

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2011-502343

(P2011-502343A)

(43) 公表日 平成23年1月20日(2011.1.20)

(51) Int.Cl.

HO1L 21/316 (2006.01)  
 HO1L 21/768 (2006.01)  
 HO1L 23/522 (2006.01)  
 HO1L 21/31 (2006.01)

F 1

HO1L 21/316  
 HO1L 21/316  
 HO1L 21/90  
 HO1L 21/31

P  
G  
J  
F

テーマコード(参考)

5FO33  
5FO45  
5FO58

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2010-525019 (P2010-525019)  
 (86) (22) 出願日 平成20年9月12日 (2008.9.12)  
 (85) 翻訳文提出日 平成22年3月8日 (2010.3.8)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2008/076134  
 (87) 國際公開番号 WO2009/036249  
 (87) 國際公開日 平成21年3月19日 (2009.3.19)  
 (31) 優先権主張番号 11/854,937  
 (32) 優先日 平成19年9月13日 (2007.9.13)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(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  
 (74) 代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦  
 (72) 発明者 リウ, ジュンジュン  
 アメリカ合衆国 テキサス州 78752  
 オースティン ノース・ラマール・ブル  
 ヴィアード 7401 アパートメント 3  
 02号  
 (72) 発明者 トマ, ドレル アイ  
 アメリカ合衆国 テキサス州 78620  
 ドリッピング・スプリングス キャニオ  
 ン・ビュー・ロード 1036

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】誘電膜の硬化方法

## (57) 【要約】

基板上の低誘電率(low-k)誘電膜を硬化する方法が記載されている。当該低誘電率誘電膜の誘電率は約4未満である。当該方法は、前記low-k誘電膜を紫外(UV)放射線に曝露する工程を有する。前記UV曝露に続いて、前記誘電膜はIR放射線に曝露される。

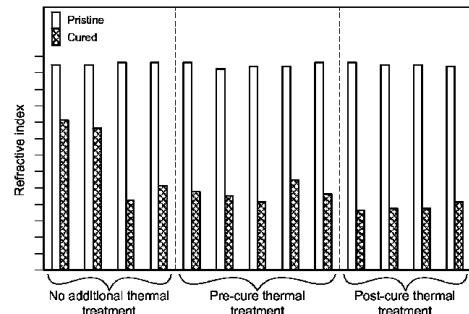


FIG. 2

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基板上の低誘電率(low-k)誘電膜を硬化する方法であって、  
当該方法は：  
硬化システム内にlow-k誘電膜を有する基板を設ける工程；  
前記硬化システム内で前記low-k誘電膜を紫外(UV)放射線に曝露するUV曝露工程；及び  
前記UV放射線に曝露する工程に続いて、前記誘電膜を赤外(IR)放射線に曝露するIR曝露  
工程；  
を有し、  
前記low-k誘電膜の誘電率は4未満である、  
方法。

10

**【請求項 2】**

前記IR曝露工程中、前記基板の温度を200 から600 の範囲である熱処理温度にまで昇温することによって前記low-k誘電膜を加熱する工程をさらに有する、請求項1に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記熱処理温度が350 から450 の範囲である、請求項2に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記UV曝露工程中、前記基板の温度を200 から600 の範囲である硬化温度にまで昇温することによって前記low-k誘電膜を加熱する工程をさらに有する、請求項1に記載の方法。  
。

20

**【請求項 5】**

前記硬化温度が300 から500 の範囲である、請求項4に記載の方法。

**【請求項 6】**

前記IR曝露工程が前記硬化システムとは異なる処理システム内で行われる、請求項1に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記誘電膜をUV放射線に曝露する工程は、1つ以上のUVランプ、1つ以上のUV LED、1つ以上のUVレーザー、又は上記2つ以上の組合せからのUV放射線に前記誘電膜を曝露する工程を有する、請求項1に記載の方法。

30

**【請求項 8】**

前記誘電膜をUV放射線に曝露する工程は、100nmから600nmの範囲の波長を有するUV放射線に前記誘電膜を曝露する工程を有する、請求項1に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記誘電膜をUV放射線に曝露する工程は、200nmから400nmの範囲の波長を有するUV放射線に前記誘電膜を曝露する工程を有する、請求項1に記載の方法。

**【請求項 10】**

前記誘電膜をIR放射線に曝露する工程は、1つ以上のIRランプ、1つ以上のIR LED、1つ以上のIRレーザー、又は上記2つ以上の組合せからのIR放射線に前記誘電膜を曝露する工程を有する、請求項1に記載の方法。

40

**【請求項 11】**

前記誘電膜をIR放射線に曝露する工程は、1 μmから25 μmの範囲の波長を有するIR放射線に前記誘電膜を曝露する工程を有する、請求項1に記載の方法。

**【請求項 12】**

前記誘電膜をIR放射線に曝露する工程は、8 μmから14 μmの範囲の波長を有するIR放射線に前記誘電膜を曝露する工程を有する、請求項1に記載の方法。

**【請求項 13】**

前記誘電膜をUV放射線に曝露する工程は、該UV放射線の曝露中の少なくとも一部の期間で前記誘電膜をIR放射線に曝露する工程をさらに有する、請求項1に記載の方法。

**【請求項 14】**

50

前記誘電膜をIR放射線に曝露する工程は、8μmから14μmの範囲の波長を有するIR放射線に前記誘電膜を曝露する工程を有する、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記UV曝露工程前に前記基板を乾燥システムに設ける工程；

前記誘電膜上又は該膜中の汚染物除去又は部分的に除去するため、乾燥プロセスに従つて前記誘電膜を乾燥させる工程；及び

真空条件を維持しながら前記基板を前記乾燥システムから前記硬化システムへ搬送する工程；

をさらに有する、請求項1に記載の方法。

【請求項16】

前記IR曝露工程に続いて、前記誘電膜上への他の層の堆積、前記誘電膜の洗浄、又は前記誘電膜のプラズマへの曝露のうちの1つ以上を実行することによって前記誘電膜を処理する工程をさらに有する、請求項1に記載の方法。

【請求項17】

前記low-k誘電膜の誘電率が2.5以下である、請求項1に記載の方法。

【請求項18】

前記low-k誘電膜が、無機誘電膜、有機誘電膜、有機-無機ハイブリッド誘電膜、有孔性誘電膜、若しくは非有孔性誘電膜、又は上記2つ以上の組合せを有する、請求項17に記載の方法。

【請求項19】

前記low-k誘電膜がシロキサンベースのオルガノシリケートlow-k材料を有し、

前記UV放射線が200nmから300nmの範囲の波長を有し、かつ

前記IR放射線が9μmから10μmの範囲の波長を有する、

請求項1に記載の方法。

【請求項20】

制御システム上で実行するためのプログラム命令を有するコンピュータによる読み取り可能な媒体であつて、前記制御システムによって実行されるときに、当該コンピュータによる読み取り可能な媒体は、硬化システムに：

