



Title	テトラエトキシシラン(Tetraethoxysilane:TEOS)の気相熱分解反応の速度論的・理論的研究
Author(s)	佐竹, 徹也; 反田, 哲史; 足達, 廣士
Citation	電気材料技術雑誌. 1995, 4, p. 21-28
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/81557
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

テトラエトキシシラン(Tetraethoxysilane:TEOS)の 気相熱分解反応の速度論的・理論的研究

佐竹 徹也、反田 哲史、足達 廣士

三菱電機株式会社 先端技術総合研究所
兵庫県尼崎市塚口本町八丁目1番1号

Kinetic and Theoretical Study of the Thermal Decomposition of Tetraethoxysilane (TEOS) in the Gas Phase

Tetsuya Satake, Tetsuji Sorita, Hiroshi Adachi

Mitsubishi Electric Corporation

Advanced Technology R&D Center

1-1, Tsukaguchi Honmachi 8-chome, Amagasaki, Hyogo

The thermal decomposition of tetraethoxysilane(TEOS) in the gas phase was studied analyzing growth rate profiles in the reaction gas flow direction, and using gas-chromatograph-mass-spectrometer(GC-MS) and molecular orbital(MO) calculation. The growth rate due to TEOS which was extracted from the growth rate profiles was analyzed at the various temperatures and an activation energy for the thermal decomposition of TEOS was obtained to be 42kcal/mol. As a result of GC-MS experiments and MO calculations, TEOS decomposes into silanol by eliminating ethylene.

キーワード：テトラエトキシシラン、化学気相成長、熱分解、反応機構、反応速度、分子軌道法

1. はじめに

TEOSを原料とした熱CVD法によるSiO₂膜は、4M-、16M-DRAMといった半導体メモリの下層部の微細な電極間を絶縁する「高温酸化膜」として利用されている。TEOSを原料としたSiO₂成膜機構に関しては、幾つかのグループによる研究例がある¹⁻⁵⁾。そのうち「高温酸化膜」の成膜条件に対応する、外熱(Hot Wall:H/W)式減圧CVD装置による成膜機構に関するもので、かつ気相反応を考慮した研究は、筆者の知る限りでは、S. B. Desuのグループによるもの^{1, 2)}と当グループによるもの⁵⁾

の2つである。DesuらはTEOS→中間体→SiO₂膜という反応経路を考えている、即ち成膜種はTEOSの気相での熱分解により生成する中間体1種である。またその中間体は気相中に安定に存在することから、ジエトキシシラノン(ケトン型Si化合物)を想定し、気相でのラジカル反応により生成するとしている。

当グループは東大・工・化学システム工学科の小宮山研究室との共同研究として、マイクロ/マクロキャビティ(Micro/macro Cavity:MMC)法⁶⁾により、TEOSを原料とした熱CVD法によるSiO₂成膜機構を明らかにしてきた⁵⁾。MMC法とは、成

膜炉内に拡散による物質移動が支配的な場を作り、その部分での成膜速度分布を解析することにより、成膜に寄与する成膜種の数、及び各成膜種の気相、表面反応速度定数を求める方法である。MMC 法により明らかになった TEOS を原料とした熱 CVD 法による SiO₂成膜機構を図1に示した。

MMC 法では成膜種の数と反応性（反応速度定

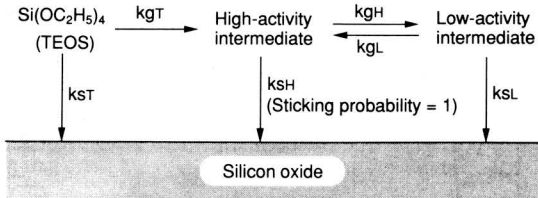


図1. MMC 解析により得られた、TEOS を原料とした熱 CVD 法による SiO₂成膜機構

Fig 1. Thermal CVD-SiO₂ film formation mechanism using TEOS analyzed by MMC method.

