

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5466410号
(P5466410)

(45) 発行日 平成26年4月9日 (2014.4.9)

(24) 登録日 平成26年1月31日 (2014.1.31)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/02 (2006.01)	HO 1 L 27/12 B
HO 1 L 27/12 (2006.01)	HO 1 L 27/12 Z
HO 1 L 21/324 (2006.01)	HO 1 L 21/324 X

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2009-24871 (P2009-24871)	(73) 特許権者	000002060
(22) 出願日	平成21年2月5日 (2009.2.5)		信越化学工業株式会社
(65) 公開番号	特開2009-218579 (P2009-218579A)		東京都千代田区大手町二丁目6番1号
(43) 公開日	平成21年9月24日 (2009.9.24)	(74) 代理人	100099623
審査請求日	平成22年11月26日 (2010.11.26)		弁理士 奥山 尚一
審査番号	不服2013-17381 (P2013-17381/J1)	(74) 代理人	100096769
審査請求日	平成25年9月9日 (2013.9.9)		弁理士 有原 幸一
(31) 優先権主張番号	特願2008-33526 (P2008-33526)	(74) 代理人	100107319
(32) 優先日	平成20年2月14日 (2008.2.14)		弁理士 松島 鉄男
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100114591
			弁理士 河村 英文
		(72) 発明者	秋山 昌次
			群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 SOI 基板の表面処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

SOI 基板の表面処理方法であって、少なくとも、
イオン注入層を形成したシリコンウェーハをドナーウェーハとし、その後前記ドナーウェーハとハンドルウェーハの少なくとも一方の貼り合わせ面にプラズマ活性化処理を行ってから貼り合わせ、しかる後に、350℃以下の熱処理で結合強度を増したものと、その後、機械的衝撃を前記イオン注入層に加えて前記イオン注入層で剥離することにより前記SOI 基板を準備する工程と、
 前記SOI 基板の表面をプラズマを用いたPACE法、又は、ガスクラスターイオンビームを用いたGCIB法によって処理する工程と、
 前記処理を施したSOI 基板を、アルゴン雰囲気中、又は、水素を4体積%以下含む不活性ガス雰囲気中で熱処理してアニールする工程とを有し、
前記アニール工程において、前記基板の表面の粗さをRMSで0.3nm(10μm×10μm範囲)以下となるようにし、
前記SOI 基板のハンドルウェーハを、石英、ガラス、サファイア、SiC、アルミナ、窒化アルミのいずれかとすることを特徴とするSOI 基板の表面処理方法。

【請求項 2】

前記アニール工程において、前記熱処理を900℃以上1250℃以下の温度で施すことを特徴とする請求項1に記載のSOI 基板の表面処理方法。

【請求項 3】

前記アニール工程において、前記不活性ガスを、窒素、アルゴン、ヘリウムいずれかとする特徴とする請求項1又は請求項2に記載のSOI基板の表面処理方法。

【請求項4】

イオン注入層を形成したシリコンウェーハをドナーウェーハとし、その後前記ドナーウェーハとハンドルウェーハの少なくとも一方の貼り合わせ面にプラズマ活性化処理を行ってから貼り合わせ、しかる後に、350℃以下の熱処理で結合強度を増したものとし、その後、機械的衝撃を前記イオン注入層に加えて前記イオン注入層で剥離することにより半導体薄膜層を準備する工程と、

前記半導体薄膜層の表面をプラズマを用いたPACE法、又は、ガスクラスターイオンビームを用いたGCIB法によって処理する工程と、

アルゴン雰囲気中、又は、水素を4体積%以下含む不活性ガス雰囲気中で熱処理してアニールする工程とを含み、

前記アニール工程において、前記半導体薄膜層の表面の粗さをRMSで0.3nm(10μm×10μm範囲)以下となるようにし、

前記ハンドルウェーハを、石英、ガラス、サファイア、SiC、アルミナ、窒化アルミのいずれかとする貼り合わせウェーハの製造方法。

【請求項5】

前記アニール工程において、前記熱処理を900℃以上1250℃以下の温度で施すことを特徴とする請求項4に記載の貼り合わせウェーハの製造方法。

【請求項6】

前記アニール工程において、前記不活性ガスを、窒素、アルゴン、ヘリウムいずれかとする特徴とする請求項4又は請求項5に記載の貼り合わせウェーハの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、SOI基板の表面処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

