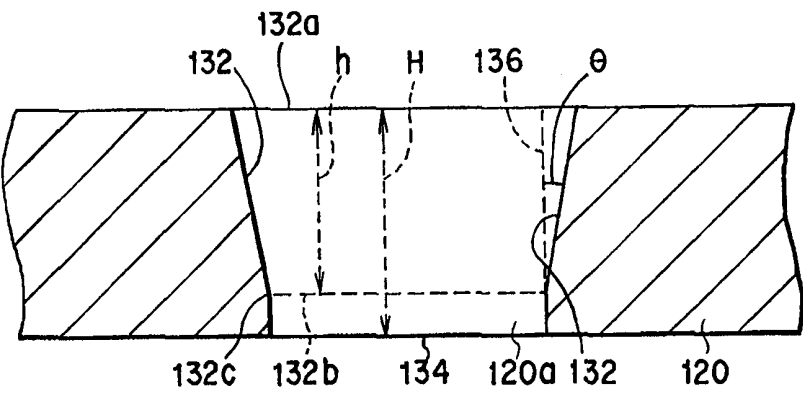


(51) 国際特許分類6 H01L 21/3065	A1	(11) 国際公開番号 WO99/45584 (43) 国際公開日 1999年9月10日(10.09.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/01055 (22) 国際出願日 1999年3月4日(04.03.99) (30) 優先権データ 特願平10/73433 1998年3月6日(06.03.98) JP 特願平10/179616 1998年6月11日(11.06.98) JP (71) 出願人 （米国を除くすべての指定国について） 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)[JP/JP] 〒107-8481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo, (JP) (72) 発明者；および (75) 発明者／出願人 （米国についてののみ） 杉山智一(SUGIYAMA, Norikazu)[JP/JP] 〒400-1512 山梨県東八代郡豊富村関原372 Yamanashi, (JP) 岡山信幸(OKAYAMA, Nobuyuki)[JP/JP] 〒407-0033 山梨県韮崎市竜岡町下条南割1672-7 Yamanashi, (JP) 三枝秀仁(SAEGUSA, Hidehito)[JP/JP] 〒405-0053 山梨県東八代郡一宮町中尾83-1 Yamanashi (JP)		(11) 国際公開番号 WO99/45584 (43) 国際公開日 1999年9月10日(10.09.99) (74) 代理人 弁理士 鈴江武彦, 外(SUZUYE, Takehiko et al.) 〒100-0013 東京都千代田区霞が関3丁目7番2号 鈴榮内外國特許法律事務所内 Tokyo, (JP) (81) 指定国 KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) 添付公開書類 国際調査報告書
(54)Title: PROCESSING APPARATUS (54)発明の名称 処理装置 		
(57) Abstract A processing apparatus (100) comprising an air-tight processing tank (102), an exhaust system (128) for exhausting a gas from the processing tank (102), and a baffle plate (120) dividing the interior of the processing tank (102) into a processing space (122) in which an object material is subjected to a predetermined process and an exhaust path (124) communicating with the exhaust system (128), characterized in that the baffle plate (120) is provided with a plurality of slits (120a) for communicating the processing space (122) and exhaust path (124) with each other, the portion of an inner surface of each slit (120a) which is on the side of the processing space being formed as a taper surface (132) extending by a distance corresponding to not less than 1/4 of a depth of the slit.		

(57)要約

本発明は、気密な処理容器 1 0 2 と、処理容器 1 0 2 内のガスを排気する排気系 1 2 8 と、対象物に対して所定の処理が施される処理空間 1 2 2 と排気系 1 2 8 に連通する排気経路 1 2 4 とに処理容器 1 0 2 内を区画するバッフル板 1 2 0 とを備えた処理装置 1 0 0 において、バッフル板 1 2 0 には処理空間 1 2 2 と排気経路 1 2 4 とを連通させる複数のスリット 1 2 0 a が形成され、各スリット 1 2 0 a の処理空間側の内面部位にはスリットの深さの 1 / 4 以上にわたってテーパ面 1 3 2 が形成されていることを特徴とする。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	SD スーダン
AL アルバニア	EE エストニア	LC セントルシア	SE スウェーデン
AM アルメニア	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SG シンガポール
AT オーストリア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SI スロヴェニア
AU オーストラリア	FR フランス	LR リベリア	SK スロヴァキア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LS レソト	SL シエラ・レオネ
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LT リトアニア	SN セネガル
BB バルバドス	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SZ スワジランド
BE ベルギー	GE グルジア	LV ラトヴィア	TD チャード
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴ
BG ブルガリア	GM ガンビア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BJ ベナン	GN キニア	MG マダガスカル	TZ タンザニア
BR ブラジル	GW キニア・ビサオ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM トルクメニスタン
BY ベラルーシ	GR ギリシャ	共和国	TR トルコ
CA カナダ	HR クロアチア	ML マリ	TT トリニダード・トバゴ
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	MN モンゴル	UA ウクライナ
CG コンゴ	ID インドネシア	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CH スイス	IE アイルランド	MW マラウイ	US 米国
CI コートジボアール	IL イスラエル	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CM カメルーン	IN インド	NE ニジェール	VN ヴィエトナム
CN 中国	IS アイスランド	NL オランダ	YU ユーゴスラビア
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NO ノールウェー	ZA 南アフリカ共和国
CU キューバ	JP 日本	NZ ニュー・ジーランド	ZW ジンバブエ
CY キプロス	KE ケニア	PL ポーランド	
CZ チェッコ	KG キルギスタン	PT ポルトガル	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	RO ルーマニア	
DK デンマーク	KR 韓国	RU ロシア	

明 細 書

処理装置

〔技術分野〕

本発明は、半導体ウエハ等の対象物に対してエッチング等の所定の処理を施すための処理装置に関する。

〔技術背景〕

一般に知られるマグネトロン型プラズマ処理装置は、気密な処理容器と、この処理容器内に互いに上下に対向して配置される下部電極および上部電極と、下部電極と上部電極との間に形成されるプラズマ領域を外側から囲むように配置される磁石とを備えている。

このようなマグネトロン型プラズマ処理装置を用いて対象物にプラズマ処理を施す場合には、まず、下部電極上に対象物が載置され、処理容器内に処理ガスが導入されるとともに、処理容器内が真空引きされて所定の減圧雰囲気に維持される。その後、プラズマによって対象物を処理するために、下部電極に高周波電力が印加されて、プラズマが励起される。

また、このようなプラズマ処理装置は、一般に、対象物が配置されて処理される処理空間と排気機構に連通する排気経路とに処理容器内を区画するバッフル板を有している。このバッフル板は、下部電極の周囲を取り囲むように下部電極の側面と処理容器の内壁面との間に取り付けられている。また、バッフル板には、処理空間と排気経路とを接続する（連通させる）複数のスリットが放射状に形成されている。したがって、処理時には、バッフル板によってプラズマ領域が区画さ