硬化システム内にlow-k誘電膜を有する基板を設ける工程；

前記硬化システム内で前記low-k誘電膜を紫外(UV)放射線に曝露する工程；及び

前記UV放射線に曝露する工程に続いて、前記誘電膜を赤外(IR)放射線に曝露する工程；を実行させ、

前記low-k誘電膜の誘電率は4未満である、

コンピュータによる読み取り可能な媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、誘電膜の処理方法に関し、より詳細には、低誘電率(low-k)誘電膜の硬化及び熱処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体技術の専門家に知られているように、相互接続遅延は、集積回路(IC)の速度と性能を改善する上において主要な制限要因となる。相互接続遅延を最小限に抑制するための1つの方法は、ICデバイス中の金属ワイヤ用の絶縁誘電体として低誘電率(low-k)材料を用いることによって相互接続キャパシタンスを減少させることである。よって近年、low-k材料は、たとえば二酸化シリコンのような比較的高誘電率の絶縁材料に代わるものとして開発してきた。特にlow-k膜は、半導体デバイス中の金属ワイヤ間の層間及び層内誘電層に利用されている。それに加えて絶縁材料の誘電率をさらに減少させるため、孔を有する材料膜、つまり有孔性low-k誘電膜が形成される。そのようなlow-k膜は、フォトレジストの成膜と同様なスピノン誘電体(SOD)法又は化学気相成長(CVD)法によって堆積されて

10

20

30

40

50

良い。よってlow-k材料の利用は、既存の半導体製造プロセスにすぐに適用可能である。

【0003】

Low-k材料は従来の二酸化シリコンよりも耐久性が弱く、かつ材料強度は、孔の導入によってさらに劣化する。有孔性low-k膜はプラズマ処理中に容易に損傷する恐れがあるため、機械的強度を増大させるプロセスが望ましい。有孔性low-k誘電体の材料強度を改善することが、集積の成功にとって重要であることは理解されている。機械的強度の増大を目的として、有孔性low-k膜をより耐久性あるものにして集積に適するようするための代替硬化手法が利用されている。

【0004】

ポリマーの硬化は、たとえばスピノン法又は気相成長法（たとえば化学気相成長CVD）を用いることによって堆積される薄膜が該薄膜内部で架橋を引き起こすために処理されるプロセスを含む。硬化プロセス中、フリーラジカルの重合化が架橋を起こす主要経路だと理解されている。ポリマー鎖が架橋することで、機械的特性-たとえばヤング率、膜の硬さ、破壊強度、及び界面接合-が改善されることで、low-k膜の製造耐久性が改善される。

【0005】

誘電率の非常に低い有孔性誘電膜を形成する方法には様々なものがあるので、堆積後処理（硬化）の目的は膜によって異なることがあり得る。そのような目的にはたとえば、湿気の除去、溶媒の除去、有孔性誘電膜内に孔を生成するのに用いられるポロゲンの焼却、係る膜の機械的特性の改善等が含まれる。

10

20

20

30

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第7622378号明細書

【特許文献2】国際公開第2008/030663号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

これまで低誘電率(low-k)材料は、CVD膜については300 ~ 400 の範囲の温度で熱的に硬化される。たとえば加熱炉による硬化は、強くて密な誘電率が約2.5よりも大きいlow-k膜を作製するのには十分であった。しかし気孔率の高い有孔性誘電膜（たとえば超low-k膜）を処理するときには、熱処理によって到達可能な架橋の程度は、耐久性を有する相互接続構造にとって適切な強度の膜を作製する上でもはや十分ではない。

【0008】

熱硬化中、適切な大きさのエネルギーが、損傷させることなく誘電膜に供給される。しかしそのような温度の範囲内では、わずかなフリーラジカルしか生成することができない。硬化されるlow-k膜中には実際わずかな大きな熱エネルギーしか吸収され得ない。その理由は、熱と基板との結合において熱エネルギーが失われるため、及び周囲の環境で熱が失われるためである。従って高い温度及び長い硬化時間が、一般的なlow-kの加熱炉による硬化にとっては必要である。しかし熱収支が高くて、熱硬化での開始剤の不足及びlow-k膜が堆積されたままの状態での多量のメチル終端の存在により、必要な程度の架橋を実現することは非常に難しくなる。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、誘電膜の処理方法に関し、より詳細には、低誘電率(low-k)誘電膜の硬化及び熱処理方法に関する。

【0010】

実施例によると、基板上で低誘電率(low-k)誘電膜を硬化する方法及びコンピュータによる読み取り可能な媒体が記載されている。前記low-k誘電膜の誘電率は約4未満の値である。当該方法は前記low-k誘電膜を紫外(UV)放射線に曝露する工程を有する。前記UV曝露

50

に続いて、前記誘電膜はIR放射線に曝露される。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施例による誘電膜の処理方法に係るフローチャートである。

【図2】誘電膜を処理するための典型的なデータを与えていた。

【図3】A-Cは、本発明の実施例による乾燥システム及び硬化システムのための搬送システムの概略図である。

【図4】本発明の他の実施例による乾燥システムの概略的断面図である。

【図5】本発明の他の実施例による硬化システムの概略的断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以降の説明では、本発明の完全な理解を助けるため、及び限定ではない説明を目的として、処理システムの具体的構造や様々な部品及び処理の記載といった具体的詳細について説明する。しかし本発明はこれらの具体的詳細から逸脱した他の実施例でも実施可能であることに留意して欲しい。

【0013】

本願発明者らは、代替硬化方法が、熱硬化だけを行った際に生じる問題の一部を解決することを認識していた。たとえば代替硬化方法は、熱硬化プロセスと比較して、エネルギー輸送の点でより効率的であり、かつ高エネルギー粒子-たとえば加速電子、イオン、又は中性粒子-の状態、又は高エネルギー光子の状態で得られる高エネルギー準位は、low-k膜中で容易に電子を励起することができるので、効率的に化学結合を破壊して側鎖基を解離する。これらの代替硬化法は、架橋開始剤(フリーラジカル)の生成を助け、かつ実際の架橋に必要なエネルギー輸送を改善することが可能である。その結果、架橋の程度は熱収支が減少しても増大可能である。

【0014】

それに加えて本願発明者らは、low-k及び超low-k(ULK)膜(誘電率が約2.5未満のもの)の集積にとって、膜の強度が大きな問題になることで、代替硬化法が、そのような膜の機械的特性を改善しうることを認識していた。low-k及びULK膜の誘電特性及び膜の疎水性を犠牲にすることなく、そのlow-k及びULK膜の機械的強度を改善するためにそのlow-k及びULK膜を硬化させるのに、たとえば電子ビーム(EB)、紫外(UV)放射線、赤外(IR)放射線、及びマイクロ波(MW)放射線が用いられて良い。

【0015】

しかしたとえEB、UV、IR、及びMW硬化法がそれぞれ独自の利点を有しているとしても、これらの手法もまた限界を有している。たとえばEBやUVといった高エネルギー硬化源は高エネルギー準位を供することで、架橋にとって十分なフリーラジカルよりも多くのフリーラジカルを生成することが可能である。その結果、補助的な基板加熱でもかなり機械的特性が改善される。その一方で電子及びUV光子は、化学結合の無差別的な解離を引き起こす恐れがある。その結果、膜の所望な物理的及び電気的特性-たとえば疎水性の喪失、膜の残留応力の増大、孔構造の崩壊、膜の緻密化、及び誘電率の増大-に悪影響が生じる恐れがある。さらに低エネルギー硬化源-たとえばIRやMW硬化-は熱輸送効率において顕著な改善を供することが可能だが、そのうちに副作用-たとえば表面層の緻密化(IR)及びアーク放電又はトランジスタの損傷(MW)-を生じさせる。