寄生容量を低減し、デバイスの高速化を測るためにSilicon on insulator(SOI)ウェーハが広く用いられるようになってきている。近年は、完全空乏層型のSOIデバイスを作り込むためにSOI層(シリコン層)が100nm以下の薄膜SOIの需要が高まっている。これはSOI層を薄膜化することで、デバイスの高速化が期待できるためである。この薄膜SOIウェーハにとって、シリコン層の面内膜厚分布は極めて重要な要素であり、nmレベルの面内均一性が要求される。

しかし、現実には高い歩留まりでnmレベルの精度を達成することは困難であり、現状では改善が難しい。

【0003】

面内膜厚均一性の高い薄膜SOIを作りこむ方法として、SOI膜のシリコン膜厚を予め測定し、その膜厚分布にしたがって、補正を掛けつつ薄膜をエッチングして均一な薄膜シリコン層を作りこむいわゆるペース(Plasma Assisted Chemical Etch:PACE)法やガスクラスターイオンビーム(Gas Cluster Ion Beam:GCIB)法なども提案されている。両者とも数mm-数cm径のプラズマもしくはイオンビームをウェーハ全面に走査させることで、膜厚ばらつきを補正しつつエッチングができるという技術で均一な薄膜を得る目的には適していると言える。

【0004】

しかし、これらの方法には欠点もある。SOIを含むシリコンウェーハには平滑な表面が要求される(JIS R1683:2007に準拠して測定した二乗平均粗さ[RMS]で0.3nm以下程度)が、PACEやGCIB後はこの面粗さよりも粗い表面となってしまうために、処理後に再研磨が必要となり、この研磨の過程で面内の膜厚均一性が悪化

10

20

30

40

50

してしまう恐れがある。一方、P A C EやG C I B後の荒れた表面を平滑化する方法として高温水素アニールが提案されており（非特許文献1参照）、1200℃で60分の水素アニールにより平滑な表面が達成されることが示されているが、同時に水素アニールは、シリコン表面をエッチングすることが知られている（非特許文献2参照）。

この文献では1100℃水素雰囲気中で60nm/h以上の速さでシリコン層のエッチングが起こることが示されており、シリコンをnmレベルの単位で制御するには適さない方法と言える。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

10

【非特許文献1】山田公著：「クラスターイオンビーム 基礎と応用」第四章

【非特許文献2】Habuka et al., "Haze Generation on Silicon Surface Heated in Ambient at Atmospheric Pressure," J. Electrochem. Soc., Vol. 144, No. 9, September 1997 pp. 3261-3265

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、アニール工程における基板の膜厚の変化を最小限とし、かつ表面の平滑化を達成する方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、第1の側面として、S O I基板の表面処理方法であって、少なくとも、イオン注入層を形成したシリコンウェーハをドナーウェーハとし、その後前記ドナーウェーハとハンドルウェーハの少なくとも一方の貼り合わせ面にプラズマ活性化処理を行ってから貼り合わせ、しかる後に、350℃以下の熱処理で結合強度を増したものとし、その後、機械的衝撃を前記イオン注入層に加えて前記イオン注入層で剥離することにより前記S O I基板を準備する工程と、前記S O I基板の表面をプラズマを用いたP A C E法、又は、ガスクラスターイオンビームを用いたG C I B法によって処理する工程と、前記処理を施したS O I基板を、アルゴン雰囲気中、又は、水素を4体積%以下含む不活性ガス雰囲気中で熱処理してアニールする工程とを有し、前記アニール工程において、前記基板の表面の粗さをR M Sで0.3nm（10μm×10μm範囲）以下となるようにし、前記S O I基板のハンドルウェーハを、石英、ガラス、サファイア、S i C、アルミナ、窒化アルミのいずれかとすることを特徴とするS O I基板の表面処理方法を提供する。