れ、処理空間のプラズマ密度が向上するとともに、処理空間内のガスがスリットを介して排気経路に案内されるため、処理空間内と排気経路内のコンダクタンスが所定の状態に維持され、処理空間内の排気が安定的に行なわれる。

また、バッフル板は、処理によって生じる反応生成物を付着させて排気経路への反応生成物の進入を減少させる役目を果たす。この反応生成物は、バッフル板の処理空間側の面（処理空間に面するバッフル板の表面）に堆積するが、その堆積量は処理時間に比例している。しかし、処理空間内のガスが流れ込むスリットの処理空間側の開口部に付着物が堆積すると、これらの開口部の径が狭くなり、スリットを通過するガスの排気流量が減少して、処理空間内の圧力が上昇する。そのため、対象物の面内におけるエッチングの均一性（面内均一性）が悪化したり、エッチングレートが低下する。こうした問題を回避するために、一般には、所定の処理時間経過後、もしくは、処理空間内の圧力雰囲気の状態などに基づいて定期的に、バッフル板の洗浄や交換等のメンテナンスが行なわれている。しかし、付着物が多く発生するプロセスでは、バッフル板のメンテナンスを頻繁に行なわなければならない、スループットが低下するという問題がある。

[発明の開示]

本発明の目的は、付着物が多く生じるプロセス下でも、バッフル板のスリットの処理空間側の開口部の径が付着物によって狭まり難く、これによって、処理空間内を所定の圧力雰囲気に長時間維持することができる（プロセス条件を変えず

に処理時間を延ばすことができる)とともに、バッフル板のメンテナンスサイクルを延長させてスループットを向上させることができる新規かつ改良された処理装置を提供することにある。

前記目的は、以下の処理装置によって達成される。すなわち、この処理装置は、気密な処理容器と、処理容器内のガスを排気する排気系と、対象物に対して所定の処理が施される処理空間と排気系に連通する排気経路とに処理容器内を区画するバッフル板とを備え、バッフル板には、処理空間と排気経路とを連通させる複数のスリットが形成され、各スリットの処理空間側の内面部位には、スリットの深さの $1/4$ 以上にわたってテーパ面が形成されている。

特に、テーパ面がスリットの深さの $1/2$ 以上にわたって形成されている場合には、スリットの開口面を垂直に貫く垂線とテーパ面とのなす角度 θ を $5^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$ の範囲内に設定することが望ましい。

また、スリットの排気経路側の開口縁から処理空間側に向かって延び且つテーパ面が形成されるスリットの処理空間側部位の最小内径よりも大きい内径に設定された拡大開口部によって各スリットの排気経路側が形成されている場合には、テーパ面および拡大開口部をそれぞれスリットの深さの $1/4 \sim 1/2$ にわたって形成するとともに、スリットの開口面を垂直に貫く垂線とテーパ面とのなす角度 θ を $30^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ の範囲内に設定することが望ましい。この場合、スリットの処理空間側の開口の短手方向幅 W_1 とスリットの排気

経路側の開口の短手方向幅 W_2 は、 $1 \leq W_2 / W_1 \leq 1.4$ の条件を満たすように設定されていることが望ましい。

[図面の簡単な説明]

図 1 は、本発明の一実施形態に係るエッチング装置の概略構成を示す断面図；

図 2 は、図 1 のエッチング装置を構成する下部電極の側縁部の拡大断面図；

図 3 は、図 1 のエッチング装置に設けられるバッフル板の平面図；

図 4 A は、図 3 のバッフル板の処理空間側の面を拡大して示す平面図；

図 4 B は、図 3 のバッフル板の排気経路側の面を拡大して示す平面図；

図 4 C は、図 4 A の 4 C - 4 C 線に沿う断面図；

図 5 は、図 3 のバッフル板に対する付着物の堆積状態を示す断面図；

図 6 は、従来のバッフル板に対する付着物の堆積状態を示す断面図；

図 7 は、図 3 に示される本発明のバッフル板および従来のバッフル板をそれぞれ使用して行なった実験により得られた処理時間に対する処理空間内の圧力の変化を示すグラフ；

図 8 は、図 3 に示される本発明のバッフル板および従来のバッフル板をそれぞれ使用して行なった実験により得られた処理時間に対するエッチングレートの変化を示すグラフ；

図 9 は、図 3 に示される本発明のバッフル板および従来の

バッフル板をそれぞれ使用して行なった実験により得られた処理時間に対する面内均一性の変化を示すグラフ；

図 1 0 A は、図 3 の変形例に係るバッフル板の処理空間側の面を拡大して示す平面図；

図 1 0 B は、図 3 の変形例に係るバッフル板の排気経路側の面を拡大して示す平面図；

図 1 0 C は、図 1 0 A の 1 0 C - 1 0 C 線に沿う断面図；

図 1 1 は、バッフル板のスリット形状の変形例を示す平面図である。

[発明を実施するための最良の形態]

以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態について説明する。

図 1 は本発明の一実施形態に係る処理装置としてのマグネトロン型プラズマエッチング装置を示している。図 1 に示されるように、エッチング装置 1 0 0 はアルミニウムから成る接地された処理容器 1 0 2 を有している。処理容器 1 0 2 の表面には、例えば陽極酸化処理によって酸化アルミニウム膜層が形成されている。処理容器 1 0 2 内には下部電極 1 0 4 が配置されている。この下部電極 1 0 4 は、処理される対象物である例えば半導体ウエハ（以下、単にウエハと言う。）W が載置される載置面を有するサセプタを兼ねている。図 1 および図 2 に示されるように、下部電極 1 0 4 は、その載置面以外の部分が、例えばセラミックスから成る絶縁部材 1 0 5 と例えばアルミニウムから成る導電部材 1 0 7 とによって覆われている。また、下部電極 1 0 4 は、昇降軸 1 0 6 の駆動

によって上下に移動される。

導電部材 107 と処理容器 102 との間には、例えばステンレスから成るベローズ 109 が設けられている。導電部材 107 および処理容器 102 のそれぞれの表面は、酸化アルミニウム膜層を介することなく（アルミニウム膜層を除去した状態で）ベローズ 109 と接触している。そのため、導電部材 107 は、ベローズ 109 と処理容器 102 とを介して、接地された状態にある。また、導電部材 107 およびベローズ 109 の外側には、これらを囲むようにベローズカバー 111 が設けられている。図 1 に示されるように、下部電極 104 の載置面内には、高圧直流電源 108 に接続された静電チャック 110 が設けられている。静電チャック 110 の外側には、これを囲むように絶縁性のフォーカスリング 112 が配置されている。また、下部電極 104 には、整合器 116 を介して、高周波電力を出力する高周波電源 118 が接続されている。

下部電極 104 の載置面と対向する処理容器 102 の内壁面には、上部電極 126 が設けられている。上部電極 126 には多数のガス吐出孔 126a が設けられている。ガス吐出孔 126a には、処理ガスを供給するガス供給源 150 が接続されている。したがって、ガス供給源 150 からの処理ガスは、ガス吐出孔 126a を介して、処理空間 122 内に導入される。また、処理容器 102 の下部には、真空引き機構 152 に接続された排気管 128 が接続されている。処理容器 102 の外側には、下部電極 104 と上部電極 126 との