数)に関する情報は得られるが、成膜種の構造に関する情報は得られない。成膜種の構造に関しては熱分解ガスクロマトグラフ質量分析 (Gas-chromatograph-massspectrometer:GC-MS) 法による分析をおこなった⁷⁾。熱分解 GC-MS 法は成膜炉の排気ガスを GC-MS にて分析する手法であり、TEOS の気相熱分解反応及び基板、炉壁との表面反応の生成物のうち安定な生成物を検出する。検出された生成物は、未反応の TEOS、TEOS 二量体 (Dimer:(C₂H₅O)₃Si-O-Si(OC₂H₅)₃)、TEOS のエトキシ基の1つが水素の脱離により二重結合になったもの ((C₂H₅O)₃SiOCH=CH₂)、エチレン (CH₂=CH₂)、エタノール (C₂H₅OH)、

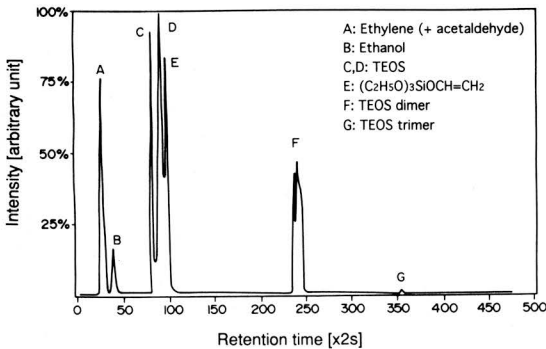


図2. TEOS の熱分解 GC-MS 分析で得られたガスクロマトグラム

Fig 2. Chromatogram of TEOS thermal decomposition products.

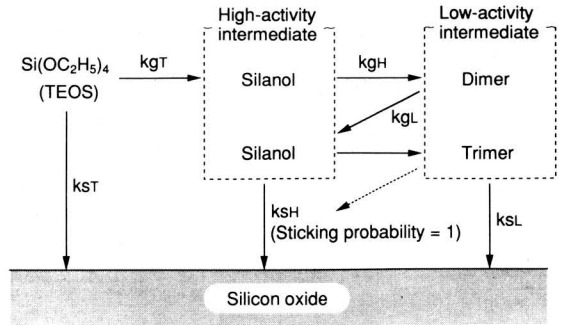


図3. MMC 解析と熱分解 GC-MS 分析とにより提案された TEOS を原料とした熱 CVD 法による SiO₂成膜機構

Fig 3. Thermal CVD-SiO₂ film formation model suggested by MMC and GC-MS analysis.

アセトアルデヒド (CH₃CHO) であった (図2)。

MMC 法と熱分解 GC-MS 法により推測される、TEOS による SiO₂成膜機構を図3に示した。TEOS の気相熱分解反応により、シラノール (Triethoxysilanol) とエチレンを生成する。シラノールは気相中で TEOS との衝突により縮合反応を起こし、TEOS 二量体 (Dimer) となる。更に反応が進むと TEOS 三量体 (Trimer) となる。即ちシラノールが高活性な成膜種であり、二量体、三量体など低重合体 (Oligomer) が低活性な成膜種である。

本研究では、上記成膜モデルの妥当性を検討するため、反応ガス流れ方向の成膜速度分布の解析と、分子軌道計算とによる TEOS の気相熱分解反応の詳細な検討をおこなった。

2. 反応ガス流れ方向の成膜速度分布解析

2.1 解析方法

2.1.1 1成膜種の場合

反応ガス流れ方向の成膜速度分布の解析方法を、成膜種が1つでシリコン酸化膜形成の場合 (図4) を例にして説明する。

1種の成膜種の表面反応速度定数を ks [m/s]、成膜種の濃度を C [mol/m³]、流入口での成膜種の濃度を C_0 [mol/m³]、反応ガス流速を u [m/s]、スリット高を H [m] とする。座標系は反応ガス流れ方向を x 軸とした1次元近似とする。成膜種の物質収支式は式(1)で表される。

