抵抗値を示したものも存在した (No. 4; 1.97×10^{-6} cm)。

【0063】

<不純物活性化アニールへの応用>

次に、本実施形態の電磁波加熱方法を不純物活性化アニールに適用した場合の例について説明する。

半導体装置の製造プロセスにおいては、半導体基板に不純物を注入した後に不純物活性化アニールを行って不純物拡散層を形成する工程がある。最近では、半導体素子のデザインルールの微細化にともない、極めて浅い拡散層 (Ultra Shallow Junction; USJ) のための不純物の熱拡散を抑制した低温でのアニール技術が求められている。また、不純物の拡散を抑制する技術として、不純物ドーピング領域をアモルファス化し、その領域に不純物ドーピングを行った後、低温でのアニールを行うことにより再結晶化と不純物活性化を行う固相エピタキシー (Solid Phase Epitaxy: SPE) も検討されている。

【0064】

このような低温でのアニールを行える加熱手法として電磁波加熱が提案されているが、従来は、電磁波を用いて効率良く加熱する手法が確立されておらず、いまだ実用化に至っていない。

【0065】

これに対し、本例では、半導体基板に不純物ドーピングを行った後、不純物活性化、または不純物活性化と再結晶化のために、本実施形態による電波吸収設計に基づいた電磁波加熱を行う。

【0066】

具体的には、電波吸収設計から得た厚さの基板 (Si基板) を準備し、これに不純物ドーピングを行った後、無反射条件を満たす周波数の電磁波を照射して不純物活性化、または不純物活性化と再結晶化のためのアニールを行い、所望の半導体特性を得られるように改質する。このとき、電磁波照射後に加熱対象物である基板が望ましい特性を示すように、基板の材質、温度、電磁波照射条件 (電力・時間) 等を最適化し、電磁波加熱を行う。

【0067】

不純物活性化、または不純物活性化と再結晶化の際に本実施形態に従って電波吸収設計を用いた電磁波加熱を行うことにより、電磁波を基板に効率良く吸収させることができ、所望の半導体特性を得ることができる。

【0068】

次に、加熱対象物である基板として不純物をドーピングしたSi基板を用いた場合の実験例について説明する。

図6Aは不純物をドーピングしたSi基板 (Si⁺) における、照射する電磁波の周波数を100kHz~100GHzの間で変化させた際の複素比誘電率の変化を表す

特性と、無反射曲線とを示すものであり、図6Bは図6Aの一部を拡大して示す図である。これらの図に示すように、特性 (実測値) と無反射曲線 (理論値) との交点が存在し、その交点を読むことにより、電磁波の周波数と加熱対象物の厚さを導くことができる。これに対し、図7に示すように、SiO₂ 他の絶縁性材料には交点が存在せず、他の材料が共存している場合でもSi基板を選択加熱できる可能性があることが確認された。

【0069】

図6A、6Bから読み取った数値に基づいて、不純物ドーピングしたSi基板 (Si⁺) について電波吸収設計を行った結果について以下の表3に示す。

【0070】

10

20

30

40

【表 3】

材料	複素比誘電率（実測）から			無反射曲線（理論）から				交点
	ϵ'	ϵ''	f	ϵ'	ϵ''	d / λ	d [m]	
Si ⁺	10.3	4.0	5.6GHz	13.2	4.52	0.07	3.8x10 ⁻³	?
	11.4	7.4	30GHz	''	''	0.07	7.0x10 ⁻⁴	交点有り
	11.3	5.6	40GHz	''	''	0.07	5.3x10 ⁻⁴	交点有り
	11.4	4.4	50GHz	''	''	0.07	4.2x10 ⁻⁴	交点有り
	11.2	2.1	100GHz	''	''	0.07	2.1x10 ⁻⁴	交点有り

10

【0071】

表 3 から、照射する電磁波の周波数が 30GHz で厚み 700 μm が無反射条件の設計値の一つとなることがわかる。

20

なお、本例の場合、特性および無反射曲線が、マクロ的に一本の線にはならず、これらの交点として複数の数値が読み取れるため、表 3 にはこれら複数の数値を記載している。

【0072】

上記電波吸収設計を指針とし、周波数 28GHz の電磁波で実験を行った。ここでは、表 4 に示すような No. 1 ~ 3 の仕様の TEG (Test Element Group) を用いて、表 4 に示す条件で電磁波を照射して不純物拡散、または不純物拡散・再結晶化を行い、シート抵抗を測定した。

【0073】

【表 4】

No.	Rs-TEG仕様	照射条件	ハンディ低抵抗率計		シート抵抗器 VR-120 Rs[Ω/□]	表面観察
			Rs[Ω/□]小型プローブ	Rs[Ω/□]大型プローブ		
1	Ge 30keV 5×10^{14} B 5keV 3×10^{15}	イニシャル	測定不可	測定不可	測定不可	
		28GHz 5min後	141	136	144	
		28GHz 30min後	180	139	148	
2	(As 50keV 1×10^{15})	イニシャル	測定不可	測定不可	測定不可	
		28GHz 5min後	157	150	211	面内で色むら有り
		28GHz 30min後	154	322	147	
3	(P 2keV 1×10^{15})	イニシャル	測定不可	測定不可	測定不可	
		28GHz 5min後	591	481	684	
		28GHz 30min後	346	503	682	

10

20

30

40

【0074】

シート抵抗は、電磁波照射前の無限大（測定不可）から照射後には144～684（
/）に変化し、全てのTEGにおいて活性化が確認された。

【0075】

表4のNo. 1のTEGについて、図8Aに5min照射後の断面の透過型顕微鏡（T

50

EM) 写真を示し、図8Bに30min照射後の断面のTEM写真を示す。本実施形態の電磁波照射により、結晶化と欠陥修復がなされていることが確認された。また欠陥修復に関しては電磁波照射時間が長くなるほど進んでいることが確認された。

【0076】

図9は、No.1のTEGについて、電磁波照射による活性化後における二次イオン質量分析(SIMS)による深さ方向のB濃度の変化を示す図である。この図から、電磁波照射による活性化によりB(ボロン)がほとんど拡散していないことが確認された。