間に形成されるプラズマ領域を囲むように、磁石 130 が配置されている。

図 1 および図 2 に示されるように、下部電極 104 の側方には、ウエハ W が配置されて処理される処理空間 122 と排気管 128 に連通する排気経路 124 とに処理容器 102 内を区画するバッフル板 120 が配置されている。このバッフル板 120 は、下部電極 104 の周囲を取り囲むように下部電極 104 の側面と処理容器 102 の内壁面との間に取り付けられている。具体的には、バッフル板 120 は、フォーカスリング 112 と導電部材 107 との間で挟持されるとともに、図 2 に示されるように導電性のネジ 121 によって導電部材 107 の上部に固定されている。

バッフル板 120 は、従来のバッフル板と同様、例えば表面が陽極酸化処理されたアルミニウムなどの導電性材料から成る。バッフル板 120 と導電部材 107 は酸化アルミニウム膜層を介することなく互いに接触している。すなわち、バッフル板 120 と導電部材 107 は、互いに接触する部分で酸化アルミニウム膜層が除去されている。したがって、バッフル板 120 は、導電部材 107 とベローズ 109 と処理容器 102 とを介して接地され、処理容器 102 の内壁と略同電位（接地電位）となる。その結果、バッフル板 120 およびバッフル板 120 よりも上方の処理容器 102 の内壁が下部電極 104 の対抗電極として機能するため、プラズマをバッフル板 120 の上部すなわち処理空間 122 内に閉じ込めることができる。

図 3 に詳しく示されるように、バッフル板 120 は、略環状に形成されている。バッフル板 120 の厚みは、実質的に 1 mm ～ 20 mm の範囲内に設定されている。特に本実施の形態では、3 mm に設定されている。バッフル板 120 には、下部電極 104 への装着時に処理空間 122 と排気経路 124 とを連通させる複数個、例えば 360 個のスリット 120a が全周にわたって形成されている。具体的には、これらのスリット 120a は、バッフル板 120 の径方向に延びており、全体として放射状に配列されている。なお、スリット 120a の数は、バッフル板 120 が適用される処理装置に応じて、180 個～540 個の範囲内で適宜変更し得る。

スリット 120a の長手方向の幅（バッフル板 120 の径方向に沿うスリット 120a の長さ）は、実質的に 35 mm ～ 45 mm の範囲内に設定されている。特に本実施の形態では、41 mm に設定されている。スリット 120a の短手方向の幅（バッフル板 120 の周方向に沿うスリット 120a の幅）は、実質的に 0.5 mm ～ 2.5 mm の範囲内に設定されている。特に本実施の形態では、1.6 mm に設定されている。バッフル板 120 の処理空間 122 側の面（上面）の面積に対するスリット 120a の処理空間 122 側の開口面積の比率は、実質的に 25 % ～ 75 % の範囲内に設定される。特に本実施の形態では、54 % に設定されている。

図 1 に示されるように、バッフル板 120 が下部電極 104 の側面と処理容器 102 の内壁面との間に配置された状態では、バッフル板 120 の外周側面と処理容器 102 の内壁

面との間に、下部電極 104 の上下動を妨げない最小限の隙間のみが設けられる。したがって、処理空間 122 内のガスは、実質的にバッフル板 120 のスリット 120a のみを通過して、排気経路 124 から排気管 128 内に排気される。

図 3 および図 4 A～図 4 C に示されるように、各スリット 120a の処理空間 122 側の部位には、テーパ面 132 が形成されている。テーパ面 132 は、スリット 120a の両側でバッフル板 120 の径方向に沿って延びるとともに、スリット 120a の処理空間 122 側の開口縁から排気経路 124 側に向かってスリット 120a の開口を狭める方向で傾斜している。図 4 C に示されるように、スリット 120a の処理空間 122 側の開口面 132a とテーパ面 132 の下端縁 132c によって囲まれる面 132b との間の距離(以下、「テーパ深さ」という。) h は、スリット 120a の処理空間 122 側の開口面 132a とスリット 120a の排気経路 124 側の開口面 134 との間の距離 (以下、「スリット深さ」という。) H の実質的に $1/2$ 以上を占めるよう設定される。特に本実施の形態では、スリット深さ H の $3/4$ に設定されている。また、テーパ面 132 と垂線 136 (開口面 132a, 134 と垂直に交わる線) とがなす角度 (以下、「テーパ角度」という。) θ は、実質的に $5^{\circ} \leq \theta \leq 30^{\circ}$ の範囲内に設定されている。特に本実施の形態では、 10° に設定されている。

従来のバッフル板 X に対する付着物 a の堆積状態の一例が図 6 に示されている。図示のように、従来のバッフル板 X に

は、スリットSの開口縁部がプラズマ雰囲気曝されて損傷すること防止するために、各スリットSの処理空間側の部位に面取り加工によってテーパ面Tが形成されている。この場合、テーパ面Tのテーパ深さhはスリット深さHの $1/6$ 程度であり、テーパ面Tのテーパ角度 θ は 45° に設定されている。そのため、付着物aはスリットSの内側に大きく回り込むように堆積し、スリットSの内径R1は短時間で狭くなる（なお、図6は、付着物aによってスリットSの内径R1がR2まで狭くなった状態を示している）。したがって、スリットSを通過するガスの流量は比較的短い時間で減少し、処理空間内の圧力は比較的短い時間で上昇する。すなわち、ウェハWの面内におけるエッチングの均一性（面内均一性）は比較的短い時間で悪化し、エッチングレートも短時間で低下する。その結果、バッフル板Xのメンテナンスを頻繁に行なわなければならない、スループットが低下してしまう。

一方、前記構成のバッフル板120に対する付着物aの堆積状態の一例が図5に示されている。図示のように、テーパ深さhがスリット深さHの $1/2$ 以上に設定されるとともにテーパ角度 θ が $5^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$ の範囲内に設定されていると、付着物aはテーパ面132上から順次堆積していく。したがって、スリット120aの処理空間122側の開口部の径は付着物aによって狭まり難く、スリット120aの内径が所定値R1よりも狭くなるまでには相当長い時間がかかる。すなわち、処理空間122内のガスは長い時間にわたってスリット120aを抵抗なく通過することができ、処理空間1

22内は所定の圧力に長時間維持される（プロセス条件を変えずに従来よりも処理時間を延ばすことができる）。その結果、ウエハWの面内におけるエッチングの均一性（面内均一性）およびエッチングレートは長時間高く維持され、バッフル板120のメンテナンスサイクルを延長させて（バッフル板120をメンテナンスまたは交換することなく連続して処理できる時間を長く確保して）スループットを向上させることができる。こうした本発明に係るバッフル板120の効果を裏付ける実験データを以下に示す。

実験データ

この実験は、比較対象となる2つのバッフル板をそれぞれ個別に同一のプラズマエッチング装置100（図1参照）に取り付け、同一のプロセス（エッチング）条件下で行なわれた。