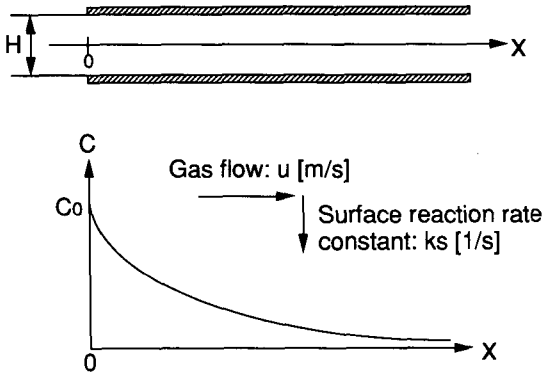


図4. 反応ガス流れ方向の成膜速度分布の解析法
(上：座標系, 下：流れ方向の原料濃度分布)
fig 4. Analysis of growth rate profile in the gas flow direction.
(above : coordinate system, below : concentration distribution of source in the gas flow direction)

$$\frac{dC}{dx} = -\frac{k_s \frac{2}{H}}{u} C \quad (1)$$

この物質収支式を式(2)の境界条件で解くと、反応ガス流れ方向の各位置での成膜種の濃度 C を示す式(3)が得られる。

$$C = C_0 \quad \text{at } x = 0 \quad (2)$$

$$C = C_0 \exp\left(-\frac{k_s \frac{2}{H}}{u} x\right) \quad (3)$$

成膜速度 G.R. は濃度 C に表面反応速度定数 k_s をかけて、更に単位を $\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ から m/s へ変換したものである。即ち成膜速度分布は $-2k_s/uH$ の傾きを持つ指数関数で表される。

$$\text{G.R.} = \frac{M}{10^6 \rho} k_s C \quad (4)$$

ここで M は SiO_2 の分子量60.1、 ρ は Si 酸化膜の密度2.65 [g/cm^3] であり、第1項は成膜速度の単位変換 ($[\text{mol}/\text{m}^2\text{s}] \rightarrow [\text{m}/\text{s}]$) の項である。

従って仮に成膜種が1つであるなら、成膜速度分布を対数プロットして、その傾きから k_s を求めることができる。

2.1.2 TEOS の場合

TEOS を原料とした熱 CVD 成膜の場合は

成膜種が3つであり、複雑である。そこで以下の2つの仮定をする。

1) スリット内部では気相反応の一部(二量体より先に進む重合反応と、シラノールと TEOS との縮合反応による二量体の生成)が無視できる。

2) TEOS の濃度は炉の最前端から基板支持体の後端まで変化しない。

まず1) に関して、二量体より先の重合反応、即ち三量体、四量体等の生成は熱分解 GC-MS 実験でも TEOS 単量体、二量体と比較すると三量体は僅かしか検出されず、四量体以上の重合度の低重合体は全く検出されないの、生成しないとすることができる。またシラノールと TEOS との縮合反応による二量体の生成に関しては、スリット空間内は表面積比が大きいの、無視できると考えられる。次に2) に関しては、MMC 法で得られた TEOS の反応速度定数より計算すると TEOS の濃度変化は本実験条件では13%以内であることと、実際の成膜結果(後述)からスリット内で成膜速度分布の平坦な部分があることにより、TEOS の濃度変化を無視することができる。

単純化されたモデルは、反応ガスの流入口より、TEOS (単量体)、シラノール、TEOS 二量体の3つの成膜種が流入して、それぞれが気相、表面反応により消費される(但し TEOS はほとんど消費されない)、というものである。即ち成膜速度分布は、シラノールと二量体それぞれの反応速度定数 k_g, k_s に対応した傾きを持つ2つの指数関数と、TEOS による一定の成膜速度との和で表される。実際にはシラノールの表面反応速度定数 $k_s H$ は非常に大きい(MMC 法では $k_s H = 158 \text{m}/\text{s}$ と見積られている)ので、流入口から流入したシラノールは即座に基板表面に付着して消費される(5mm 高のスリットの場合、シラノール濃度は流入口より0.1mm 入った所で10万分の1以下に減少する)。従って成膜速度分布 G.R. は TEOS による一定の成膜速度 G.R._T と二量体の消費を示す指数関数との和(式(5))で表される。