【0016】

本発明の実施例によると、基板上の低誘電率(low-k)誘電膜を硬化させる方法が記載されている。前記low-k誘電膜の誘電率は約4未満の値である。当該方法は前記low-k誘電膜を紫外(UV)放射線に曝露する工程を有する。前記UV曝露に続いて、前記誘電膜はIR放射線に曝露される。

【0017】

UV曝露中に、low-k誘電膜は、基板温度を約200～約600の範囲の硬化温度にまで昇温することによって加熱されて良い。あるいはその代わりに、硬化温度は約300～約500

の範囲の範囲であっても良い。さらにUV曝露中、low-k誘電膜はIR放射線に曝露されても良い。

【0018】

UV曝露の後に、low-k誘電膜は、基板温度を約200～約600の範囲の熱処理温度にまで昇温することによって加熱されて良い。あるいはその代わりに、熱処理温度は約300～約500の範囲の範囲であっても良い。望ましくは、熱処理温度は約350～約450の範囲である。

【0019】

ここで図1を参照すると、本発明の実施例による基板上の誘電膜を処理する方法が記載されている。被処理基板は、半導体、金属導体、又は上に誘電膜が形成される他の任意の基板であって良い。(乾燥及び/若しくは硬化前、並びに/又は乾燥及び/若しくは硬化後において)誘電膜は、約4であるSiO<sub>2</sub>の誘電率(たとえば熱二酸化シリコンの誘電率は3.8～3.9の範囲であって良い)よりも低い誘電率を有して良い。本発明の様々な実施例では、(乾燥及び/若しくは硬化前、並びに/又は乾燥及び/若しくは硬化後において)誘電膜は、3.0未満、2.5未満、又は1.6～2.7の誘電率を有して良い。

10

【0020】

誘電膜は、低誘電率(low-k)膜又は超low-k膜として説明されても良い。誘電膜はたとえば、ポロゲン焼却前での誘電率がポロゲン焼却後の誘電率よりも高い二相有孔性low-k膜を有して良い。それに加えて誘電膜は湿気及び/又は他の汚染物を有して良い。湿気及び/又は他の汚染物は、乾燥及び/又は硬化前の誘電率を乾燥及び/又は硬化後の誘電率よりも高くする。

20

【0021】

誘電膜は、たとえば東京エレクトロン株式会社(TEL)から市販されているクリーントラックACT8SODやACT12SODコーティングシステムで供される化学気相成長(CVD)法又はスピオン誘電体(SOD)法を用いて堆積されて良い。クリーントラックACT8(200nm)及びACT12(300nm)コーティングシステムは、SOD材料用のコーティング、ベーキング、及び硬化装置を供する。そのトラックシステムは、100mm、200mm、300mm、及びそれ以上のサイズの基板を処理するように備えられて良い。化学気相成長(CVD)法又はスピオン誘電体(SOD)法の分野の通常の知識を有する者に知られている、基板上に誘電膜を形成する他のシステム及び方法も本発明に適している。

30

【0022】

誘電膜はたとえば、低誘電率(すなわちlow-k)誘電膜とみなされて良い。誘電膜は、有機材料、無機材料、及び無機-有機ハイブリッド材料のうちの少なくとも1つを有して良い。それに加えて誘電膜は有孔性であっても良いし、又は非有孔性であっても良い。たとえば誘電膜は、CVD法を用いて堆積された無機のシリケートベース材料-たとえば酸化オルガノシリケート(又はオルガノシロキサン)-を有して良い。そのような膜の例には、アプライドマテリアルズ(Applied Materials)社から市販されているブラックダイアモンド(Black Diamond)(商標)CVDオルガノシリケートガラス(OSG)、又はノベラスシステムズ(Novellus Systems)社から市販されているコーラル(Coral)(商標)CVD膜が含まれる。それに加えてたとえば有孔性誘電体膜は単相材料を有して良い。単相材料とはたとえば、硬化プロセス中の架橋を抑制して小さな気泡(すなわち孔)を生成する終端の有機側鎖基を有するシリコン酸化物ベースの母体である。それに加えてたとえば有孔性誘電膜は二相材料を有して良い。二相材料とはたとえば硬化プロセス中に分解及び揮発する有機材料(たとえばポロゲン)を含むシリコン酸化物ベースの母体のような材料である。あるいはその代わりに誘電膜は、SOD法を用いて堆積される無機のシリケートベースの材料を有して良い。無機のシリケートベースの材料とはたとえば、水素シルセスキオキサン(HSQ)又はメチルシルセスキオキサン(MSQ)である。そのような膜の例には、ダウコーニング(Dow Corning)社から市販されているFox HSQ、ダウコーニング社から市販されているXLK有孔性HSQ、及びJSRマイクロエレクトロニクスから市販されているJSR LKD-5109が含まれる。さらにあるいはその代わりに誘電膜には、SOD法を用いて堆積された有機材料が

40

50

含まれて良い。そのような膜の例には、ダウコーニング社から市販されているSiLK-I、SiLK-J、SiLK-H、SiLK-D、有孔性SiLK-T、有孔性SiLK-Y、及び有孔性SiLK-Z半導体誘電体樹脂、並びにハネウェル(Honeywell)社から市販されているFLARE(商標)とナノガラス(Nano-glass)が含まれる。

【0023】

当該方法は、第1処理システム内にて基板上の誘電膜を任意で乾燥させる510で開始されるフローチャート500を有する。第1処理システムは、誘電膜中の1つ以上の汚染物を(部分的に)除去するように備えられた乾燥システムを有して良い。1つ以上の汚染物にはたとえば、湿気、溶媒、ポロゲン、又は後続の硬化プロセスと干渉する恐れのある他の汚染物が含まれる。

10

【0024】

520では、誘電膜はUV放射線に曝露される。誘電膜のUV支援硬化は第2処理システム内で実行されて良い。第2処理システムは硬化システムを有して良い。前記硬化システムは、たとえば誘電膜の機械的特性を改善するため、その誘電膜内部で架橋を(部分的に)引き起こすことによって、その誘電膜のUV支援硬化を行うように備えられている。乾燥プロセスに続いて、基板は、汚染を最小限に抑制するため、真空中で第1処理システムから第2処理システムへ搬送されて良い。

【0025】

UV放射線への誘電膜の曝露は、1つ以上のUVランプ、1つ以上のUV LED(発光ダイオード)、1つ以上のUVレーザー、又はこれらの組合せからのUV放射線に誘電膜を曝露する工程を有して良い。UV放射線は、波長にして約100nm～約600nmの範囲であって良い。望ましくはUV放射線は、波長にして約200nm～約400nmの範囲であり、より望ましくは波長にして約200nm～約300nmの範囲である。

20

【0026】

UV放射線への誘電膜の曝露中では、誘電膜は、約200～約600の範囲である硬化温度にまで基板温度を昇温することによって加熱されて良い。あるいはその代わりに硬化温度は約300～約500の範囲であって良い。