【0077】

<電磁波加熱装置>

次に、以上のような電磁波加熱方法を実現することができる電磁波加熱装置について説明する。

10

【0078】

(電磁波加熱装置の第1の例)

図10は、本実施形態の電磁波加熱方法を実現することができる電磁波加熱装置の第1の例の概略構成を示す断面図である。この電磁波加熱装置100は、処理容器10、載置台20、電磁波供給部30、センサユニット40、および制御ユニット50を有している。

【0079】

処理容器10は、例えばアルミニウムにより内側壁部を鏡面処理して形成されており、接地されている。処理容器10の天井壁の中央には、電磁波を透過する材料、例えば石英、窒化アルミニウム等の誘電体からなる天板11が嵌め込まれている。処理容器10の天井壁にはガス導入部12が設けられており、このガス導入部12から所定の処理ガスが導入される。処理ガスとしては、アルゴンガスや窒素ガス等の不活性ガスを好適に用いることができる。また、処理容器10の底壁13には排気口14が設けられており、排気機構(図示せず)からこの排気口14を介して処理容器10内が排気されて所定の圧力に維持される。

20

【0080】

載置台20は、処理容器10の底部に設けられており、その上には基板Sが載置される。基板Sとしては、表面に加熱対象物となる塗布膜が形成されたものであってもよいし、基板S自体が加熱対象物であってもよい。載置台20の内部には、基板を加熱および/または冷却する温度調節機構21が設けられている。

30

【0081】

電磁波供給部30は、処理容器10の天井壁の上方に設けられており、電磁波発生源31と、導波管32とを有し、電磁波発生源31で発生した電磁波を導波管32および処理容器10の天板11を介して処理容器10内に導く。電磁波発生源31は周波数可変であり、制御ユニット50からの指令により周波数が制御される。電磁波発生源31としては、RF電源、マグネトロン、クライストロン、ジャイロトロン等を用いることができる。なお、照射する電磁波の周波数レンジが広い場合には、電磁波発生源31として周波数レンジが異なる複数のものを設置し、周波数によってそれらを切り替えられるようにすることが好ましい。照射する電磁波の周波数の可変範囲は、0.1kHz~10THzの中の一部の帯域であることが好ましい。

40

【0082】

センサユニット40は、電磁波強度計41と、ガス濃度計42と、温度計43とを有している。電磁波強度計41は、処理容器10内の空間内の電磁波強度を計測するものであり、ガス濃度計42は、処理容器10内のガス濃度を計測するものであり、温度計43は、載置台20上の基板Sの温度を計測するものである。なお、これらを全て含まなくてもよい。

【0083】

制御ユニット50は、マイクロプロセッサ(コンピュータ)を備えており、例えばセンサユニット40からの所定の信号を受けて、電磁波加熱装置100における各構成部を制

50

御するようになっている。例えば、温調器 5 1 を介して温度調節機構 2 1 に指令を送り、基板温度を制御する。制御ユニット 5 0 は、電磁波加熱装置 1 0 0 のプロセスシーケンスおよび制御パラメータであるプロセスレシピ等を記憶した記憶部や、入力手段およびディスプレイ等を備えており、選択されたプロセスレシピに従って電磁波加熱装置 1 0 0 の各構成部を制御するようになっている。

【 0 0 8 4 】

また、制御ユニット 5 0 は、上述した本実施形態の電磁波加熱方法を実施するための制御アルゴリズムを備えている。

【 0 0 8 5 】

すなわち、制御ユニット 5 0 は、加熱対象物である基板 S 表面の塗布膜または基板 S 自体の、照射する電磁波の周波数を変化させた際の特性を複素平面に描き、さらに、同じ複素平面に加熱対象物の無反射曲線を描き、特性と無反射曲線との交点から導かれる値に基づいて、電磁波の周波数と加熱対象物の厚みを決定し、それらの値に基づいて電磁波加熱を行うように制御する。

10

【 0 0 8 6 】

具体的には、加熱対象の厚みが決まっていて電磁波の周波数を変化させることができる場合には、複素平面上の特性と無反射曲線との交点において、無反射曲線から読み取った厚み / 波長比 (d / λ) に、加熱対象物の厚み d の値を入れて波長 λ を算出し、波長 λ から電磁波の周波数 f を求める。そして電磁波発生源 3 1 の周波数の中心値が f になるように制御して電磁波加熱を行う。また、電磁波の周波数が決まっていて加熱対象物の厚みを変化させることができる場合には、交点において特性から周波数 f を求め、その周波数と、交点において無反射曲線から導かれる d / λ の値とから加熱対象物の厚み d を求める。そして加熱対象物の厚みが d になるように、電磁波発生源 3 1 の出力を制御して電磁波加熱を行う。

20

【 0 0 8 7 】

このとき、電磁波加熱する加熱対象物について、特性、および無反射曲線を同じ複素平面に描いたデータをあらかじめ求めておき、それを制御ユニット 5 0 に記憶させておくことができる。これらのデータから、交点において、無反射曲線から読み取った厚み / 波長比 (d / λ) に、加熱対象物の厚み d の値を入れて波長 λ を算出し、波長 λ から電磁波の周波数 f を求める。あるいは、交点において特性から周波数 f を求め、その周波数と、交点において無反射曲線から導かれる d / λ の値とから厚み d を求める。

30

【 0 0 8 8 】

このようにすることにより、電磁波の周波数および加熱対象物の厚みを決定して電波吸収設計を満たす電磁波加熱を実現することができる。

【 0 0 8 9 】

ただし、実際の処理においては、電波吸収設計を満たす周波数 f から若干ずれた周波数において最適な電磁波加熱が行われる場合がある。その際には、所定のパラメータが最適になるように電磁波の周波数を補正することが好ましい。