$$G.R. = G.R.T + G.R.L0 \exp\left(-\frac{k_L}{u} x\right) \quad (5)$$

上式により成膜速度のうち TEOS による成膜速度 $G.R.T$ を分離することができる。

TEOS の消費には2つの反応経路がある。1つは TEOS 自身が成膜種として表面反応する経路であり、反応速度定数は k_{sT} [m/s] で表される。もう1つは気相反応(熱分解)によりシラノールを生成し、シラノールが表面反応する経路であり、反応速度定数は k_{gT} (H/2) [m/s] で表される。TEOS の速度定数は2つの反応経路の速度定数の和であるから、 $k_{sT} + k_{gT}$ (H/2) [m/s] となる。従って TEOS による成膜速度は式(6)で表される。

$$G.R.T = \frac{M}{10^6 \rho} C_{T0} (k_{sT} + k_{gT} \frac{H}{2}) \quad (6)$$

C_{T0} は TEOS の初期濃度 [mol/m³] である。上式により TEOS による成膜速度 $G.R.T$ をスリット高 H に対してプロットすれば、TEOS の気相、表面反応速度定数 k_{gT} 、 k_{sT} を分離できる。即ち直線の切片に対応するのが気相反応速度定数 k_{gT} であり、傾きに対応するのが表面反応速度定数 k_{sT} である。これら気相、表面反応速度定数 k_{gT} 、 k_{sT} を各成膜温度に対して求めれば、アレニウス・プロット Arrhenius plot により気相、表面反応の活性化エネルギーを見積ることができる。

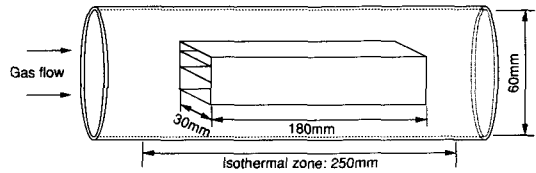
2.2 実験方法

実験に用いた基板支持体の形状および実験条件を図5に示した。

原料の TEOS はアルゴンをキャリアガスとしてバブラで反応炉に供給した。反応炉は内径60mmの石英管からなる横型 H/W 炉で、炉の温度を650°Cから750°Cの範囲で設定した。均熱帯の長さは約250mmである。全圧は5 Torr. で、TEOS 分圧は0.2Torr. とした。

基板支持体は長さ180mm x 幅30mm で、高さ方向に3つのスリットを持ち、ガスの流入口と流出口を除いて塞がれている。スリット中に長さ180mm x 幅20mm にカットした厚さ0.625mm の Si 基板を設置し、その場合のスリット高 H は0.125、0.25、0.875mm である。

TEOS のアルゴンに対する相互拡散係数 D は Chapmann-Enskog 式より算出した。反応



Experimental condition

Furnace Temp. [°C]	650	675	700	725	750
Gas flow [m/s]	0.50	0.51	0.53	0.54	0.55
D (TEOS in Ar) [10 ⁻³ m ² /s]	2.8		3.1		3.4
Peclet no. [-]	18		17		16
Total press. [Torr.]	5.0				
TEOS partial press. [Torr.]	0.20				

Slit height [mm]: 0.125, 0.25, 0.875

図5. 実験方法 (上: 基板支持体, 下: 実験条件)

Fig 5. Experimentals. (above: susceptor, below: experimental conditions)

ガスの流速 u [m/s] と拡散係数 D [m²/s] とからペクレ数 PeL ($=uL/D$, L : 代表長 [m]) を計算すると17程度となった。ペクレ数 PeL は流れと拡散の輸送速度の比を示す無次元数であり、大きいほど拡散より流れが支配的である。($PeL < 1$ なら完全混合流、 $PeL > 1$ ならプラグ流である。) 従って今回は物質輸送が流れによると考えてよく、ガス流れ方向の成膜速度分布の解析が可能である。

成膜時間は60分であり、膜厚の測定には米ナノメトリクス nanometrics 社の光干渉式膜厚計ナノスペック nanospec を使用した (Si 酸化膜の屈折率は1.45として測定した)。