【0027】

任意で、UV放射線への誘電膜の曝露中に誘電膜はIR放射線に曝露されて良い。IR放射線への誘電膜の曝露は、1つ以上のIRランプ、1つ以上のIR LED(発光ダイオード)、1つ以上のIRレーザー、又はこれらの組合せからのIR放射線に誘電膜を曝露する工程を有して良い。IR放射線は、波長にして約1μm～約25μmの範囲であって良い。望ましくはIR放射線は、波長にして約8μm～約14μmの範囲である。

30

【0028】

530では、UV曝露に続いて、誘電膜はIR放射線に曝露される。IR放射線への誘電膜の曝露は、1つ以上のIRランプ、1つ以上のIR LED(発光ダイオード)、1つ以上のIRレーザー、又はこれらの組合せからのIR放射線に誘電膜を曝露する工程を有して良い。IR放射線は、波長にして約1μm～約25μmの範囲であって良い。望ましくはIR放射線は、波長にして約8μm～約14μmの範囲である。

40

【0029】

さらにIR曝露中、誘電膜は、約200～約600の範囲である熱処理温度にまで基板温度を昇温することによって加熱されて良い。あるいはその代わりに熱処理温度は約300～約500の範囲であって良い。またあるいはその代わりに熱処理温度は約350～約550の範囲であって良い。

【0030】

上述したように、IR曝露中、誘電膜はIRエネルギーの吸収を介して加熱されうる。しかしその加熱は、基板ホルダ上に基板を設けることによって基板を伝熱的に加熱する工程、及び加熱装置を用いて基板ホルダを加熱する工程をさらに有して良い。たとえば加熱装置は抵抗加熱素子を有して良い。

【0031】

50

本願発明者らは、与えられるエネルギー準位( $h$ )及びそのエネルギーが誘電膜に与えられる頻度が、硬化プロセスの様々な段階中で変化することを認識していた。硬化プロセスは、架橋開始剤の生成、ポロゲンの焼却、ポロゲンの分解、膜の架橋、及び任意で架橋開始剤の拡散についての機構を含んで良い。各機構は、各異なるエネルギー準位及びエネルギーが誘電膜に与えられる頻度を必要とすると考えられる。

#### 【0032】

たとえば母体材料の硬化中、架橋開始剤は、光子及びその母体材料内部で光子によって誘起される結合の解離を用いることによって生成されて良い。結合の解離は、約300～400nm以下の波長を有するエネルギー準位を必要とするものと思われる。それに加えてたとえば、ポロゲンの焼却は、感光剤による光子の吸収によって促進することが可能である。ポロゲンの焼却はUV波長-たとえば約300～400nm以下の波長-を必要とするものと思われる。

10

#### 【0033】

さらにたとえば、架橋は、結合の形成及び再構成に十分な熱エネルギーによって促進することができる。結合の形成及び再構成は、約9μmの波長を有するエネルギー準位を必要すると考えられる。このエネルギーはたとえば、シロキサンベースのオルガノシリケートlow-k材料での主吸収ピークに相当する。UV曝露に続く誘電膜のIR曝露は、UV曝露と同一の処理システム-つまり第2処理システム-内で行われても良い。あるいはその代わりに、UV曝露に続く誘電膜のIR曝露は、UV曝露とは異なる処理システム内で行われても良い。たとえば誘電膜のIR曝露は第3処理システム-内で行われても良い。基板は、汚染を最小限に抑制するため、真空下で第2処理システムから第3処理システムへ搬送されて良い。

20

#### 【0034】

さらに任意の乾燥プロセス、UV曝露プロセス、及びIR曝露プロセスに続いて、誘電膜は任意で、硬化した誘電膜を改質するように備えられた後処理システム内で後処理されて良い。たとえば後処理システムは、接合の促進又は疎水性の改善のため、誘電膜上に別の膜をスピンドルコーティング又は気相成長する工程を有して良い。あるいはその代わりにたとえば、接合の促進は、後処理システム内において誘電膜をイオンと軽く衝突させることによって実現されて良い。しかも後処理は、誘電膜上への別の膜の堆積を1回以上行う工程又は誘電膜をプラズマに曝露する工程を有して良い。

30

#### 【0035】

ここで図2を参照すると、誘電膜の処理についての典型的なデータが供されている。誘電膜は、化学気相成長(CVD)法を用いて生成された2相材料を含む有孔性誘電膜を有する。図2に図示されているように、複数の基板についての屈折率が与えられている。ここで各基板はその上に、266nmのUV放射線に曝露されることによって硬化する誘電膜を有する。初期の状態の、つまり硬化前の誘電膜についての屈折率(白抜き)と、対応する硬化した誘電膜についての屈折率(網掛け)が供されている。図2に図示されているように、硬化プロセスは屈折率の減少を引き起す。よって第2相成分の除去及び孔の形成が示唆される。

#### 【0036】

さらに図2を参照すると、4つの基板について(初期の状態の膜と硬化された膜の)屈折率が供されている。ここでは硬化プロセスの前後いずれにおいても誘電膜について追加の熱処理は行われていない(つまり「追加の熱処理が行われていない状態」)。それに加えて、5つの基板について(初期の状態の膜と硬化された膜の)屈折率が供されている。ここでは誘電膜は硬化プロセス前に加熱される(つまり「硬化前に熱処理が行われた状態」)。さらに4つの基板について(初期の状態の膜と硬化された膜の)屈折率が供されている。ここでは誘電膜は硬化プロセス後に加熱される(つまり「硬化後に熱処理が行われた状態」)。後二者では、誘電膜が硬化前処理又は硬化後処理のいずれかを経るとき、その誘電膜は約9.4μmのIR放射線に曝露される。図2に図示されているように、誘電膜を前加熱又は後加熱することで、(追加加熱しない場合と比較して)屈折率が減少する。このことは、第2相成分を除去するためのより効率的なプロセスを示唆していると考えられる。しかも誘電膜を後加熱することで、前加熱した場合と比較して屈折率がさらに減少する。

40

50

## 【0037】

波長すなわちIR放射線の波長帯と温度は、熱処理プロセスにとって重要である一方で、熱処理プロセスに係る時間もまた重要である。本願発明者らは、後加熱温度と時間への依存性が、(複数の種類の)第2相成分(たとえばポロゲン)の残余物が外へ向かう拡散を駆動する拡散制御プロセスであることを示唆していることを発見した。

## 【0038】

本発明の一の実施例によると、図3Aは、本発明の一の実施例による基板上の誘電膜を処理するための処理システム1を図示している。当該処理システム1は、乾燥システム10及び該乾燥システム10に結合する硬化システム20を有する。たとえば乾燥システム10は、前記誘電膜中の1つ以上の汚染物を除去するか、又は十分なレベルにまで減らすように備えられて良い。前記1つ以上の汚染物にはたとえば、湿気、溶媒、ポロゲン、又は前記硬化システム20内で行われる硬化プロセスを妨害する恐れのある他の汚染物が含まれる。