[比較対象物]

*本発明のバッフル板120（図3、図4参照）

テーパ深さ h …スリット深さ H の $3/4$

テーパ角度 θ … 10°

*従来のバッフル板X（図6参照）

テーパ深さ h …スリット深さ H の $1/6$

テーパ角度 θ … 45°

注）テーパ深さ h およびテーパ角度 θ 以外の構成についてはバッフル板120と同一。

[プロセス条件]

*処理される対象物：エッチング対象となるシリコン酸化膜

(SiO_2 膜) が表面に形成された
シリコン (Si) から成る直径 200mm
の半導体ウエハ W

*エッチングガス : 流量が 16sccm の C_4F_8 と
流量が 300sccm の CO と
流量が 400sccm の Ar と
の混合ガス

*下部電極 104 の載置面の温度 : 20°C

*上部電極 126 を含む処理容器 102 の内壁面の温度 : 60°C

*下部電極 104 に印加される高周波電力 : 13.56 MHz
1700 W

実験データ 1

処理時間に対する処理空間 122 内の圧力の変化が図 7 に示されている。

(解析)

C_4F_8 と CO と Ar とを用いてシリコン酸化膜をエッチングするプロセスでは、処理空間 122 内の圧力雰囲気は実質的に 65 mTorr 以上になると、エッチングレートおよび面内均一性が低下する。したがって、処理空間 122 内の圧力雰囲気が 65 mTorr に達するまでの時間が、連続処理可能時間となる。

図示のように、本発明 (本実施の形態) に係るバッフル板 120 を使用した場合には、85 時間程度で処理空間 122 内の圧力雰囲気が 65 mTorr に達した。これに対し、従来のバッフル板 X を使用した場合には、40 時間程度で処理

空間 1 2 2 内の圧力雰囲気 が 6 5 m T o r r に達した。

また、図示しないが、テーパ面 1 3 2 のテーパ角度 θ を 1 0 ° にしたままで、テーパ深さ h のみをスリット深さ H の 1 / 2 および 1 にそれぞれ設定した場合でも、処理空間 1 2 2 内の圧力雰囲気が 6 5 m T o r r に達するまでの処理時間は、いずれも 7 0 時間以上であった。また、テーパ面 1 3 2 のテーパ深さ h をスリット深さ H の 3 / 4 にしたままで、テーパ角度 θ のみをそれぞれ 5 ° 、 1 0 ° 、 1 5 ° 、 2 0 ° 、 2 5 ° 、 3 0 ° にした場合でも、処理空間 1 2 2 内の圧力雰囲気が 6 5 m T o r r に達するまでの処理時間は、いずれも 6 0 時間以上であった。

(結論)

以上の結果から、テーパ面 1 3 2 のテーパ深さ h をスリット深さ H の実質的に 1 / 2 ~ 1 の範囲内で適宜設定し、あるいは、テーパ角度 θ を実質的に 5 ° ~ 3 0 ° の範囲内で適宜設定すれば、連続処理時間を従来のバッフル板 X よりも大幅に延長することができる。特に、バッフル板 1 2 0 を使用すると、連続処理時間を従来の 2 倍以上に延長することができる。

実験データ 2

処理時間に対するエッチングレートの変化が図 8 に示されている。

(解析)

図示のように、本発明（本実施の形態）に係るバッフル板 1 2 0 を使用した場合、処理時間が 1 0 0 時間程度までは、

270 nm/分前後の高いエッチングレートでエッチング処理を施すことができた。これに対し、従来のバッフル板 X を使用した場合、処理時間が 40 時間程度までは、バッフル板 120 と同様に 270 nm/分前後の高いエッチングレートでエッチング処理を行なうことができたが、40 時間を経過した直後に、エッチングレートが急激に低下した。

(結論)

バッフル板 120 を使用すると、従来のバッフル板 X と比較して 2 倍以上の処理時間が経過した後も、所望の均一なエッチングレートを得ることができる。

実験データ 3

処理時間に対する面内均一性の変化が図 9 に示されている。なお、面内均一性の値は、処理対象物であるウエハ W の被処理面における複数の測定点（被処理面の中心を含む）で測定されたエッチングレートの最大値 A と最小値 B とを用いて以下の式により演算した。

$$(\text{面内均一性}) = \pm \{ (A - B) / (A + B) \} \times 100 [\%]$$

この式から分かるように、面内均一性は、ウエハ W の被処理面全面にわたるエッチングレートのばらつき（平均値に対する最大値のズレの割合）を示しており、その値が小さいほど均一性が良好であることを示す。

(解析)

図示のように、本発明（本実施の形態）に係るバッフル板 120 を使用した場合、処理時間が 80 時間程度までは、±5 % 前後の面内均一性を得ることができた。これに対し、従

来のバッフル板 X を使用した場合、処理時間が 20 時間程度までは、バッフル板 120 と同様に $\pm 5\%$ 前後の面内均一性を得ることができたが、20 時間を経過すると面内均一性の数値が上昇し、40 時間を経過した直後からは、面内均一性の数値が急激に上昇した。

(結論)

バッフル板 120 を使用すると、従来のバッフル板 X と比較して 4 倍以上の処理時間が経過した後も、所定の均一な面内均一性を得ることができる。

以上説明したように、本実施の形態に係るエッチング装置 100 のバッフル板 120 は、テーパ面 132 のテーパ深さ h がスリット深さ H の $1/2$ 以上に設定されるとともにテーパ角度 θ が $5^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$ の範囲内に設定されている。このように、テーパ面 132 がスリット深さ H に対して十分な深さ（実質的に $1/2$ 以上）を占めていると、処理空間 122 内と排気経路 124 内のコンダクタンスを所定の状態に維持しながら、従来のバッフル板 X よりもテーパ面の面積を拡大することができる。また、テーパ角度 θ が実質的に $5^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$ に設定されていると、付着物がテーパ面 132 上に効果的に堆積していく。

したがって、バッフル板 120 には反応生成物等の付着物がテーパ面 132 上から順次堆積していき、スリット 120a の処理空間 122 側の開口部の径は付着物によって狭まり難くなる。そのため、処理空間 122 内のガスは長い時間にわたってスリット 120a を抵抗なく通過することができ、

処理空間 1 2 2 内は所定のプロセス圧力に長時間維持される（スリット 1 2 0 a の目詰まりに伴って処理空間 1 2 2 内の圧力雰囲気上昇するまでの時間を延長することができる）。すなわち、プロセス条件を変えずに従来よりも処理時間を延ばすことができる。その結果、前記実験データからも明らかのように、ウエハ W の面内均一性およびエッチングレートを長時間高く維持することができ、バッフル板 1 2 0 のメンテナンスサイクルを従来に比べて延長してスループットを向上させることができる。

また、本実施形態においては、スリット 1 2 0 a 全体の内径を拡大するのではなく、スリット 1 2 0 a の処理空間 1 2 2 側に所定の深さと角度とを有する面積の大きいテーパ面 1 3 2 を形成するようにしているため、処理空間 1 2 2 内と排気経路 1 2 4 内のコンダクタンスに影響を及ぼすことなく、処理時間を長くすることができる。