2.3 結果・考察

2.3.1 ガス流れ方向の成膜速度分布

図6に成膜温度700°Cでのガス流れ方向の成膜速度分布を示した。横軸は成膜炉の均熱帯(250mm)での位置を示し、基板支持体は均熱帯の端から30mmの所にスリット入口がくるように設置してある。成膜速度はスリット入口から指数関数的に減少し、ほぼフラットな分布となる。スリット後端部分では基板支持体外部から拡散で成膜種が流入するために成膜速度が増加している。スリット中央部のフラットな部分は TEOS による成膜速度であり、この図からも定数として扱うことができることを示している。3つのスリット高それぞれの測定値に対して式(5)でフィッティングした曲線も示した。但しフィッティングはスリット後端からの拡散により成膜速度が増加

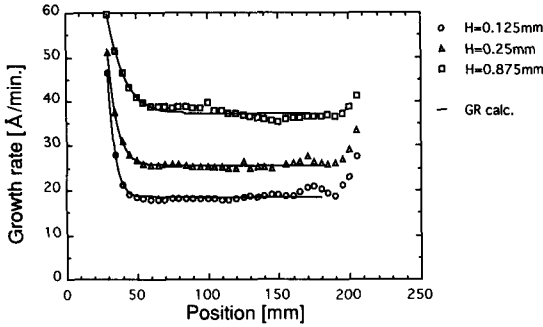


図6. 成膜速度700°Cでの成膜速度分布

Fig 6. Growth rate profile at 700°C.

している部分を除外しておこなった。

次に650、675、700、725、750°Cの各成膜温度で上記のようにして見積ったTEOSによる成膜速度G.R.Tのスリット高H依存性を図7に示した。各温度でのデータを1次式でフィッティングした。式(6)に示すように1次式の傾きと切片はTEOSの気相、表面反応速度定数 k_{gT} 、 k_{sT} にそれぞれ対応している。ここで C_{TO} にはTEOS分圧0.20Torr.を単位[mol/m³]に変換した数値を用いた。

以上のようにして650°Cから750°Cの範囲でTEOSの気相、表面反応速度定数 k_{gT} 、 k_{sT} を見積った。

2.3.2 TEOSの気相、表面反応速度定数

k_{gT} 、 k_{sT} のアレニウス・プロット

前節で見積ったTEOSの気相、表面反応速度定数 k_{gT} 、 k_{sT} のアレニウス・プロットを図8に示した。その結果、TEOSの気相、表面反応速度定数 k_{gT} 、 k_{sT} は

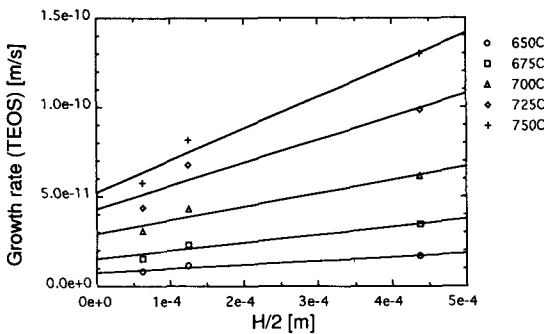


図7. TEOSによる成膜速度のスリット高依存性

Fig 7. Slit height dependence of growth rate by TEOS.

$$k_{gT} = 2.6 \times 10^9 \exp\left(-\frac{42[\text{kcal}]}{RT}\right) [1/\text{s}]$$

$$k_{sT} = 1.5 \times 10^5 \exp\left(-\frac{38[\text{kcal}]}{RT}\right) [\text{m/s}]$$

で表される。気相、表面反応の活性化エネルギーはそれぞれ42、38kcalであった。

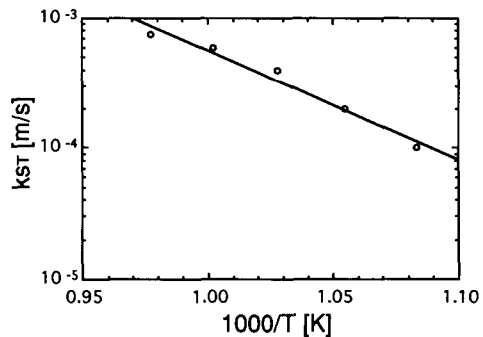
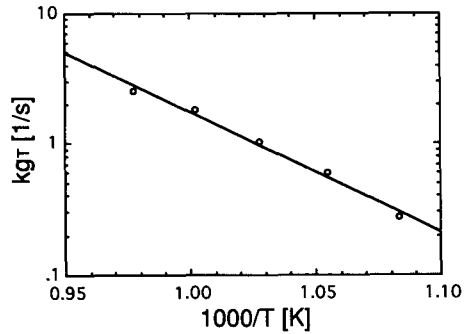