10

## 【0039】

たとえば乾燥プロセス前から乾燥プロセス後に至るまで誘電膜中に存在する特定の汚染物が十分に減少することには、その特定の汚染物が約10%から約100%減少することが含まれて良い。汚染物の減少レベルは、フーリエ赤外(FTIR)分光法又は質量分析法を用いて測定されて良い。あるいはその代わりにたとえば、誘電膜中に存在する特定の汚染物が十分に減少することの範囲は、その特定の汚染物が約50%から約100%減少することであって良い。あるいはその代わりにたとえば、誘電膜中に存在する特定の汚染物が十分に減少することの範囲は、その特定の汚染物が約80%から約100%減少することであって良い。

20

## 【0040】

さらに図3Aを参照すると、硬化システム20は、たとえば誘電膜の機械的特性を改善するため、その誘電膜内で架橋を(部分的に)引き起こすことによって、その誘電膜を硬化させるように備えられて良い。さらに硬化システム20は、架橋の開始、ポロゲンの焼却、ポロゲンの分解等を(部分的に)引き起こすことによって、その誘電膜を硬化させるように備えられて良い。硬化システム20は、誘電膜を有する基板を複数の電磁(EM)波長でEM放射線に曝露するように備えられた1つ以上の放射線源を有して良い。たとえば1つ以上の放射線源は、紫外(UV)放射線源及び任意の赤外(IR)放射線源を有して良い。UV放射線源及び任意のIR放射線源への基板の曝露は、同時、順次、又は互いに重なるように行われて良い。順次曝露中、UV放射線への基板の曝露は、たとえばIR放射線への基板の曝露に先立って行われて良いし、又はその反対であっても良い。

30

## 【0041】

たとえばIR放射線は、約1μm～約25μmの範囲で、望ましくは約8μm～約14μmの範囲であるIR波長帯源を有して良い。それに加えて、たとえばUV放射線は、約100ナノメートル(nm)～約600nmの範囲で、望ましくは約200nm～約400nmの範囲である放射線を生成するUV波長帯源を有して良い。

## 【0042】

また図3Aに図示されているように、搬送システム30は、乾燥システム10及び硬化システム20に対して基板を搬入出するために乾燥システムと結合して良く、かつ多重構成要素製造システム40と基板を交換して良い。搬送システム30は、真空環境を維持しながら乾燥システム10及び硬化システム20に対して基板を搬入出して良い。乾燥システム10、硬化システム20、及び搬送システム30はたとえば、多重構成要素製造システム40内に1つの処理用構成要素を有して良い。たとえば多重構成要素製造システム40は、処理用構成要素に対して基板の搬入出を可能にする。処理用構成要素にはたとえば、エッティングシステム、堆積システム、コーティングシステム、パターニングシステム、計測システム等が含まれる。第1システム内で生じるプロセスと第2システム内で生じるプロセスを分離するため、分離集合体50が各システムを結合するのに利用されて良い。たとえば分離集合体50は、断熱を供する断熱集合体、及び真空分離を供するゲートバルブ集合体のうちの少なくとも1つを有して良い。乾燥システム10、硬化システム20、及び搬送システム30は如何なる順序で設けられても良い。

40

50

## 【0043】

上述したように、基板のIR曝露は、乾燥システム10、硬化システム20、又は分離処理システム（図示されていない）内で行われて良い。

## 【0044】

あるいはその代わりに、本発明の他の実施例では、図3Bは基板上の誘電膜を処理するための処理システム100を図示している。当該処理システム100は、乾燥システム110と硬化システム120の「クラスタ装置」の構成を有する。たとえば乾燥システム110は、前記誘電膜中の1つ以上の汚染物を除去するか、又は十分なレベルにまで減らすように備えられて良い。前記1つ以上の汚染物にはたとえば、湿気、溶媒、ポロゲン、又は前記硬化システム120内で行われる硬化プロセスを妨害する恐れのある他の汚染物が含まれる。それに加えてたとえば、硬化システム120は、たとえば誘電膜の機械的特性を改善するため、その誘電膜内部で架橋を（部分的に）引き起こすことによって、その誘電膜を硬化するように備えられている。さらに処理システム100は任意で、硬化した誘電膜を改質するように備えられた後処理システム140を任意で有する。たとえば後処理システムは、後続の膜の接合の促進又は疎水性の改善のため、誘電膜上に別の膜をスピンドルコーティング又は気相成長する工程を有して良い。あるいはその代わりたとえば、接合の促進は、たとえば基板をプラズマに曝露することで、後処理システム内において誘電膜をイオンと軽く衝突させることによって実現されて良い。

10

## 【0045】

また図3Bに図示されているように、搬送システム130は、基板を乾燥システム110に対して搬入出するため、乾燥システム110と結合して良く、基板を硬化システム120に対して搬入出するため、硬化システム120と結合して良く、かつ基板を後処理システム140に対して搬入出するため、後処理システム140と結合して良い。搬送システム130は、真空環境を維持しながら、基板を、乾燥システム110、硬化システム120、及び任意の後処理システム140に対して搬入出して良い。

20

## 【0046】

それに加えて搬送システム130は、1つ以上の基板カセット（図示されていない）と基板をやり取りして良い。たとえ2又は3の処理システムしか図3Bには図示されていないとしても、エッチングシステム、堆積システム、コーティングシステム、パターニングシステム、計測システム等を含む他の処理システムが、搬送システム130とアクセスしても良い。乾燥システム内で生じるプロセスと硬化システム内で生じるプロセスを分離するため、分離集合体150が、各システムを結合するのに利用されて良い。たとえば分離集合体150は、断熱を供する断熱集合体、及び真空分離を供するゲートバルブ集合体のうちの少なくとも1つを有して良い。それに加えてたとえば、搬送システム130が分離集合体150の一部として機能しても良い。

30

## 【0047】

上述したように、基板のIR曝露は、乾燥システム110、硬化システム120、又は分離処理システム（図示されていない）内で行われて良い。

## 【0048】

あるいはその代わりに、本発明の他の実施例では、図3Cは基板上の誘電膜を処理するための処理システム200を図示している。当該処理システム200は、乾燥システム210及び硬化システム220を有する。たとえば乾燥システム210は、前記誘電膜中の1つ以上の汚染物を除去するか、又は十分なレベルにまで減らすように備えられて良い。前記1つ以上の汚染物にはたとえば、湿気、溶媒、ポロゲン、又は硬化システム220内で行われる硬化プロセスを妨害する恐れのある他の汚染物が含まれる。それに加えてたとえば、硬化システム220は、たとえば誘電膜の機械的特性を改善するため、その誘電膜内部で架橋を（部分的に）引き起こすことによって、その誘電膜を硬化するように備えられている。さらに処理システム200は任意で、硬化した誘電膜を改質するように備えられた後処理システム240を任意で有する。たとえば後処理システムは、後続の膜の接合の促進又は疎水性の改善のため、誘電膜上に別の膜をスピンドルコーティング又は気相成長する工程を有して良い。あるいは