【 0 0 9 0 】

この場合、具体的には、制御ユニット 5 0 により以下の制御を行う。電磁波発生源 3 1 からの電磁波の周波数を中心値である周波数 f から変化させていき、電磁波強度計 4 1 が計測する反射強度が最低となる周波数になるように、電磁波の周波数を補正する。または、電磁波発生源 3 1 からの電磁波の周波数を中心値である周波数 f から変化させていき、温度計 4 3 の基板温度の設定値と、基板温度の測定値がほぼ一致する周波数になるように、電磁波の周波数を補正する。または、電磁波発生源 3 1 からの電磁波の周波数を中心値である周波数 f から変化させていき、ガス濃度計 4 2 が検出する所定のガスの濃度、例えば塗布膜を構成するインク成分の濃度の設定値と測定値がほぼ一致する測定値となるように、電磁波の周波数を補正する。

40

【 0 0 9 1 】

これにより、成膜工程全体で、塗布膜の厚み差、基板温度差、処理容器内における塗布

50

膜（インク）成分の濃度差があっても、これらをフィードバックして制御することができるので、処理のばらつきを抑制することができる。このため、工程時間短縮や高歩留まりを実現することができるので、総合的に生産性を向上させることができる。

【0092】

（電磁波加熱装置の第2の例）

図11は、本実施形態の電磁波加熱方法を実現することができる電磁波加熱装置の第2の例の概略構成を示す断面図である。この電磁波加熱装置200は、処理容器110、載置台120、電磁波供給部130、センサユニット140、および制御ユニット150を有している。

【0093】

処理容器110は、ステンレススチール（SUS）やアルミニウム等の電磁波シールド機能をもつ材料で構成されている。処理容器110の天井部111にはガス導入部112が設けられており、このガス導入部112から所定の処理ガスが導入される。処理ガスとしては、アルゴンガスや窒素ガス等の不活性ガスを好適に用いることができる。また、処理容器110の底壁113には排気口114が設けられており、排気機構（図示せず）からこの排気口114を介して処理容器110内が排気されて所定の圧力に維持される。

【0094】

載置台120は、処理容器110の底部に設けられており、その上には基板Sが載置される。基板Sとしては、表面に加熱対象物となる塗布膜が形成されたものであってもよいし、基板S自体が加熱対象物であってもよい。載置台120の内部には、基板を加熱および/または冷却する温度調節機構121が設けられている。載置台120は、ノンドープシリコン、窒化アルミニウム（AlN）、炭化珪素（SiC）、アルミナ（Al₂O₃）等からなる冷却板として構成されていてもよい。

【0095】

電磁波供給部130は、交流電源131と、パルス/デューティ制御部132と、マッチング装置133と、送信アンテナ134と、受信アンテナ135とを有している。送信アンテナ134は、リング状をなし、処理容器110内の上部に載置台110に対向するように設けられている。この送信アンテナ134には、マッチング装置133を介して交流電源131から例えば100Hz～50kHz程度の周波数の交流電流が供給されるようになっている。交流電源131は、周波数可変であり、制御ユニット150からの指令により周波数が制御される。また、送信アンテナ134に給電するための給電線136には整合負荷137が接続されている。パルス/デューティ制御部132は、交流電源131から出力される交流電流を所定のデューティ比のパルス状のものとすることができるようになっている。受信アンテナ135は、リング状をなし、載置台120の下方の送信アンテナ134と対応する位置に設けられている。受信アンテナ135には接地線138が接続され、接地線138には整合負荷139が接続されている。

【0096】

センサユニット140および制御ユニット150は、第1の例のセンサユニット40および制御ユニット50と同様に構成されている。すなわち、センサユニット140は、電磁波強度計と、ガス濃度計と、温度計とを有している。なお、必ずしもこれらを全て含まなくてもよい。また、制御ユニット150は、電磁波加熱装置200の各構成部を制御するようになっており、また、上述した本実施形態の電磁波加熱方法を実施するための制御アルゴリズムを備えている。例えば、基板温度は、温調器151を介して温度調節機構121に指令を送り、基板温度を制御する。

【0097】

このような電磁波加熱装置200においては、載置台110上に基板Sを載置した状態で、交流電源131からマッチング装置133を介して送信アンテナ134に例えば100Hz～50kHz程度の周波数の交流電流を供給する。これにより、送信アンテナ134および受信アンテナ135を貫く磁界が発生し、電磁誘導により交流電源131の周波数の電磁波が基板Sに照射される。このとき、パルス/デューティ制御部132により、

10

20

30

40

50

交流電源 1 3 1 から出力される交流電流を所定のデューティ比のパルス状のものとして基板 S の冷却制御を行うようにしてもよい。

【 0 0 9 8 】

本例においても、第 1 の例と同様に、制御ユニット 1 5 0 により、特性と無反射曲線との交点から導かれる値に基づいて、電磁波の周波数と加熱対象物の厚みを決定し、それらの値に基づいて電磁波加熱を行うように制御する。これにより、電磁波の周波数および加熱対象物の厚みを決定して電波吸収設計を満たす電磁波加熱を実現することができる。また、第 1 の例と同様に、所定のパラメータが最適になるように電磁波の周波数を補正してもよい。

【 0 0 9 9 】

なお、受信アンテナ 1 3 5 は必須ではなく、受信アンテナ 1 3 5 を設けなくとも送信アンテナ 1 3 4 から磁界が発生し、基板 S に電磁波を照射することができる。

【 0 1 0 0 】

(電磁波加熱装置の第 3 の例)

図 1 2 は、本実施形態の電磁波加熱方法を実現することができる電磁波加熱装置の第 3 の例の概略構成を示す断面図である。この電磁波加熱装置 3 0 0 は、図 1 0 と同様の原理で電磁波加熱を行う装置をより具体的に示したものであり、処理容器 2 1 0、載置台 2 2 0、電磁波供給部 2 3 0、ガス導入機構 2 4 0、排気機構 2 5 0、センサユニット 2 6 0、制御ユニット 2 7 0 を有している。