図8. TEOSの気相、表面反応速度定数 k_{gT} 、 k_{sT} のアレニウスプロット

Fig 8. Arrhenius plots of the gas phase and surface reaction rate constant of TEOS.

TEOSの気相反応はTEOSの熱分解反応により高活性な成膜種(シラノールを想定している)を生成する反応である。この反応は単分子反応であるが、単純反応(素反応)であるか複合反応であるかは不明である。単純反応であれば、TEOS→高活性成膜種の活性化エネルギーが42kcalである。複合反応であれば、TEOS→…→高活性成膜種という一連の反応のなかの最初の反応の活性化エネルギーが42kcalであり、続く反応の活性化エネルギーは42kcalより小さい。

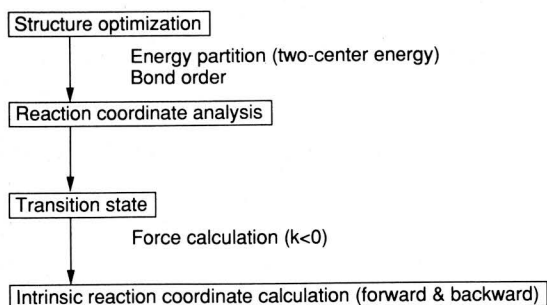


図9. 分子軌道法による反応解析計算の流れ図
Fig. 9. Flow chart of reaction analysis by molecular orbital calculations.

3. 分子軌道計算による検討

前節では TEOS の気相熱分解反応速度定数 k_{gt} を見積もり、活性化エネルギーとして 42 kcal を得た。本研究では分子軌道計算により、TEOS の気相熱分解反応を検討した。

計算方法は半経験的分子軌道法で、使用したソフトウェアは MOPAC94 (米キャッシュサイエンティフィック Cache Scientific 社製) である。パラメータは PM3 法のパラメータ・セットを用いた。ラジカルを扱うので、 α スピンと β スピンを分けて取り扱う非制限ハートリーフォック (Unrestricted Hartree-Fock: UHF) 計算をした。

3.1 計算の流れ

分子軌道計算による反応解析の手順を図9に示した。ここでは単分子反応による熱分解を対象としている。

3.1.1 対象分子の構造最適化

まず第一に計算対象となる分子の構造最適化をおこなう。分子の構造最適化は分子が大きいほど困難である。通常、分子構造の入力は Z 行列でおこなうが、計算は初期入力構造を出発点としてエネルギー勾配を小さくする方向に進む。従って最適化された構造は初期入力構造に依存する。安定な構造が複数存在する大きな分子では、最も安定な構造を決定するには複数の初期構造を与える必要がある。分子軌道法による構造最適化計算は非常に時間がかかるため、初期構造は分子力学法 (Molecular Mechanics: MM) で予め決めておく。

3.1.2 反応座標解析

次に特定の結合に関して反応座標解析をおこなう。特定した原子対の結合距離をパラメータ

(反応座標) として少しずつ (例えば 0.1 ずつ) 長くしながら構造を最適化する。場合によっては結合していない原子との結合距離を短くしたり、結合角あるいは 2 面角をパラメータとすることもある。パラメータの結合距離に対して最適化された構造の生成熱をプロットし、ポテンシャルエネルギー曲線を得る。このエネルギー曲線から遷移状態の構造が得られる。(正確には、特定の結合距離を固定しているため、遷移状態に近い構造であり、次節の構造最適化を要する。)