40

50

はその代わりたとえば、接合の促進は、たとえば基板をプラズマに曝露することで、後処理システム内において誘電膜をイオンと軽く衝突させることによって実現されて良い。

#### 【0049】

乾燥システム210、硬化システム220、及び後処理システム240は、水平に配置されて良いし、又は垂直に配置（つまり積層させて）も良い。また図3Cに図示されているように、搬送システム230は、基板を乾燥システム210に対して搬入出するため、乾燥システム210と結合して良く、基板を硬化システム220に対して搬入出するため、硬化システム220と結合して良く、かつ基板を後処理システム240に対して搬入出するため、後処理システム240と結合して良い。搬送システム230は、真空環境を維持しながら、基板を、乾燥システム210、硬化システム220、及び任意の後処理システム240に対して搬入出して良い。搬送システム230は、真空環境を維持しながら、基板を、乾燥システム210、硬化システム220、及び任意の後処理システム240に対して搬入出して良い。

10

#### 【0050】

それに加えて搬送システム230は、1つ以上の基板カセット（図示されていない）と基板をやり取りして良い。たとえ2又は3の処理システムしか図3Cには図示されていないとしても、エッチングシステム、堆積システム、コーティングシステム、パターニングシステム、計測システム等を含む他の処理システムが、搬送システム230とアクセスしても良い。乾燥システム内で生じるプロセスと硬化システム内で生じるプロセスを分離するため、分離集合体250が、各システムを結合するのに利用されて良い。たとえば分離集合体250は、断熱を供する断熱集合体、及び真空分離を供するゲートバルブ集合体のうちの少なくとも1つを有して良い。それに加えてたとえば、搬送システム230が分離集合体250の一部として機能しても良い。

20

#### 【0051】

上述したように、基板のIR曝露は、乾燥システム210、硬化システム220、又は分離処理システム（図示されていない）内で行われて良い。

#### 【0052】

図3Aに図示された処理システム1の乾燥システム10と硬化システム20のうちの少なくとも1つは、基板の通り抜けを可能にする少なくとも2つの搬送用開口部を有する。たとえば図3Aに図示されているように、乾燥システム10は2つの搬送用開口部を有し、第1搬送用開口部は乾燥システム10と搬送システム30との間での基板の通り抜けを可能にし、かつ第2搬送用開口部は乾燥システム10と硬化システム20との間での基板の通り抜けを可能にする。しかし図3Bに図示された処理システム100及び図3Cに図示された処理システム200に関しては、各処理システム110、120、140、及び210、220、240はそれぞれ、基板の通り抜けを可能にする少なくとも1つの搬送用開口部を有する。

30

#### 【0053】

ここで図4を参照すると、本発明の他の実施例による乾燥システム300が図示されている。乾燥システム300は、基板ホルダ320上に存在する基板325を乾燥させるための清浄で汚染のない環境を生成するように備えられた乾燥用チャンバ310を有する。乾燥システム300は熱処理システム330を有する。熱処理システム330は、乾燥用チャンバ310又は基板ホルダ320と結合し、かつ基板325の温度を昇温させることによって、汚染物-たとえば湿気、残留溶媒等-を蒸発させるように備えられている。さらに乾燥システム300はマイクロ波処理装置340を有して良い。マイクロ波処理装置340は、乾燥用チャンバ310と結合し、かつ振動電場の存在下で汚染物を局所的に加熱するように備えられている。乾燥プロセスは、熱処理装置330及び/又はマイクロ波処理装置340を利用することで、基板325上の誘電膜の乾燥を助けて良い。

40

#### 【0054】

熱処理装置330は、電源及び温度制御装置と結合する基板ホルダ320内に埋め込まれた1つ以上の伝熱素子を有して良い。たとえば各加熱素子は、電力を供給するように備えられた電源と結合する抵抗加熱素子を有して良い。あるいはその代わりに熱処理装置330は、電源及び制御装置と結合する1つ以上の放射加熱素子を有して良い。たとえば各放射加熱

50

素子は、電力を供給するように備えられた電源と結合する加熱ランプを有して良い。基板325の温度は、たとえば約20 ~ 約500 の範囲であって良く、望ましくは約200 ~ 約400 の範囲であって良い。

#### 【0055】

マイクロ波処理源340は、周波数帯域にわたってマイクロ波周波数を掃引するように備えられた可変周波数マイクロ波源を有して良い。周波数が変化することで、電荷のチャージアップが回避されるので、マイクロ波による乾燥法を、損傷を受けやすいエレクトロニクスデバイスに対して損傷を起こさずに適用することが可能となる。

#### 【0056】

一例では、乾燥システム300は、可変周波数マイクロ波装置と熱処理装置の両方を内蔵する乾燥システムを有して良い。そのような乾燥システムとはたとえば、ラムダテクノロジーズ (Lambda Technologies) 社から市販されているマイクロ波加熱炉である。

10

#### 【0057】

基板ホルダ320は基板325を固定するように備えられても良いし、そのように備えられないなくても良い。たとえば基板ホルダ320は、基板325を機械的又は電気的に固定するように備えられて良い。

#### 【0058】

再度図4を参照すると、乾燥システム300はさらに、乾燥用チャンバと結合して、その乾燥用チャンバ310へバージガスを導入するように備えられているガス注入システム350を有して良い。バージガスはたとえば希ガスや窒素のような不活性ガスを有して良い。それに加えて乾燥システム300は、乾燥用チャンバ310と結合して、その乾燥用チャンバ310を排気するように備えられている真空排気システム355を有して良い。乾燥プロセス中、基板325は、真空条件で、又は真空条件ではない条件で、不活性ガス雰囲気に服されて良い。

20

#### 【0059】

さらに乾燥システム300は、乾燥用チャンバ310、基板ホルダ320、熱処理装置330、マイクロ波熱処理装置340、ガス注入システム350、及び真空排気システム355と結合する制御装置360を有して良い。制御装置360は、マイクロプロセッサ、メモリ、及びデジタルI/Oポートを有する。デジタルI/Oポートは、乾燥システム300からの出力を監視するのみならず、乾燥システム300への入力をやり取りし、かつ起動させるのに十分な制御電圧を発生させる能力を有する。メモリ内に記憶されたプログラムは、記憶されたプロセスレシピに従って乾燥システム300と相互作用するのに利用される。制御装置360は、任意の数の処理装置 (310、320、330、340、350、又は355) を設定するのに用いられて良い。制御装置360は、処理装置からのデータを収集し、提供し、処理し、記憶し、かつ表示して良い。制御装置360は、1つ以上の処理装置を制御する多数のアプリケーションを有して良い。たとえば制御装置360は、ユーザーが1つ以上の処理要素を監視及び/又は制御できるようになる使用が容易なインターフェースを供することを可能にするグラフィカルユーザーインターフェース(GUI)構成要素を有して良い。

30

#### 【0060】

ここで図5を参照すると、本発明の他の実施例による硬化システム400が図示されている。硬化システム400は、基板ホルダ420上に存在する基板425を硬化させるための清浄で汚染のない環境を生成するように備えられた硬化用チャンバ410を有する。硬化システム400は、誘電膜を有する基板を、単一、複数、狭帯域、又は広帯域の電磁(EM)波長のEM放射線に曝露するように備えられた1つ以上の放射線源をさらに有する。1つ以上の放射線源は、任意の赤外(IR)放射線源440及び紫外(UV)放射線源445を有して良い。UV放射線及び任意のIR放射線への基板の曝露は、同時、順次、又は互いに重なるように行われて良い。