【 0 1 0 1 】

処理容器 2 1 0 は、例えばステンレススチール、アルミニウム、アルミニウム合金等で形成されており、接地されている。処理容器 2 1 0 の天井部は開口されており、この開口部にはシール部材 2 1 1 を介して、天板 2 1 2 が気密に設けられている。天板 2 1 2 は、電磁波を透過する材料、例えば石英、窒化アルミニウム等の誘電体で構成されている。処理容器 2 1 0 底部の周縁部には、排気機構 2 5 0 と接続される排気口 2 1 4 が設けられている。処理容器 2 1 0 の側壁には、基板 S を搬入出するための搬入出口 2 1 5 が形成されており、搬入出口 2 1 5 はゲートバルブ 2 1 6 により開閉可能となっている。

【 0 1 0 2 】

載置台 2 2 0 は、処理容器 2 1 0 の底部に形成された開口に、シール部材 2 1 3 を介在させて気密に取り付けられている。載置台 2 2 0 は接地されている。載置台 2 2 0 は、載置台本体 2 2 1 と、熱電変換素子 2 2 2 と、載置板 2 2 3 とを含む。載置台本体 2 2 1 の上に熱電変換素子 2 2 2 が、熱電変換素子 2 2 2 の上に載置板 2 2 3 が配置される。載置板 2 2 3 の上には、基板 S が載置するようになっている。熱電変換素子 2 2 2 には熱電変換素子給電部 2 2 8 から給電されて基板 S を加熱可能となっている。載置台本体 2 2 1 内には冷媒流路 2 2 4 が形成されている。冷媒流路 2 2 4 は、冷媒導入管 2 2 5 と冷媒排出管 2 2 6 とを介して、冷媒を循環させる冷媒循環器 2 2 7 に接続されている。冷媒循環器 2 2 7 が動作することにより、冷媒が冷媒流路 2 2 7 を流通循環し、プラスチック基板 S を冷却することができる。

【 0 1 0 3 】

電磁波供給部 2 3 0 は、処理容器 2 1 0 の天板 2 1 2 の上方に設けられている。電磁波供給部 2 3 0 は、電磁波発生源 2 3 1、導波管 2 3 2 および入射アンテナ 2 3 3 を含む。電磁波発生源 2 3 1 は導波管 2 3 2 の一端と接続され、導波管 2 3 2 の他端は入射アンテナ 2 3 3 と接続されている。電磁波発生源 2 3 1 は周波数可変であり、制御ユニット 2 7 0 からの指令により周波数が制御される。電磁波発生源 2 3 1 としては、RF 電源、マグネトロン、クライストロン、ジャイロトロン等を用いることができる。なお、照射する電磁波の周波数レンジが広い場合には、電磁波発生源 2 3 1 として周波数レンジが異なる複数のものを設置し、周波数によってそれらを切り替えられるようにすることが好ましい。

【 0 1 0 4 】

ガス導入機構 2 4 0 は、処理容器 2 1 0 の側壁を貫通する例えば 2 本のガスノズル 2 4 1、2 4 2 を有しており、図示しないガス供給源から処理に必要なガスを処理容器 2 1 0

10

20

30

40

50

内に供給する。ここでのガスは、例えばアルゴンや窒素等からなる不活性ガスである。なお、ガスノズルの本数は、2本に限るものではなく、適宜増減してもよい。

【0105】

排気機構250、排気が流通する排気通路251、排気圧力を制御する圧力制御弁252および処理容器210内部の雰囲気気を排出する排気ポンプ253を含む。排気ポンプ253は、排気通路251および圧力制御弁252を介して、処理容器210内の雰囲気気を、所定の真空度まで排気するようになっている。なお処理容器210内の雰囲気気を排気せずに、その雰囲気気を大気圧としてもよい。

【0106】

センサユニット260および制御ユニット270は、第1の例のセンサユニット40および制御ユニット50と同様に構成されている。すなわち、センサユニット260は、電磁波強度計と、ガス濃度計と、温度計とを有している。なお、必ずしもこれらを全て含まなくてもよい。また、制御ユニット270は、電磁波加熱装置300の各構成部を制御するようになっており、また、上述した本実施形態の電磁波加熱方法を実施するための制御アルゴリズムを備えている。例えば、基板温度は、温調器271を介して熱電変換素子給電部228および冷媒循環器227に指令を送り、基板温度を制御する。

10

【0107】

このように構成される電磁波加熱装置300においては、載置台210上に基板Sを載置した状態で、電磁波供給部230から処理容器210内に電磁波を供給することにより、加熱対象物である基板Sを電磁波加熱する。

20

【0108】

本例においても、第1の例と同様に、制御ユニット270により、特性と無反射曲線との交点から導かれる値に基づいて、電磁波の周波数と加熱対象物の厚みを決定し、それらの値に基づいて電磁波加熱を行うように制御する。これにより、電磁波の周波数および加熱対象物の厚みを決定して電波吸収設計を満たす電磁波加熱を実現することができる。また、第1の例と同様に、所定のパラメータが最適になるように電磁波の周波数を補正してもよい。

【0109】

(電磁波加熱装置の第4の例)

図13は、本実施形態の電磁波加熱方法を実現することができる電磁波加熱装置の第4の例の概略構成を示す断面図である。この電磁波加熱装置300は、図12に示す第3の例とほぼ同様の構成であるが、加熱対象がロールに巻き取られたシート状基板Sを加熱対象としたものである点のみが電磁波加熱装置300とは異なっている。したがって、図13において、図12と同じものには同じ符号を付して説明を省略する。

30

【0110】

本例において、加熱対象となる基板Sは、例えばプラスチックシートの上に塗布膜(例えば配線パターン)が形成されてなる。この場合は、実際の加熱対象は塗布膜である。

【0111】

処理容器210の側面には、電磁波照射前の基板Sを搬入する搬入口217と、電磁波照射後の基板Sを搬出する搬出口218とが、相対向するように設けられている。搬入口217および搬出口218には、それぞれシャッタ217a、218aが設けられている。シャッタ217a、218aは、搬送機構(図示せず)が基板Sの搬送を停止し、電磁波が照射されている際に、処理容器210内部の電磁波およびガスが外部へ漏れないように、それぞれ搬入口217および搬出口218を閉じる機能を有する。また、シャッタ217a、218aは、軟らかい金属、例えばインジウム、銅等からなり、基板Sが停止した際に基板Sを圧接するようになっている。基板Sは繰り出しロール(図示せず)に巻回した状態とされ、この繰り出しロールから繰り出された基板Sが処理容器210内に搬入され、反対側に設けられた巻き取りロール(図示せず)に巻き取られるようになっている。