30

本発明は、第2の側面として、イオン注入層を形成したシリコンウェーハをドナーウェーハとし、その後前記ドナーウェーハとハンドルウェーハの少なくとも一方の貼り合わせ面にプラズマ活性化処理を行ってから貼り合わせ、しかる後に、350℃以下の熱処理で結合強度を増したものとし、その後、機械的衝撃を前記イオン注入層に加えて前記イオン注入層で剥離することにより半導体薄膜層を準備する工程と、前記半導体薄膜層の表面をプラズマを用いたP A C E法、又は、ガスクラスターイオンビームを用いたG C I B法によって処理する工程と、アルゴン雰囲気中、又は、水素を4体積%以下含む不活性ガス雰囲気中で熱処理してアニールする工程とを含み、前記アニール工程において、前記半導体薄膜層の表面の粗さをR M Sで0.3nm（10μm×10μm範囲）以下となるようにし、前記ハンドルウェーハを、石英、ガラス、サファイア、S i C、アルミナ、窒化アルミのいずれかとする貼り合わせウェーハの製造方法を提供する。

40

【0008】

50

このような工程を含み、S O I 基板をアルゴン雰囲気中又は水素を4体積%以下含む不活性ガス雰囲気中で熱処理するアニール工程を行うことで、P A C E法又はG C I B法により処理した基板の膜厚均一性を保ちつつ、所望の表面粗さまで平滑化できる。

また、不活性ガス雰囲気中の水素濃度を4体積%以下とすることで、爆発下限以下の水素濃度となり取扱いが比較的安全となり、かつアニールによるエッチング作用も水素100%の雰囲気中で行うよりも大幅に抑えることができ、基板の膜厚均一性の悪化を最小限に防ぐことができる。

【0009】

この場合、前記アニール工程において、前記熱処理を900℃以上1250℃以下の温度で施すことが好ましい。

10

【0010】

また、前記アニール工程において、前記不活性ガスを、窒素、アルゴン、ヘリウムのいずれかとすることができる。

本発明において、アニール工程で使用する不活性ガスはこれらの中から適宜選択することができる。

【0011】

また、前記アニール工程において、前記基板の表面の粗さをR M Sで0.3nm(10μm×10μm範囲)以下となるようにすることができる。

このように、本発明によれば、S O I 基板を含むシリコン基板の製造において要求される平滑な表面(R M Sで0.3nm以下程度)を達成できる。

20

【0012】

また、前記S O I 基板のハンドルウェーハを、シリコンウェーハ、酸化膜付きシリコンウェーハ、石英、ガラス、サファイア、S i C、アルミナ、窒化アルミのいずれかとすることができる。

本発明の表面処理方法では、S O I 基板のハンドルウェーハを、作製する半導体デバイスの目的に応じてこれらの中から適宜選択することができる。

【発明の効果】

【0013】

以上説明したように、本発明のS O I 基板の表面処理方法および貼り合わせウェーハの製造方法によれば、アルゴン又は水素を4体積%以下含む不活性ガス雰囲気中で熱処理を施すアニール工程を行うことで、水素100%の雰囲気中で熱処理を施すアニール工程よりも、エッチング作用を抑えることができる。

30

このため、P A C E法又はG C I B法により処理することによって膜厚均一性を高めたS O I 基板の膜厚の変化を抑えながら、表面を所望の表面粗さまで平滑化できる。

また、不活性ガスに含まれる水素濃度を4体積%以下とすることで、エッチング作用を抑え、さらに爆発下限以下の水素濃度となり取扱いが比較的安全となる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】P A C E処理前後及び各雰囲気でのアニール(1100℃4時間)後の面内膜厚ばらつき。

40

【図2】各雰囲気でのアニール(1100℃4時間)によるシリコンエッチング量。

【図3】各雰囲気でのアニール(1100℃4時間)後の表面粗さ。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明についてより詳細に説明する。

前述のように、従来は膜厚均一性の高いS O I 基板、すなわち、ハンドルウェーハの表面に半導体薄膜層を形成したものを作製するために、S i G e n法によりS O I 基板を準備し、さらにそれをP A C E法又はG C I B法によって処理することによって膜厚均一性は高くなるが、この処理によって基板表面が粗くなるという問題があった。そのため、これを平滑化する方法としては、再研磨や水素100%雰囲気中でのアニールといった方法