40

#### 【0061】

IR放射線源440は広帯域IR源又は狭帯域IR源を有して良い。IR放射線源440は、1つ以上のIRランプ、1つ以上のIR LED、若しくは1つ以上のIRレーザー (連続波(CW)、可変、又はパルス)、又はこれらの組合せを有して良い。IR出力は約0.1mW ~ 約2000Wの範囲であって良い。IR放射線波長は、約1 μm ~ 約25 μmで良く、望ましくは約8 μm ~ 約14 μmで良い。

50

たとえばIR放射線源440は、約1 μm～約25 μmの範囲のスペクトル出力を有するIR素子-たとえばセラミックス素子又はシリコンカーバイド素子-を有して良いし、又は、半導体レーザー(ダイオード)、又は光パラメトリック增幅を有するイオンレーザー、Ti:サファイアレーザー、若しくは色素レーザーを有しても良い。

【0062】

UV放射線源445は広帯域UV源又は狭帯域UV源を有して良い。UV放射線源445は、1つ以上のUVランプ、1つ以上のUV LED、若しくは1つ以上のUVレーザー(連続波(CW)、可変、又はパルス)、又はこれらの組合せを有して良い。UV放射線はたとえば、マイクロ波源、アーク放電、誘電バリア放電、又は電子衝突による生成によって発生させることが可能である。UV出力密度は約0.1mW/cm<sup>2</sup>～約2000W/cm<sup>2</sup>の範囲であって良い。UV波長は、約100ナノメートル(nm)～約600nmの範囲で良く、望ましくは約200nm～約400nmの範囲で良い。たとえばUV放射線源445は、約180nm～約500nmの範囲のスペクトル出力を有する直流又はパルスランプ-たとえば重水素(D<sub>2</sub>)ランプ-を有して良いし、又は、半導体レーザー(ダイオード)、又は(窒素)ガスレーザー、3倍周波数のNd:YAGレーザー、又は銅蒸気レーザーを有しても良い。

10

【0063】

IR放射線源440及び/又はUV放射線源445は、出力放射線の1つ以上の特性を調節する任意の数の光デバイスを有して良い。たとえば各源は、光フィルタ、光学レンズ、ビームエクスパンダ、ビームコリメータ等をさらに有して良い。光学及びEM波伝播の分野の人たちにとて知られている係る光操作デバイスは本発明に適している。

20

【0064】

基板ホルダ420は、基板425の温度を昇温及び/又は制御するように備えられた温度制御システムをさらに有して良い。温度制御システムは熱処理装置430の一部であって良い。基板ホルダ420は、電源及び温度制御装置と結合した基板ホルダ420内に埋め込まれた1つ以上の伝熱加熱素子を有して良い。たとえば加熱素子は、電力を供給するように備えられた電源と結合する抵抗加熱素子を有して良い。基板ホルダ420は任意で1つ以上の放射加熱素子を有して良い。基板425の温度はたとえば、約20～約500の範囲であって良く、望ましくは約200～約400の範囲であって良い。

【0065】

それに加えて基板ホルダ420は、基板425を固定するように備えられても良いし、又は備えられていなくても良い。基板ホルダ420は、基板425を機械的又は電気的に固定するように備えられて良い。

30

【0066】

再度図5を参照すると、硬化システム400はさらに、硬化用チャンバ410と結合して、その硬化用チャンバ410へバージガスを導入するように備えられているガス注入システム450を有して良い。バージガスはたとえば希ガスや窒素のような不活性ガスを有して良い。あるいはその代わりにバージガスは他のガス-たとえばH<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>、C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>、又はこれらの混合ガス-を有しても良い。それに加えて硬化システム400は、硬化用チャンバ410と結合して、その硬化用チャンバ410を排気するように備えられている真空排気システム455を有して良い。硬化プロセス中、基板425は、真空条件で、又は真空条件ではない条件で、不活性ガス雰囲気に服されて良い。

40

【0067】

さらに硬化システム300は、硬化用チャンバ410、基板ホルダ420、熱処理装置430、IR放射線源440、UV放射線源445、ガス注入システム450、及び真空排気システム455と結合する制御装置460を有して良い。制御装置460は、マイクロプロセッサ、メモリ、及びデジタルI/Oポートを有する。デジタルI/Oポートは、乾燥システム300からの出力を監視するのみならず、乾燥システム300への入力をやり取りし、かつ起動させるのに十分な制御電圧を発生させる能力を有する。メモリ内に記憶されたプログラムは、記憶されたプロセスレシピに従って乾燥システム300と相互作用するのに利用される。制御装置360は、任意の数の処理装置(410、420、430、440、445、450又は455)を設定するのに用いられて良い。制

50

御装置460は、処理装置からのデータを収集し、提供し、処理し、記憶し、かつ表示して良い。制御装置460は、1つ以上の処理装置を制御する多数のアプリケーションを有して良い。たとえば制御装置460は、ユーザーが1つ以上の処理要素を監視及び/又は制御できるようになる使用が容易なインターフェースを供することを可能にするグラフィカルユーザーインターフェース(GUI)構成要素を有して良い。

【0068】

制御装置360及び460は、デルコーポレーションから販売されているDELL PRECISION WORKSTATION610(商標)で実装されて良い。制御装置360及び460はまた、汎用コンピュータ、プロセッサ、デジタル信号プロセッサ等で実装されても良い。その制御装置は、基板処理装置に、コンピュータによる読み取りが可能な媒体から制御装置に格納されている1以上の命令に係る1以上のシーケンスを実行する制御装置360及び460に応答して、本発明に係る処理工程の一部又は全部を実行させる。コンピュータによる読み取りが可能な媒体又はメモリは、本発明の教示に従ってプログラミングされた命令を保持し、かつ本明細書に記載されたデータ構造、テーブル、レコード又は他のデータを有する。コンピュータによる読み取りが可能な媒体の例には、コンパクトディスク(たとえばCD-ROM)若しくは他の光学式媒体、ハードディスク、フロッピーディスク、テープ、磁気光学ディスク、PROMs(EPROM、EEPROM、フラッシュEPROM)、DRAM、SRAM、SDRAM若しくは他の磁気媒体、パンチカード、紙テープ若しくは穴のパターンを有する他の物理媒体、又は搬送波(後述)若しくはコンピュータによる読み取りが可能な他の媒体がある。

10

【0069】

制御装置360及び460は、乾燥システム300及び硬化システム400に対して局所的に設置されても良いし、又はインターネット又はイントラネットを介して乾燥システム300及び硬化システム400に対して離れた場所に設置されても良い。よって制御装置360及び460は、直接接続、イントラネット、インターネット及びワイヤレス接続のうちの少なくとも1を用いることによって乾燥システム300及び硬化システム400とのデータのやり取りをして良い。制御装置360及び460は、たとえば顧客側(つまりデバイスマーカー等)のイントラネットと結合して良いし、又はたとえば売り手側(つまり装置製造者等)のイントラネットと結合しても良い。さらに別なコンピュータ(つまり制御装置、サーバー等)が、たとえば制御装置とアクセスすることで、直接接続、イントラネット及びインターネットのうちの少なくとも1つを介してデータのやり取りをして良い。