図 1 0 A ～ 図 1 0 C には、前記実施の形態に係るバッフル板の変形例が示されている。

図 1 0 A ～ 図 1 0 C に示されるように、この変形例に係るバッフル板 2 0 0 には、下部電極 1 0 4 への装着時に処理空間 1 2 2 と排気経路 1 2 4 とを連通させる複数個のスリット 2 0 0 a が全周にわたって形成されている。具体的には、これらのスリット 2 0 0 a は、バッフル板 2 0 0 の径方向に延びており、全体として放射状に配列されている。図 1 0 A および図 1 0 C に示すように、スリット 2 0 0 a の処理空間 1 2 2 側にはテーパ面 2 0 2 が設けられている。また、図 1 0

Bおよび図10Cに示すように、スリット200aの排気経路124側には拡大開口部204が設けられている。

図10Aおよび図10Cに示されるように、テーパ面202は、スリット200aの両側でバッフル板200の径方向に沿って延びるとともに、スリット200aの処理空間122側の開口縁から排気経路124側に向かってスリット200aの開口を狭める方向で傾斜している。スリット200aの処理空間122側の開口面202aとテーパ面202の下端縁202cによって囲まれる面202bとの間の距離すなわちテーパ深さh1は、開口面202aとスリット200a（拡大開口部204）の排気経路124側の開口面204aとの間の距離すなわちスリット深さHの実質的に $1/4 \sim 1/2$ を占めるよう設定されている。特に本変形例では、スリット深さHの $1/3$ に設定されている。また、テーパ面202と垂線206とがなす角度すなわちテーパ角度 θ は、実質的に $30^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ の範囲内に設定されている。特に図示する本変形例では、 45° に設定されている。

一方、図10Bおよび図10Cに示されるように、拡大開口部204は、スリット200aの排気経路124側でバッフル板200の径方向に沿って設けられており、略溝形状を成している。また、拡大開口部204の排気経路124側の開口面204aと拡大開口部204の底端縁204cによって囲まれる面204bとの間の距離（以下、「拡大開口部深さ」という。）h2は、スリット深さHの実質的に $1/4 \sim 1/2$ を占めるよう設定されている。特に本変形例では、スリ

ット深さHの $1/2$ に設定されている。また、拡大開口部204の開口面204aの面積は、テーパ面202の下端縁202cによって囲まれる面202bの面積よりも大きく設定されている。また、スリット200aの処理空間122側の短手方向の幅W1とスリット200aの排気経路124側の短手方向の幅W2は、実質的に $1 \leq W2/W1 \leq 1.4$ の条件を満たすように設定されている。特に図示する本変形例では、 $W2/W1$ が1.2に設定されている。

なお、テーパ面202が形成されたスリット200aの処理空間122側部分と拡大開口部204が形成されたスリット200aの排気経路124側部分は、テーパ面202の下端縁202cによって囲まれる面202bと同じ断面形状および大きさの通路208を介して、互いに連通している。

前記構成のバッフル板200を図1に示されるエッチング装置100に適用して前述した実験と同一のプロセス条件下でウェハW（前記実験と同一のもの）にエッチング処理を行なったところ、処理空間122内の圧力雰囲気は65 mTorrに達するまでに60時間以上かかった。また、テーパ面202のテーパ角度 θ のみを 30° 、 40° 、 50° 、 60° にそれぞれ変更して同様の実験を行なった場合においても、処理空間122内の圧力雰囲気が65 mTorrに達するまでの時間は、いずれも60時間以上であった。したがって、拡大開口部204を有するバッフル板200において、テーパ面202のテーパ角度 θ を実質的に $30^\circ \sim 60^\circ$ の範囲内で適宜設定すれば、連続処理時間を従来のバッフル板Xよ

りも大幅に延長することができる。また、 $W2/W1$ の値のみを1、1.4にそれぞれ変更して同様の実験を行なった場合においても、処理空間122内の圧力雰囲気は65 m Torrに達するまでの時間は、いずれも60時間以上であった。したがって、拡大開口部204を有するバッフル板200において、 $W2/W1$ を実質的に1～1.4の範囲内で適宜設定すれば、連続処理時間を従来のバッフル板Xよりも大幅に延長することができる。

以上説明したように、本変形例に係るバッフル板200は、テーパ面202のテーパ深さ $h1$ がスリット深さ H の $1/4 \sim 1/2$ に設定されるとともにテーパ角度 θ が $30^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ の範囲内に設定されている。このように、テーパ面202がスリット深さ H に対して十分な深さを占めていると、処理空間122内と排気経路124内のコンダクタンスを所定の状態に維持しながら、従来のバッフル板Xよりもテーパ面の面積を拡大することができる。また、テーパ角度 θ が実質的に $30^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ に設定されていると、付着物がテーパ面202上に効果的に堆積していく。

したがって、バッフル板200には反応生成物等の付着物がテーパ面202上から順次堆積していき、スリット200aの処理空間122側の開口部の径は付着物によって狭まり難くなる。そのため、処理空間122内のガスは長い時間にわたってスリット200aを抵抗なく通過することができ、処理空間122内は所定のプロセス圧力に長時間維持される。すなわち、プロセス条件を変えずに従来よりも処理時間を延

ばすことができる。その結果、ウエハWの面内均一性およびエッチングレートを長時間高く維持することができ、バッフル板200のメンテナンスサイクルを従来に比べて延長してスループットを向上させることができる。

また、特に本変形例のバッフル板200は、スリット200aの排気経路124側に大きな開口面積を有する拡大開口部204を有しているとともに、拡大開口部深さh2がスリット深さHの実質的に $1/4 \sim 1/2$ を占めるよう設定されている。したがって、付着物が堆積し易いスリット200a内の小径部分を減少させることができ、処理空間122内が圧力上昇するまでの時間をさらに延長することができる。また、本変形例では、拡大開口部204の開口面204aの面積がテーパ面202の下端縁202cによって囲まれる面202bの面積よりも大きく設定されているため、スリット200を通過するガスを乱すことなく均一に排気経路124に案内することができる。

また、本変形例では、スリット200aの処理空間122側の短手方向の幅W1とスリット200aの排気経路124側の短手方向の幅W2とが実質的に $1 \leq W2/W1 \leq 1.4$ の条件を満たすように設定されている。したがって、処理空間122内と排気経路124内のコンダクタンスに影響を与えたり、スリット200aを通過するガス流を乱すことなく、付着物によってスリット200aの開口径が狭まるまでの時間をさらに延長することができる。

また、本変形例において、テーパ面202が形成されたス

リット 200 a の処理空間 122 側部分と拡大開口部 204 が形成されたスリット 200 a の排気経路 124 側部分は、テーパ面 202 の下端縁 202 c によって囲まれる面 202 b と同じ断面形状および大きさの通路 208 を介して、互いに連通している。したがって、スリット 200 a にテーパ面 202 や拡大開口部 204 を設けても、処理空間 122 内と排気経路 124 内のコンダクタンスを所望の状態に維持することができる。