50

もあるが、それにより膜厚均一性を悪化させることとなっていた。

【0016】

本発明者らは、このような問題を解決するために検討を行った。

元来、P A C E法、G C I B法ともに膜厚のばらついたシリコン層を補正しつつエッチングする目的には適している。そこで、P A C E法又はG C I B法で処理したS O I基板表面を平滑化するために、アルゴン雰囲気中又は水素を4体積%以下含む不活性ガス雰囲気中で熱処理を施すことでエッチング作用を抑制できるので膜厚をnmレベルで制御できるため、膜厚の変化を小さくしつつ十分な平滑化をできることを見出した。

しかも、水素濃度を4体積%以下とすることでエッチング作用を抑えることができ、かつ水素濃度を爆発下限以下とすることで取扱いが比較的安全になることを見出し、本発明を完成させた。

10

【0017】

以下、本発明の実施形態を説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0018】

まず、S O I基板を準備する(工程a)。

準備するS O I基板の製造方法は特に限定されるものではない。例えば、多結晶または単結晶であって、水素イオンを注入したイオン注入層を形成したシリコンウェーハ、または、酸化膜表面から水素イオンを注入した酸化膜つきシリコンウェーハ(酸化膜の膜厚:数nm~500nm程度)をドナーウェーハとし、その後ハンドルウェーハの貼り合わせ面にプラズマ活性化処理を行ってから貼り合わせ、しかる後に、350℃以下の熱処理で結合強度を増し、その後、機械的衝撃をイオン注入層に加えてイオン注入層で剥離することによりS O I基板を製造することができる。このようなS O I基板の準備方法によれば、比較的膜厚が均一なS O I基板を準備することができるため、P A C E法又はG C I B法による処理工程及びその後のアニール工程を短時間化することができ、しかもより一層膜厚均一性の高いものができるので、本発明の表面処理方法が有効である。

20

S O I基板の製造方法は、このようなS i G e n法以外の製造方法を用いてもよく、いわゆるスマートカット法により製造してもよい。S i G e n法を用いれば高温熱処理が不要となるため、異種基板を貼り合わせる場合に好適である。

このとき、S O I基板のハンドルウェーハを、シリコンウェーハ、酸化膜付きシリコンウェーハ、石英、ガラス、サファイア、S i C、アルミナ、窒化アルミのいずれかとすることができる。ハンドルウェーハは、作製する半導体デバイスの目的に応じて、これらの中から適宜選択するようにすれば良い。もちろん、これ以外の材料を用いてもよい。

30

S O I層の層厚は、後工程で再研磨をする必要がなく、再研磨のための研磨代等を確保しなくてよいので、たとえば、500nm以下とすることができる。

【0019】

次に、準備したS O I基板の表面をプラズマを用いたP A C E法又はガスクラスターイオンビームを用いたG C I B法によって処理する(工程b)。

P A C E法は、プラズマガスにより基板の表面を局所的にエッチングしながら基板の厚さ(S O I層の膜厚)を均一化する方法であり、S O I層の厚さ分布を光学干渉法や静電容量法で測定した後、その厚さ分布に応じてプラズマガスによるエッチング除去量を制御することで、S O I層の膜厚均一性を高くすることができる。

40

G C I B法は、常温及び常圧で気体状物質の塊状原子集団(ガスクラスター)を形成し、これに電子を浴びせて生成させたガスクラスターイオンを加速電圧によって加速して基板表面に照射するものであり、P A C E法と同様に、S O I層の厚さ分布を光学干渉法や静電容量法で測定した後、その厚さ分布に応じてガスクラスターイオンによるエッチング除去量を制御することで、S O I層の膜厚均一性を高くすることができる。

【0020】

次に、S O I基板をアニール処理する(工程c)。

このように、P A C E法又はG C I B法により表面が粗くなったS O I基板をアニール処理することによって、膜厚均一性が高いとともに、S O I基板に求められる平滑な表面