20

30

【0070】

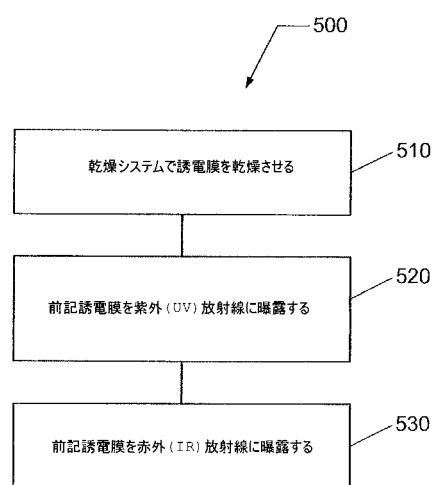
さらに本発明の実施例は、ある形態の処理コアで実行されるか、又はさもなければ機械が読み取り可能な媒体で実装若しくは実現されるソフトウェアプログラムを支持するのに用いられて良い。機械が読み取り可能な媒体は、機械(たとえばコンピュータ)によって読み取ることのできる形式で情報を記憶する任意の機構を含む。たとえば機械が読み取り可能な媒体は、リードオンリーメモリ(ROM)、ランダムアクセスメモリ(RAM)、磁気ディスク記憶媒体、及びフラッシュメモリデバイス等を有する。

【0071】

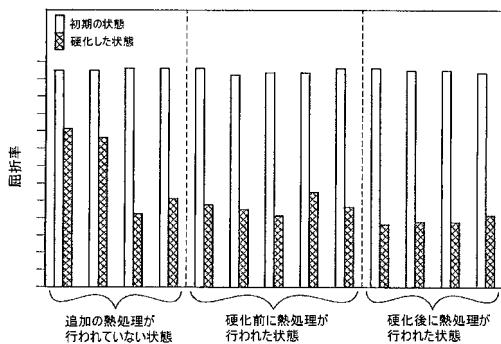
たとえ本発明の特定の実施例しか上で記載されていなかったとしても、当業者は、本発明の新規な教示及び利点から実質的に逸脱することなく典型的実施例の範囲内で多くの修正型をすぐに想到する。従って全ての係る修正型は本発明の技術的範囲内に含まれるものと解される。

40

【図 1】



【図 2】



【図 3 A】

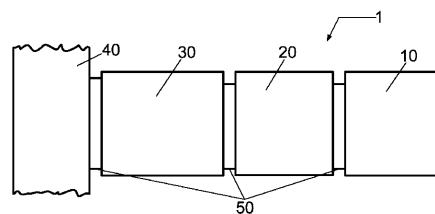


FIG. 3A

【図 3 B】

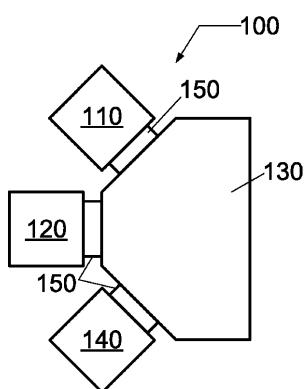


FIG. 3B

【図 3 C】

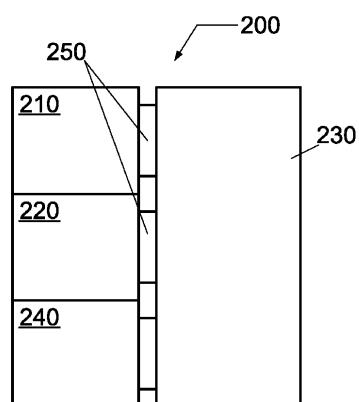


FIG. 3C

【図 4】

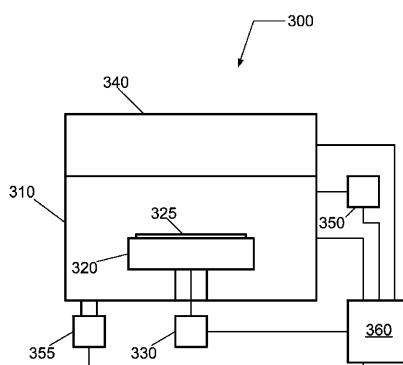


FIG. 4

【図5】

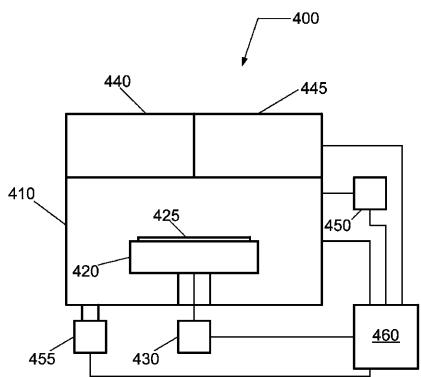


FIG. 5

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US08/76134															
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC: H01L 21/00( 2006.01)																	
USPC: 438/800;257/E21.001 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																	
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 438/800,758,770; 257/E21.001; 118/724																	
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched NONE																	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Please See Continuation Sheet																	
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Category *</th> <th style="width: 80%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width: 10%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X,P</td> <td>US 2008/0063809 A1 (LEE et al.) 13 March 2008 (13.03.2008), see entire document.</td> <td>1-5,7-20</td> </tr> <tr> <td>---</td> <td></td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>Y,P</td> <td></td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2005/0085094 A1 (YOO) 21 April 2005 (21.04.2005), see entire document.</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>			Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X,P	US 2008/0063809 A1 (LEE et al.) 13 March 2008 (13.03.2008), see entire document.	1-5,7-20	---		-----	Y,P		6	Y	US 2005/0085094 A1 (YOO) 21 April 2005 (21.04.2005), see entire document.	6
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
X,P	US 2008/0063809 A1 (LEE et al.) 13 March 2008 (13.03.2008), see entire document.	1-5,7-20															
---		-----															
Y,P		6															
Y	US 2005/0085094 A1 (YOO) 21 April 2005 (21.04.2005), see entire document.	6															
<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 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																	
Date of the actual completion of the international search 30 October 2008 (30.10.2008)		Date of mailing of the international search report <b>03 NOV 2008</b> Authorized officer Lashaun O'Bryant <i>Lashaun S. O'Bryant</i> Telephone No. 571-272-1576															
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (571) 273-3201																	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No. PCT/US08/76134
---

Continuation of B. FIELDS SEARCHED Item 3:  
USPGPUB, USPAT, USOCR, FPRS, EPO, JPO, DERWENT, IBM\_TDB search notes: ((ultraviolet or UV) adj (cur\$3 or treat\$4)), ((infrared or IR) adj (cut\$3 or treat\$4)), (low\$1k adj (dielectric or material or film)), dielectric

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,SK,T  
R),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,  
BZ,CA,CH,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,IS,JP,KE,K  
G,KM,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,PG,PH,PL,PT  
,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. フロッピー

(72)発明者 リー,エリック エム

アメリカ合衆国 テキサス州 78749 オースティン アビレーン・トレイル 6503

F ターム(参考) 5F033 QQ54 QQ74 QQ82 QQ83 RR01 RR21 RR25 RR29 SS11 SS21

WW00 WW03 WW09 XX00

5F045 AB32 AB39 DA64 HA16 HA18

5F058 BC02 BD04 BF02 BF46 BH01 BH17 BH20 BJ02