なお、本発明は、前述した実施の形態および変形例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施できることは言うまでもない。例えば、前述した実施の形態において、スリット 120 a の短手方向の幅は、バッフル板 120 の内周側と外周側とで同一に設定されているが、図 11 に示されるように、内周側と外周側とで異なっても良い。なお、図 11 に示される例では、外周側の短手方向の幅 W_4 が内周側の短手方向の幅 W_3 よりも大きく設定されている。また、前述した実施の形態や変形例において、テーパ面 132 (202) の上端縁 (開口縁)、テーパ面 132 (202) の下端縁 132 c (202 c)、拡大開口部 204 の底面、拡大開口部 204 の開口面 204 a 等に角部が形成されているが、これらの角部に面取りが施されていても良い。また、前述した実施の形態においては、 C_4F_8 と CO と Ar とによってウエハがエッチング処理されているが、本発明は、プラズマ CVD 装置などの他の処理装置にも適用することができ、また、LCD 用ガラス基板などの他の被処理体の処理

に対しても適用することができる。

請 求 の 範 囲

1. 気密な処理容器と、処理容器内のガスを排気する排気系と、対象物に対して所定の処理が施される処理空間と排気系に連通する排気経路とに前記処理容器内を区画するバッフル板とを備えた処理装置において、

前記バッフル板には、前記処理空間と前記排気経路とを連通させる複数のスリットが形成され、

各スリットの処理空間側の内面部位には、スリットの深さの $1/4$ 以上にわたって、テーパ面が形成されている、

ことを特徴とする処理装置。

2. 前記テーパ面はスリットの深さの $1/2$ 以上にわたって形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の処理装置。

3. 前記バッフル板はリング状を成しており、

複数のスリットは、バッフル板の全周にわたって放射状に配列されて形成されている、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の処理装置。

4. 前記各スリットはバッフル板の径方向に沿って延びており、

前記テーパ面は、スリットの両側でバッフル板の径方向に沿って延びるとともに、スリットの処理空間側の開口縁から排気経路側に向かってスリットの開口を狭める方向で傾斜している、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の処理装置。

5. 前記スリットの開口面を垂直に貫く垂線と前記テーパ

面とのなす角度 θ は、 $5^{\circ} \leq \theta \leq 30^{\circ}$ の範囲内に設定されていることを特徴とする請求項 2 に記載の処理装置。

6. 各スリットの排気経路側は、スリットの排気経路側の開口縁から処理空間側に向かって延び且つテーパ面が形成されるスリットの処理空間側部位の最小内径よりも大きい内径に設定された拡大開口部によって形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の処理装置。

7. 前記テーパ面および前記拡大開口部はそれぞれスリットの深さの $1/4 \sim 1/2$ にわたって形成されていることを特徴とする請求項 6 に記載の処理装置。

8. 前記バッフル板はリング状を成しており、
複数のスリットは、バッフル板の全周にわたって放射状に配列されて形成されている、
ことを特徴とする請求項 6 に記載の処理装置。

9. 前記各スリットはバッフル板の径方向に沿って延びており、

前記テーパ面は、スリットの両側でバッフル板の径方向に沿って延びるとともに、スリットの処理空間側の開口縁から排気経路側に向かってスリットの開口を狭める方向で傾斜している、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の処理装置。

10. テーパ面が形成されたスリットの処理空間側部位と前記拡大開口部は、テーパ面の内側端縁によって囲まれる面と同じ断面形状および大きさの通路を介して互いに連通していることを特徴とする請求項 9 に記載の処理装置。

1 1. 前記スリットの開口面を垂直に貫く垂線と前記テープ面とのなす角度 θ は、 $30^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ の範囲内に設定されていることを特徴とする請求項 6 に記載の処理装置。

1 2. 前記スリットの処理空間側の開口の短手方向幅 W_1 と前記スリットの排気経路側の開口の短手方向幅 W_2 は、 $1 \leq W_2 / W_1 \leq 1.4$ の条件を満たすように設定されていることを特徴とする請求項 6 に記載の処理装置。