3.1.3 遷移状態の決定

次に、ポテンシャルエネルギー曲線から得られた遷移状態構造を初期構造として最適化する。得られた構造が遷移状態であるか否かは振動計算によって確認する。即ち力の定数 (エネルギーの 2 次微分) が唯一つの自由度 (反応座標) に関してのみ負になることが遷移状態の条件である。力の定数が負になることと振動数が虚数になることは同じ意味を持つ。

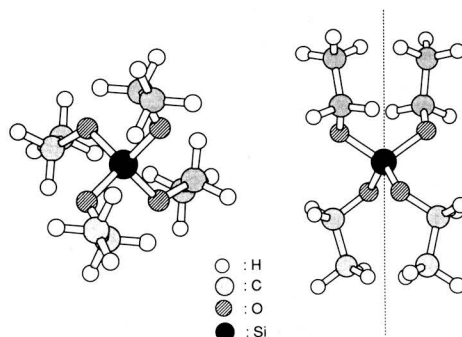


図10. TEOS の最適化構造
Fig10. Optimized structure of TEOS.

3.1.4 固有反応座標 (Intrinsic Reaction Coordinate: IRC) 計算

遷移状態で得られる虚の振動数を有する基準振動の方向が反応座標の方向に対応するから、分子構造をまずその方向にずらし、あとは勾配の方向に極小点へ至るまで計算を繰り返す。この計算を反応物へ戻る方向と生成物へ進む方向とを計算して固有反応座標が得られる。反応物から遷移状態に反応が進むことと、遷移状態から生成物に反応が進むことの確認を目的におこなう。

3.2 TEOS の最適化構造

前節の一連の計算を TEOS に対しておこなった。まず第一に TEOS の構造最適化をおこなっ

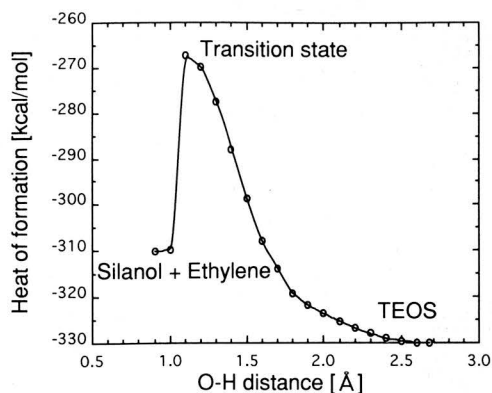


図11. エチレン脱離反応のエネルギー曲線
Fig11. Potential energy curve of ethylene elimination.

た。TEOS分子の CH_2CH_3 部分の構造を固定し、4つのエトキシ基それぞれの2つの2面角(O-Si-O-CとSi-O-C-C)をパラメータとして最適化を進めた。2面角O-Si-O-Cが60度で2面角Si-O-C-Cが120度の構造を初期入力構造とした場合が最も生成熱が低くなった。得られたTEOSの最適化構造を図10に示した。生成熱は-330.0 kcal/molであった。図10で明らかなようにTEOSの4つのエトキシ基は等価であり、2回回転軸を持ち、 C_2 に属する。

3.3 反応座標解析

TEOSの熱分解GC-MSの結果、エチレンが主な低分子量分解生成物であったことから、分子内脱離反応(E1反応)を考慮して、Oと、同一のエトキシ基の β 水素H(-C_β)との距離を反応座標とし、0.1ずつ0.9まで小さくしながら構造最適化をおこなった。ポテンシャルエネルギー曲線を図11に示した。O-H間距離が1.1の所に極大点があり、1.1より短いときの構造はシラノール($\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$)₃SiOHとエチレンであった。この極大点での構造を初期構造として構造最適化をおこない、図12の構造を得た。振動計算によりただ1つの虚数の振動数1024iを持ち、図12の構造が遷移状態であることを確認した。遷移状態構造の生成熱は-268kcal/molであった。従ってエネルギー障壁は62kcalである。図中の矢印は得られた虚数の振動数の基準振動の方向である。O-H間距離が短くなるのはOとHが結合することに対応する。 C_α - C_β 間距離が短くなるのは1重結合から2重結合になることに対応する。O-C $_\alpha$ 間とC-H間距離が長くなるのは結合が切