50

にすることができる。

【0021】

この場合、本発明では、アニール工程においてSOI基板をアルゴン雰囲気中又は水素4体積%以下含む不活性ガス雰囲気中で熱処理を行う。

図2に示すように、アルゴン雰囲気中、水素4体積%以下含む不活性ガス（図2のデータはアルゴンを使用）雰囲気中、水素100%の雰囲気中それぞれで、1100℃で4時間PACE処理後のSOI基板のアニールを行った。このとき、シリコン基板へのエッチング量は水素100%で行ったものが330nmなのに対して、アルゴン雰囲気中で行ったものは0.5nm、水素4体積%以下含む不活性ガス雰囲気中で行ったものは16nmとなっていた。したがって、アルゴン雰囲気あるいは水素を4体積%以下含む不活性ガス雰囲気とすれば、水素100%雰囲気と比べ格段にエッチング作用を抑制し、SOI基板表面の平滑化においてエッチング作用をnmレベルで制御することができ、膜厚の変化を小さくし膜厚均一性を高く保つことができる。

10

また、不活性ガス中の水素濃度を4体積%以下とすることでエッチング作用を抑えることができると共に、水素が爆発下限以下の濃度となるため、取り扱いが比較的安全となる。

このとき、アルゴンガス、または、アルゴン/水素混合ガスの圧力（全圧）としては、全圧として常圧付近の 10^5 Pa（1気圧付近）程度が使いやすく望ましい。

【0022】

このとき、アニール工程における熱処理を900℃以上の温度で施すことが好ましい。900℃以上でアニール処理することによって、SOI基板表面を十分な表面粗さとすることができる。また、不活性ガスとしては、窒素、アルゴン、ヘリウムのいずれも用いることができる。これらであれば、シリコンのエッチング作用がほとんどないからである。

20

以上のアニール工程を行うことによって、より確実にSOI基板の表面の粗さをRMSで0.3nm（ $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ ）以下とすることができる。このため、本発明のアニール工程によって、膜厚均一性を保ちながらSOI基板に求められる平滑な表面を達成することができる。

アニール処理温度の上限としては、石英チューブ等の耐熱温度の観点から、例えば、1250℃とすることができる。石英部材の耐久性を鑑みれば1150℃程度が望ましい。

【0023】

そして、以上の工程（a～c）を経ることによって、膜厚均一性が高く表面が平滑なSOI基板を製造することができる。

30

【0024】

本発明では、上記のように、工程cのアニール工程においてアルゴン雰囲気中又は水素4体積%以下含む不活性ガス雰囲気中でSOI基板を熱処理することによって、アニールによるエッチング作用を抑え、SOI基板の膜厚均一性を保ちつつ表面を平滑化できる。

【実施例】

【0025】

以下、本発明の実施例及び比較例を示して本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

40

【0026】

（実施例1）

以下のように、貼り合わせ法によるSOI基板の製造方法に従って、SOI基板を製造した。

まず、SOI基板をSiGen法により準備した（工程a）。

この工程では、水素イオンを、注入条件が注入エネルギーを35keV、注入線量を $9 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ 、注入深さを0.3μmで注入したイオン注入層を形成したシリコンウェーハをドナーウェーハ、合成石英基板をハンドルウェーハとして準備し、その貼り合わせ面にプラズマ用ガスとして窒素ガスを使用して、平行平板電極間に高周波パワー50Wの条件で高周波を印加することでプラズマを発生させ、高周波プラズマ活性化処理を1

50

0秒行った。

次に、ドナーウェーハとハンドルウェーハを貼り合わせ350℃の熱処理で結合強度を増し、その後、紙切りバサミの刃により、剥離の起点を形成し機械的衝撃をイオン注入層に加えてイオン注入層で剥離することによりSOI基板を準備した。

以上の工程により得られた、SOI基板の面内膜厚ばらつきは5.80nmであった。

【0027】

次に、SOI基板をPACE法により処理した（工程b）。

この工程は、SOI基板の厚さ分布を光学干渉法で測定した後、エッチングガスとしてSF₆ガスを使用し、その厚さ分布に応じてエッチングを行った。処理中SF₆ガス流量は40sccm、反応チャンバ内圧力は267Pa、高周波電力は125Wに保った。

PACE処理後、SOI基板の表面粗さはRMSで3.10nmであり、面内膜厚ばらつきは1.40nmであった。ここで、膜厚均一性の指標である面内膜厚ばらつきは、測定点を放射状に361点設け、平均値からの膜厚変位の二乗和の平方根によって定義される値であり、上記膜厚は、光学干渉法または静電容量法により測定される値である。