1/8

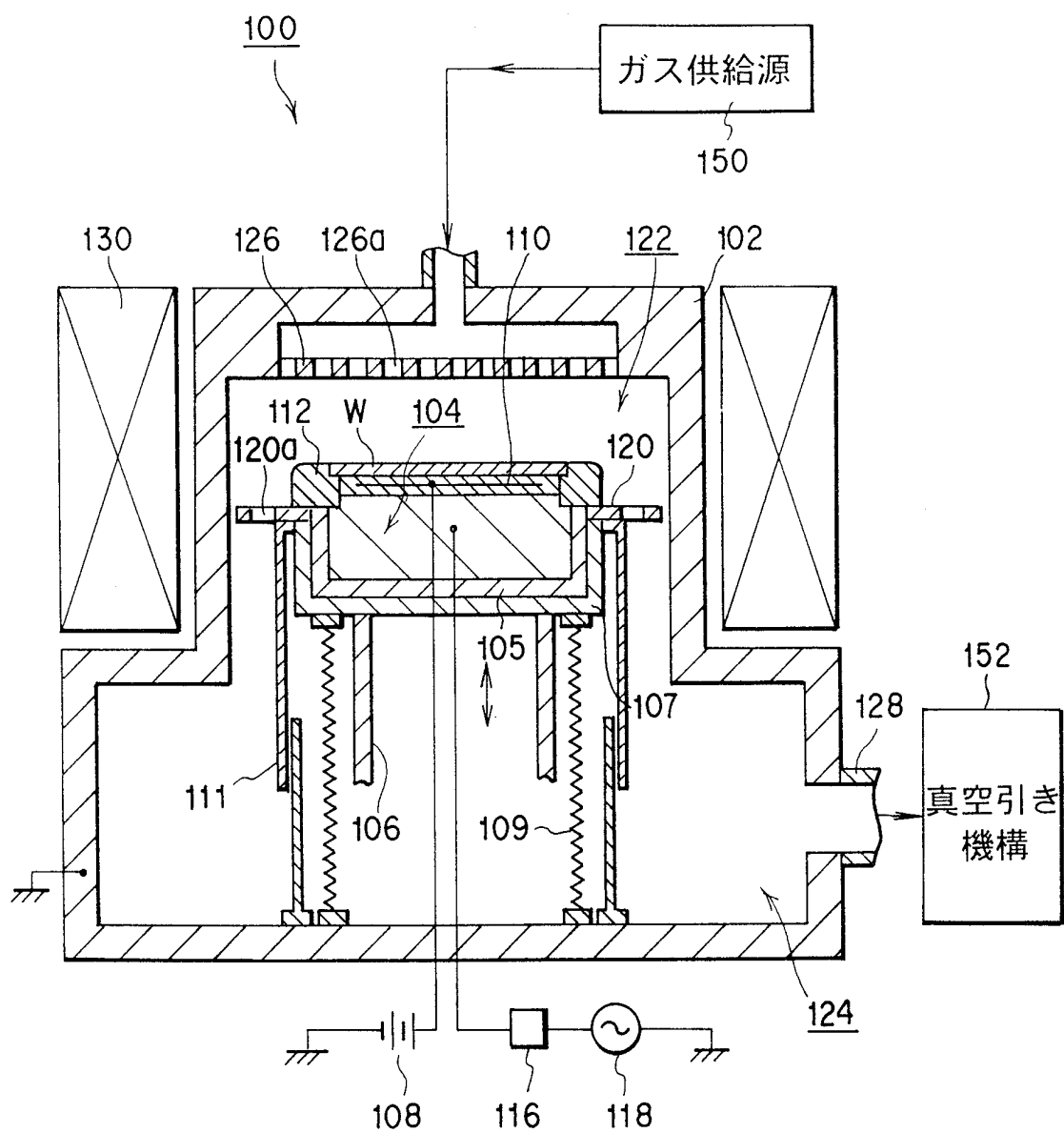


FIG. 1

3/8

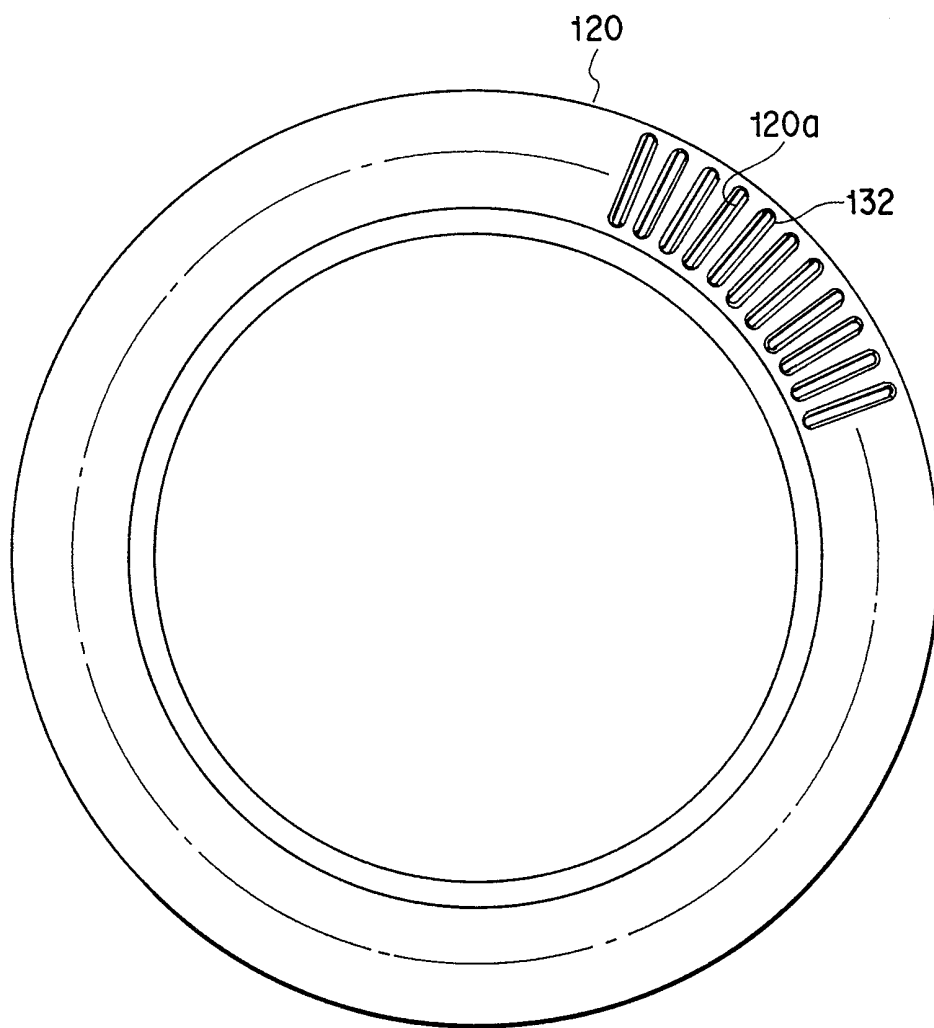


FIG. 3

4/8

FIG. 4A

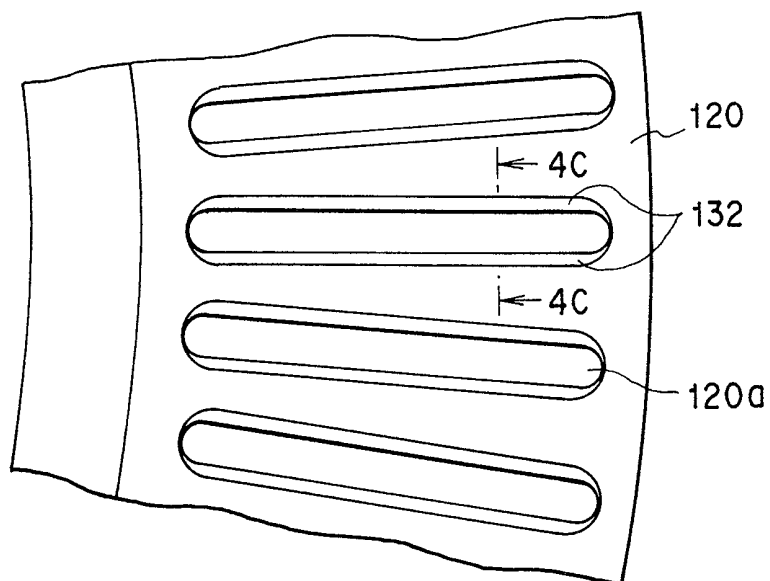


FIG. 4B

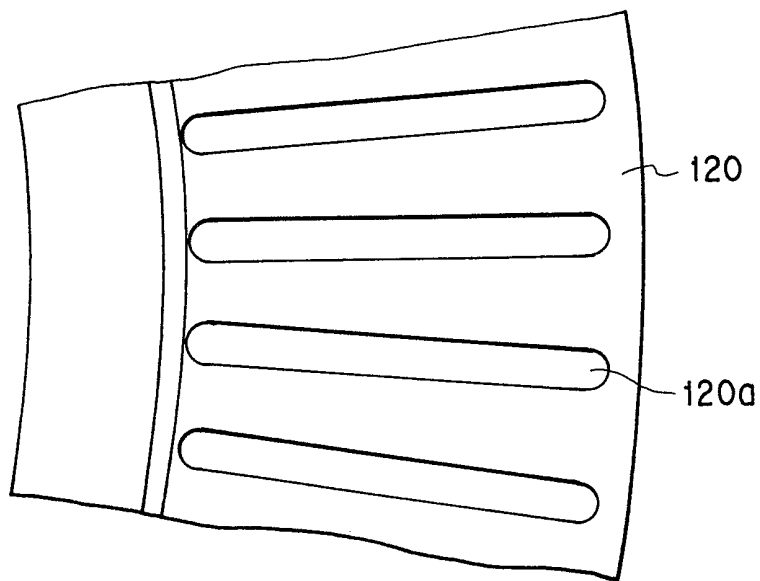