40

【0112】

50

本例では、繰り出キール（図示せず）から繰り出した基板 S を、搬入口 2 1 7 から搬入し、その所定部分を載置台 2 2 0 に載置させる。減圧雰囲気を形成する場合には、シャッタ 2 1 7 a、2 1 8 a により搬入口 2 1 7 および搬出口 2 1 8 を閉じる。この状態で電磁波加熱を行う。基板 S の端部に塗布膜が形成されていないリード材を接続し、リード材が巻き取りキール（図示せず）に取り付けられた状態とすることにより、基板 S の最初の部分に対する電磁波照射が可能となる。基板 S の所定部分の電磁波加熱が終了したら、基材 S を所定長さ巻き取り、次の部分の電磁波加熱を行う。

【0113】

本例においても、制御ユニット 2 7 0 により、特性と無反射曲線との交点から導かれる値に基づいて、電磁波の周波数と加熱対象物の厚みを決定し、それらの値に基づいて電磁波加熱を行うように制御する。これにより、電磁波の周波数および加熱対象物の厚みを決定して電波吸収設計を満たす電磁波加熱を実現することができる。また、第 1 の例と同様に、所定のパラメータが最適になるように電磁波の周波数を補正してもよい。

10

【0114】

（電磁波加熱装置の第 5 の例）

図 1 4 は、本実施形態の電磁波加熱方法を実現することができる電磁波加熱装置の第 5 の例の概略構成を示す断面図である。この電磁波加熱装置 4 0 0 は、複数の基板 S に対して電磁波加熱を行うことができるパッチ式の電磁波加熱装置であり、処理容器 3 1 0、基板保持具 3 2 0、電磁波供給部 3 3 0、ガス導入機構 3 4 0、排気機構 3 5 0、センサユニット 3 6 0、制御ユニット 3 7 0 を有している。

20

【0115】

処理容器 3 1 0 は、例えばステンレススチール、アルミニウム、アルミニウム合金等からなり、鉛直方向を長手方向とする縦長の筒状をなしている。処理容器 3 1 0 の天井部は開口されており、この開口部にはシール部材 3 1 1 を介して、天板 3 1 2 が気密に設けられている。処理容器 3 1 0 の底部も開口されていて搬出入口 3 1 3 となっている。処理容器 3 1 0 の側壁には排気口 3 1 4 が設けられている。

【0116】

基板保持具 3 2 0 は、複数の基板 S を水平状態で、所定の間隔を隔てて垂直方向に保持し、処理容器 3 1 0 内に挿脱可能に設けられている。この基板保持具 3 2 0 は、電磁波を透過する材料、例えば石英により形成されている。具体的には、この基板保持具 3 2 0 は、上下に設けられた石英製の天板 3 2 1 と底板 3 2 2 とを有し、これらの間に、例えば 4 本の石英製の支柱 3 2 3（2 本のみ図示）が掛け渡されている。そして、各支柱 3 2 3 に所定のピッチで段部状に係合溝を設けて、この係合溝に基板 S の周辺部を挿入することにより基板 S が所定のピッチで支持される。この場合、図示しない搬送アームを用いて基板保持具 3 1 0 に対して水平方向から基板 S を出し入れできるように、4 本の支柱 3 2 3 は、基板 S の略半円弧の領域に所定の間隔で配置されている。

30

【0117】

処理容器 3 1 0 の下端の搬出入口 3 1 3 には、処理容器 3 1 0 の構成材料と同じ金属よりなる開閉蓋 3 1 5 がリング等のシール部材 3 1 6 を介して着脱可能に取り付けられる。開閉蓋 3 1 5 の中心部には、磁性流体シール 3 1 7 を介在させて回転軸 3 1 8 が気密に貫通させて設けられており、この回転軸 3 1 8 の上端部に載置台 3 1 9 を設け、この載置台 3 1 9 の上面に基板保持具 3 2 0 を載置した状態で処理容器 3 1 0 内に保持される。

40

【0118】

処理容器 3 1 0 の下方には、基板保持具 3 2 0 を処理容器 3 1 0 に対して搬入または搬出させる搬入・搬出機構 3 8 0 が設けられている。搬入・搬出機構 3 8 0 は、回転軸 3 1 8 の下端を回転可能に支持する昇降アーム 3 8 1 と、昇降アーム 3 8 1 を昇降する昇降エレベータ（図示せず）とを有している。昇降アーム 3 8 1 には、回転軸を回転するモータ 3 8 2 が取り付けられており、これにより載置台 3 1 9 とともに基板保持具 3 2 0 が回転される。

【0119】

50

昇降エレベータを駆動して昇降アーム 3 8 1 を昇降させることによって開閉蓋 3 1 5 と基板保持具 3 2 0 とを一体的に上下方向へ移動させて、処理容器 3 1 0 に対して複数の基板 S をロード及びアンロードできるようになっている。なお、基板保持具 3 2 0 を回転させないで基板 S に対して電磁波加熱を施すこともでき、この場合には、上記回転モータ 3 8 2 や磁性流体シール 3 1 7 を設ける必要はない。

【 0 1 2 0 】

処理容器 3 1 0 の周囲には、処理容器 3 1 0 内で基板保持具 3 2 0 により保持された基板 S を加熱または冷却して温度調節する温度調節機構 3 2 5 が設けられている。

【 0 1 2 1 】

電磁波供給部 3 3 0 は、処理容器 3 1 0 の天板 3 1 2 の上方に設けられている。電磁波供給部 3 3 0 は、電磁波発生源 3 3 1、導波管 3 3 2 および入射アンテナ 3 3 3 を含む。電磁波発生源 3 3 1 は導波管 3 3 2 の一端と接続され、導波管 3 3 2 の他端は入射アンテナ 3 3 3 と接続されている。電磁波発生源 3 3 1 は周波数可変であり、制御ユニット 3 7 0 からの指令により周波数が制御される。電磁波発生源 3 3 1 としては、RF 電源、マグネトロン、クライストロン、ジャイロトロン等を用いることができる。なお、照射する電磁波の周波数レンジが広い場合には、電磁波発生源 3 3 1 として周波数レンジが異なる複数のものを設置し、周波数によってそれらを切り替えられるようにすることが好ましい。