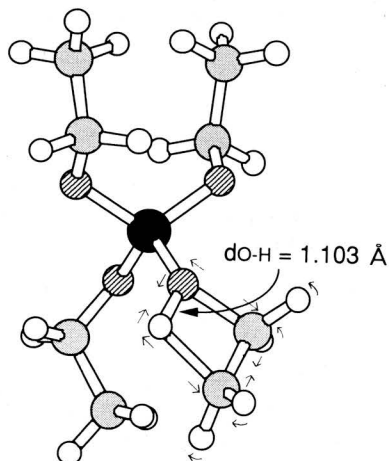


図12. エチレン脱離反応の遷移状態
Fig12. Transition state structure of ethylene elimination.

れることに対応する。4つのC-Hの変角は平面的なエチレン構造への変化に対応する。次に反応物へ戻る方向と生成物へ進む方向の両方向の固有反応座標計算を実施し、遷移状態からTEOSあるいはシラノールとエチレンに進むことを確認した。

3.4 分子軌道計算のまとめと考察

TEOSの熱分解GC-MS分析の結果、低分子量の生成物の主成分がエチレンであったことを考慮すると、実際に起こる反応はエチレンを生成する単分子脱離反応E1であると考えられる。分子軌道計算によってこの脱離反応が起こることが示された。計算によって得られた活性化エネルギーは62kcalであった。エチレンと同時に生成するシラノールが熱CVD成膜時の高活性化成膜種であると考えられる。

4. ま と め

本研究の結果を以下にまとめた。

- 1) ガス流れ方向の成膜速度分布の解析により、TEOSの気相、表面反応速度定数 k_{gT} 、 k_{sT} として次式を得た。

$$k_{gT} = 2.6 \times 10^9 \exp\left(-\frac{42[\text{kcal}]}{RT}\right) \text{ [1/s]}$$

$$k_{sT} = 1.5 \times 10^5 \exp\left(-\frac{38[\text{kcal}]}{RT}\right) \text{ [m/s]}$$

- 2) TEOSの熱分解GC-MS分析で検出されたエチレンの生成反応(脱離反応)は、分子軌

道計算により再現された。またエチレンと同様に生成するシラノールが高活性な成膜種であると考えられる。

参考文献

- 1) S. B. Desu, J. Am. Ceram. Soc. 72(9), 1615 (1989)
- 2) S. R. Kalidindi and S. B. Desu, J. Electrochem. Soc. 137(2), 624 (1990)
- 3) G. B. Raupp, F. A. Shemansky, and T. S. Cale, J. Vac. Sci. Technol. B10(6), 2422 (1992)
- 4) E. A. Hauptfear, E. C. Olson, and L. D. Schmidt, J. Electrochem. Soc. 141(7), 1943 (1994)
- 5) T. Sorita, S. Shiga, K. Ikuta, Y. Egashira, and H. komiyama, J. Electrochem. Soc. 140(10), 2952 (1993)
- 6) K. Watanabe and H. Komiyama, J. Electrochem. Soc. 137(4), 1222 (1990)
- 7) T. Satake, T. Sorita, H. Fujioka, H. Adachi, and H. Nakajima, Jpn. J. Appl. Phys. 33, 3339 (1994)

(平成7年8月20日受理)



佐竹 徹也

昭和41年3月生まれ。平成3年3月京都大学工学研究科工業化学専攻修士課程修了。同年4月三菱電機入社。生産技術研究所、先端技術総合研究所にて電子デバイス用絶縁材料の開発に従事。日本化学会、応用物理学会会員。



反田 哲史

昭和35年12月生まれ。昭和59年3月東京工業大学工学部高分子工学科卒業。同年4月三菱電機入社。生産技術研究所、先端技術総合研究所にて電子デバイス用絶縁材料の開発に従事。応用物理学会、Electrochemical Society 会員。



足達 廣士

昭和24年5月生まれ。昭和55年3月大阪大学理学研究科高分子学専攻後期課程修了。同年4月三菱電機入社。生産技術研究所、先端技術総合研究所にて電子デバイス用絶縁材料の開発に従事。理学博士。日本化学会、応用物理学会会員。