【0028】

次に、SOI基板をアニールした（工程c）。

この工程では、アルゴン100%の雰囲気中、温度1100℃で4時間アニールした。このとき、SOI基板の膜厚減少量（エッチング量）0.5nm、処理後の表面粗さはRMSで0.26nm、面内膜厚ばらつき1.6nmであった。

このように、アルゴン100%の雰囲気中におけるアニールによるSOI基板の表面粗さは、所望の表面粗さであるRMS0.3nm以下であった。

【0029】

（実施例2）

実施例1と同様に、ただし、アニール工程（工程c）の雰囲気は水素を4体積%含むアルゴンの雰囲気中で行った。このとき、SOI基板の膜厚減少量（エッチング量）16nm、表面粗さはRMSで0.19nm、面内膜厚ばらつき11.0nmであった。

このように、水素を4体積%含むアルゴン雰囲気中におけるアニールにおいても、SOI基板の表面粗さはRMS0.3nm以下であった。

【0030】

（比較例）

実施例1と同様に、ただし、アニール工程（工程c）の雰囲気は水素100%の雰囲気中で行った。このとき、SOI基板の膜厚減少量（エッチング量）330nm、表面粗さはRMSで0.14nm、面内膜厚ばらつき24.5nmであった。

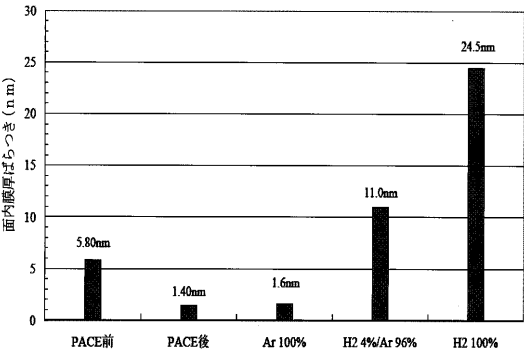
【0031】

以上の実施例及び比較例の結果を図1～3に示した。図2に示すように、本発明によれば従来の水素100%雰囲気中でのアニールに比べ大幅にエッチング作用を抑えることができ、膜厚減少を抑えて、厚さをnmレベルで制御可能である。また、図1に示すようにアニールによるSOI基板の面内膜厚ばらつきを比較的low減することができ、膜厚均一性を保つことができる。かつ、図3に示すように本発明によってSOI基板表面の粗さを所望の表面粗さ（RMS0.3nm以下）にまで平滑化できることが明らかとなった。

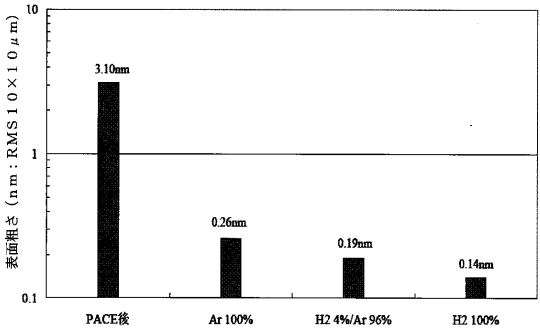
【0032】

尚、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

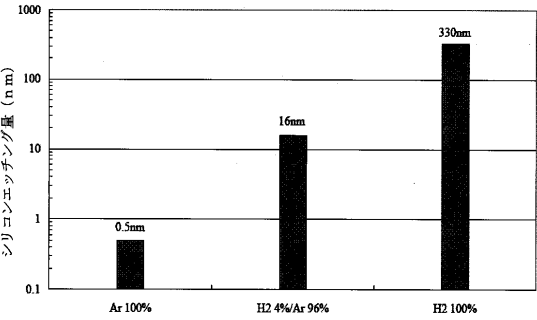
【図 1】



【図 3】



【図 2】



フロントページの続き

- (72)発明者 久保田 芳宏
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内
- (72)発明者 伊藤 厚雄
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内
- (72)発明者 田中 好一
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内
- (72)発明者 川合 信
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内
- (72)発明者 飛坂 優二
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内
- (72)発明者 田村 博
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内

合議体

審判長 松本 貢

審判官 小野田 誠

審判官 加藤 浩一

- (56)参考文献 特開2005-340622 (JP, A)
特開2006-210899 (JP, A)
特開2005-197524 (JP, A)
特開2006-202989 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L21/02

H01L21/324

H01L27/12