10

【 0 1 2 2 】

ガス導入機構 3 4 0 は、処理容器 3 1 0 の側壁を貫通する例えば 2 本のガスノズル 3 4 1、3 4 2 を有しており、図示しないガス供給源から処理に必要なガスを処理容器 3 1 0 内に供給する。ここでのガスは、例えばアルゴンや窒素等からなる不活性ガスである。なお、ガスノズルの本数は、2 本に限るものではなく、適宜増減してもよい。

20

【 0 1 2 3 】

排気機構 3 5 0、排気が流通する排気通路 3 5 1、排気圧力を制御する圧力制御弁 3 5 2 および処理容器 3 1 0 内部の雰囲気を排出する排気ポンプ 3 5 3 を含む。排気ポンプ 3 5 3 は、排気通路 3 5 1 および圧力制御弁 3 5 2 を介して、処理容器 3 1 0 内の雰囲気を、所定の真空度まで排気するようになっている。なお処理容器 3 1 0 内の雰囲気を排気せずに、その雰囲気を大気圧としてもよい。

【 0 1 2 4 】

センサユニット 3 6 0 および制御ユニット 3 7 0 は、第 1 の例のセンサユニット 4 0 および制御ユニット 5 0 と同様に構成されている。すなわち、センサユニット 3 6 0 は、電磁波強度計と、ガス濃度計と、温度計とを有している。なお、必ずしもこれらを全て含まなくてもよい。また、制御ユニット 3 7 0 は、電磁波加熱装置 4 0 0 の各構成部を制御するようになっており、また、上述した本実施形態の電磁波加熱方法を実施するための制御アルゴリズムを備えている。例えば、基板温度は、温調器 3 7 1 を介して温度調節機構 3 2 5 に指令を送り、基板温度を制御する。

30

【 0 1 2 5 】

このように構成される電磁波加熱装置 4 0 0 においては、基板保持具 3 2 0 に複数の基板 S を保持した状態で、電磁波供給部 3 3 0 から処理容器 3 1 0 内に電磁波を供給することにより、加熱対象物である基板 S を電磁波加熱する。本実施形態では、複数の基板 S を一括して電磁加熱することができるので効率的に電磁加熱を行うことができる。

40

【 0 1 2 6 】

本例においても、第 1 の例と同様に、制御ユニット 3 7 0 により、特性と無反射曲線との交点から導かれる値に基づいて、電磁波の周波数と加熱対象物の厚みを決定し、それらの値に基づいて電磁波加熱を行うように制御する。これにより、電磁波の周波数および加熱対象物の厚みを決定して電波吸収設計を満たす電磁波加熱を実現することができる。また、第 1 の例と同様に、所定のパラメータが最適になるように電磁波の周波数を補正してもよい。

【 0 1 2 7 】

なお、第 5 の例では、複数の基板 S を水平状態にして上下方向に配置した縦型の装置と

50

したが、複数の基板Sを垂直状態にして横方向に配置した横型の装置であってもよい。

【0128】

<他の適用>

なお、本発明は上記実施形態に限定されることなく種々変形可能である。例えば、上記実施形態における適用例は単なる例示であって、本発明は電磁波を照射することにより物体を加熱する場合の全般に適用可能である。

【0129】

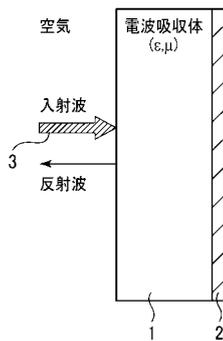
また、電磁波加熱装置の例をいくつか示したが、これらは単なる例示に過ぎず、本発明の電磁波加熱方法を実現できるものであれば、その構成は上記例に限定されないことはいうまでもない。

【符号の説明】

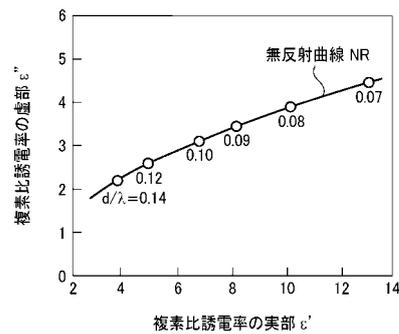
【0130】

1...電波吸収体、2...金属板、3...電磁波(平面波)、100,200,300,300,400...電磁波加熱装置、10,110,210,310...処理容器、20,120,220...載置台、30,130,230,330...電磁波供給部、40,140,260,360...センサユニット、50,150,270,370...制御ユニット、320...基板保持具、S,S...基板

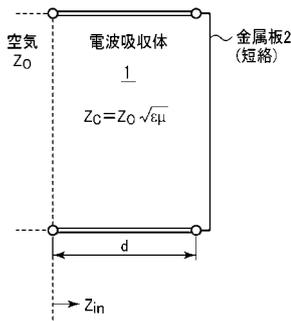
【図1A】



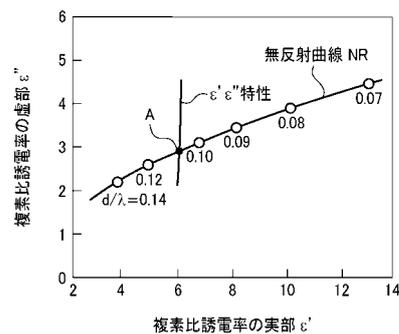
【図2】



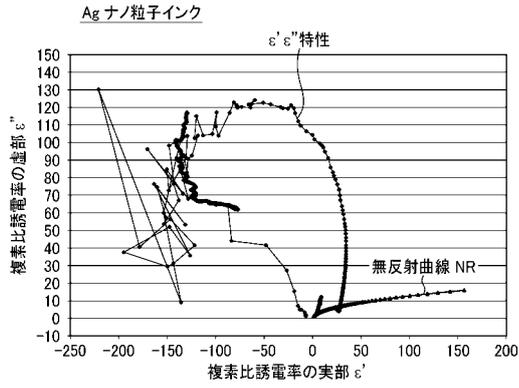
【図1B】



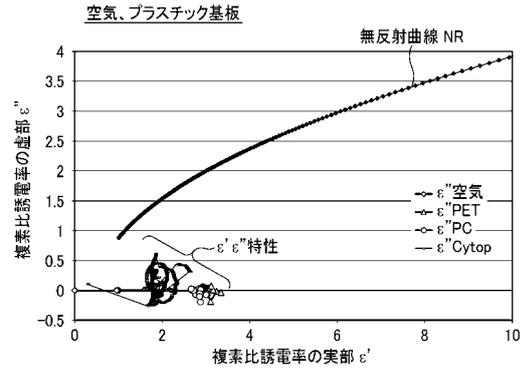
【図3】



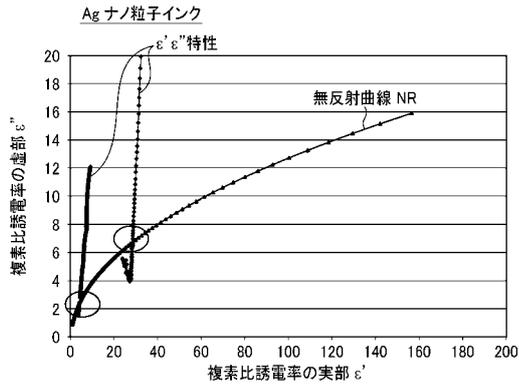
【 図 4 A 】



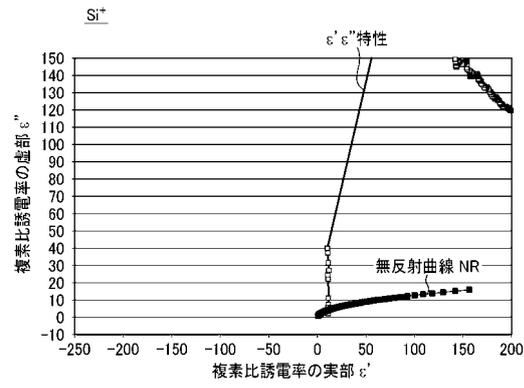
【 図 5 】



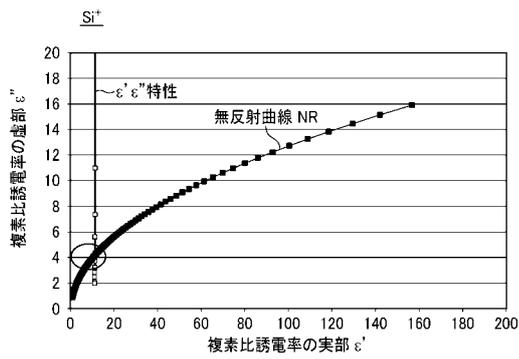
【 図 4 B 】



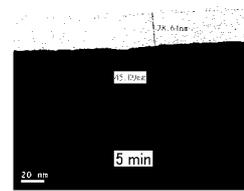
【 図 6 A 】



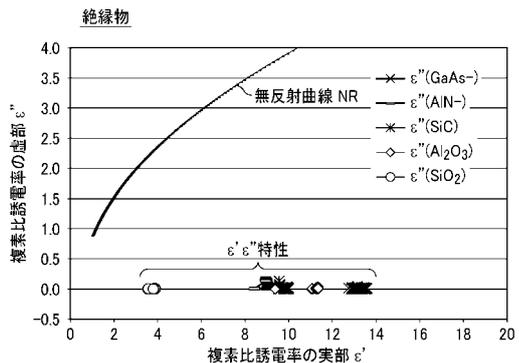
【 図 6 B 】



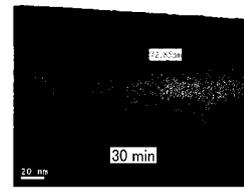
【 図 8 A 】



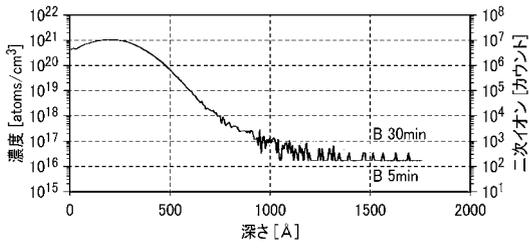
【 図 7 】



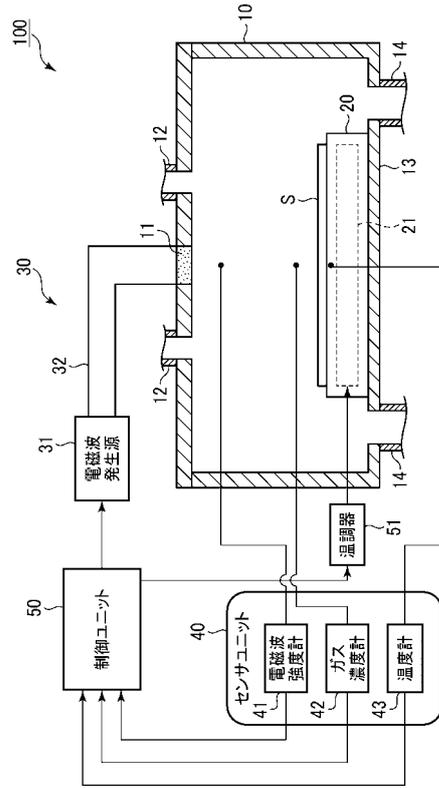
【 図 8 B 】



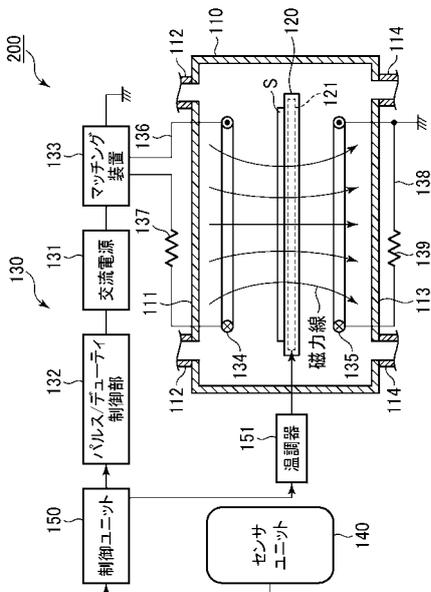
【図9】



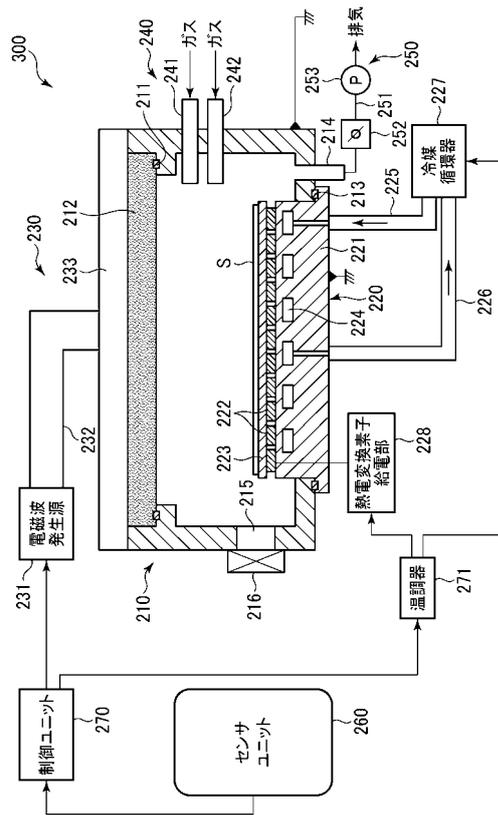
【図10】



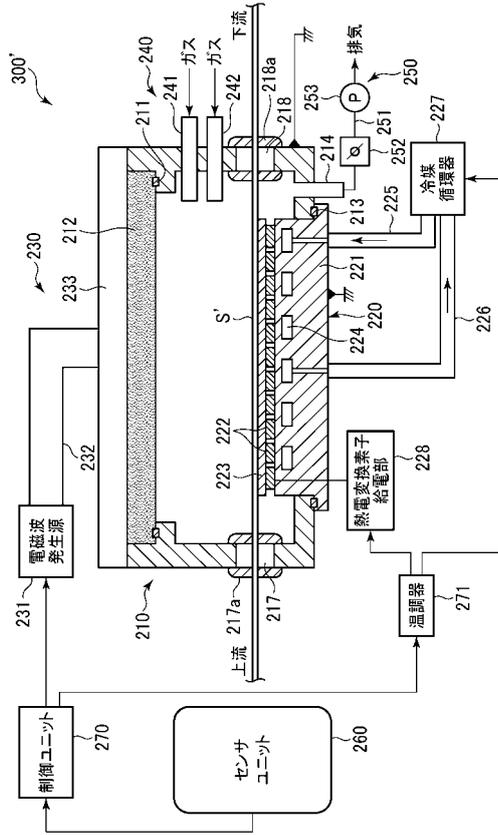
【図11】



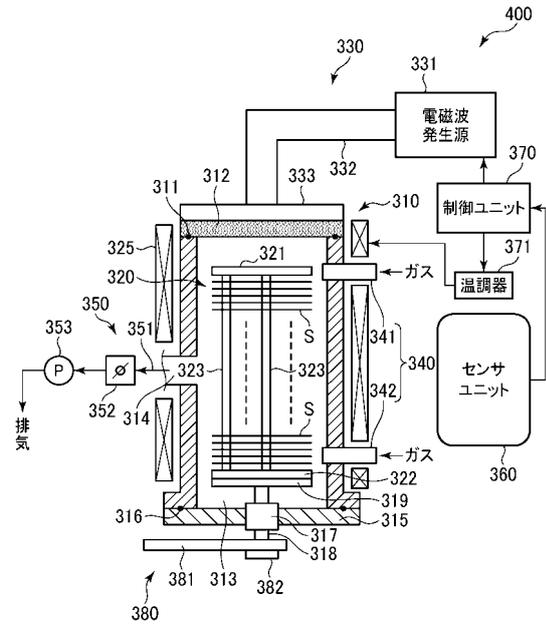
【図12】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2013/082540
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H05B6/66(2006.01) i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H05B6/66 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-249614 A (Nitto Denko Corp.), 08 December 2011 (08.12.2011), paragraph [0047]; fig. 2 & US 2013/0120959 A1 & EP 2579699 A1 & WO 2011/149039 A1 & CN 102907193 A	1-15
A	JP 2008-277363 A (Kuraray Co., Ltd.), 13 November 2008 (13.11.2008), paragraphs [0014] to [0017]; fig. 1 (Family: none)	1-15
A	WO 2011/118198 A1 (Panasonic Corp.), 29 September 2011 (29.09.2011), paragraph [0144] & US 2013/0008894 A1 & EP 2552177 A1	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 20 December, 2013 (20.12.13)		Date of mailing of the international search report 14 January, 2014 (14.01.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 3 / 0 8 2 5 4 0	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H05B6/66(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H05B6/66			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
A	JP 2011-249614 A (日東電工株式会社) 2011.12.08, 段落【0047】、第2図 & US 2013/0120959 A1 & EP 2579699 A1 & WO 2011/149039 A1 & CN 102907193 A	1-15	
A	JP 2008-277363 A (株式会社クラレ) 2008.11.13, 段落【0014】-【0017】、第1図 (ファミリーなし)	1-15	
A	WO 2011/118198 A1 (パナソニック株式会社) 2011.09.29, 段落【0144】 & US 2013/0008894 A1 & EP 2552177 A1	1-15	
C欄の続きにも文献が列挙されている。		パテントファミリーに関する別紙を参照。	
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 20.12.2013		国際調査報告の発送日 14.01.2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 土屋 正志	3 L 3739
		電話番号 03-3581-1101	内線 3337

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。