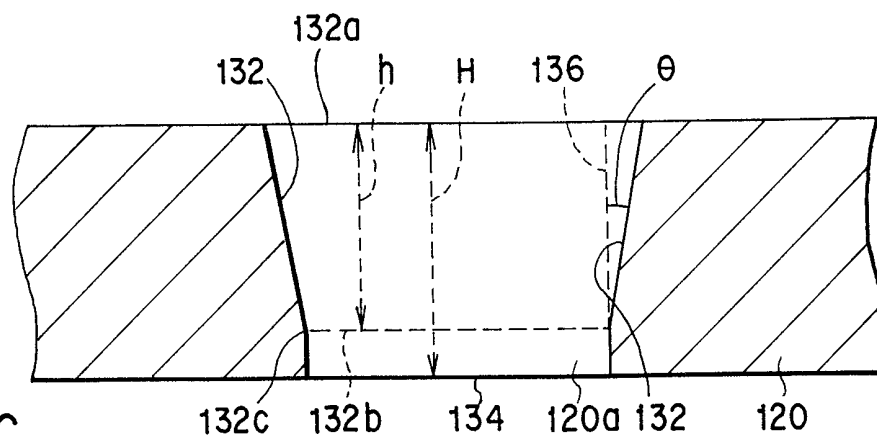


FIG. 4C



5/8

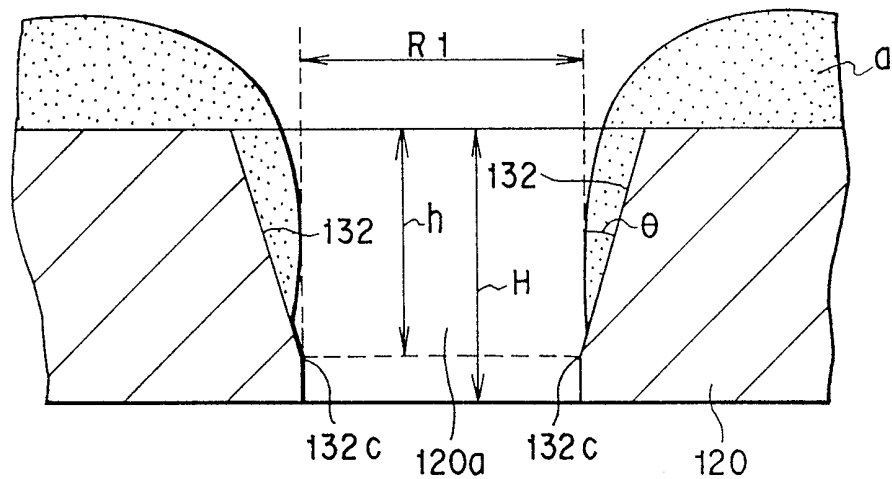


FIG. 5

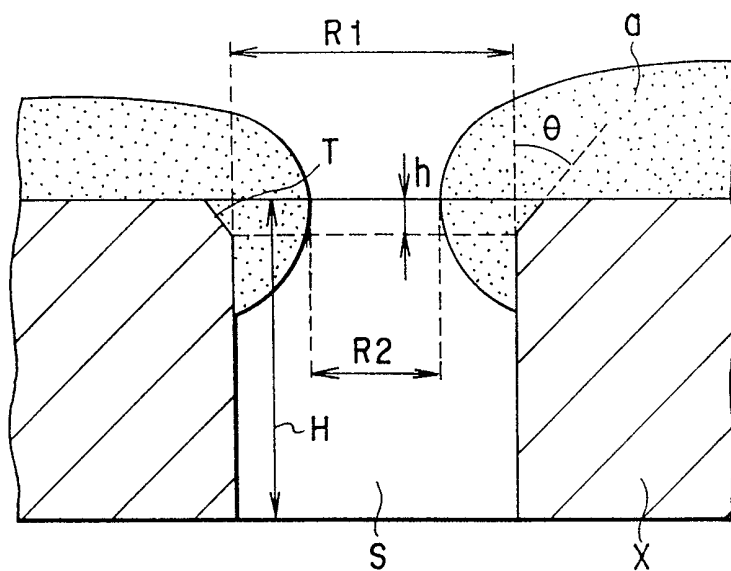


FIG. 6 (従来技術)

6/8

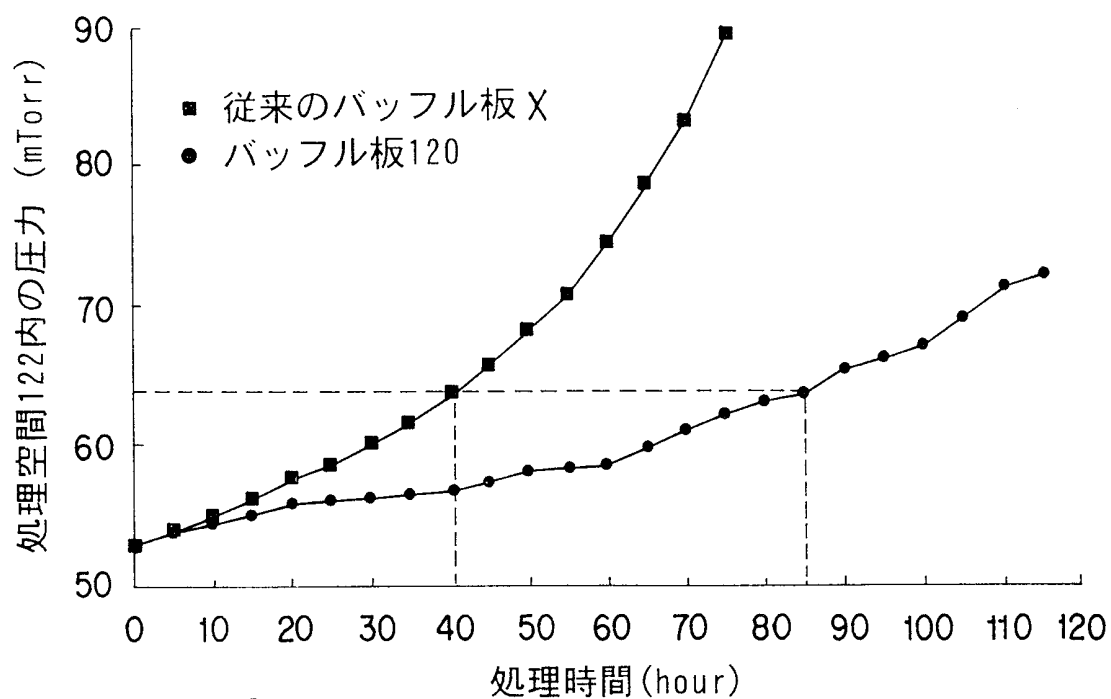


FIG. 7

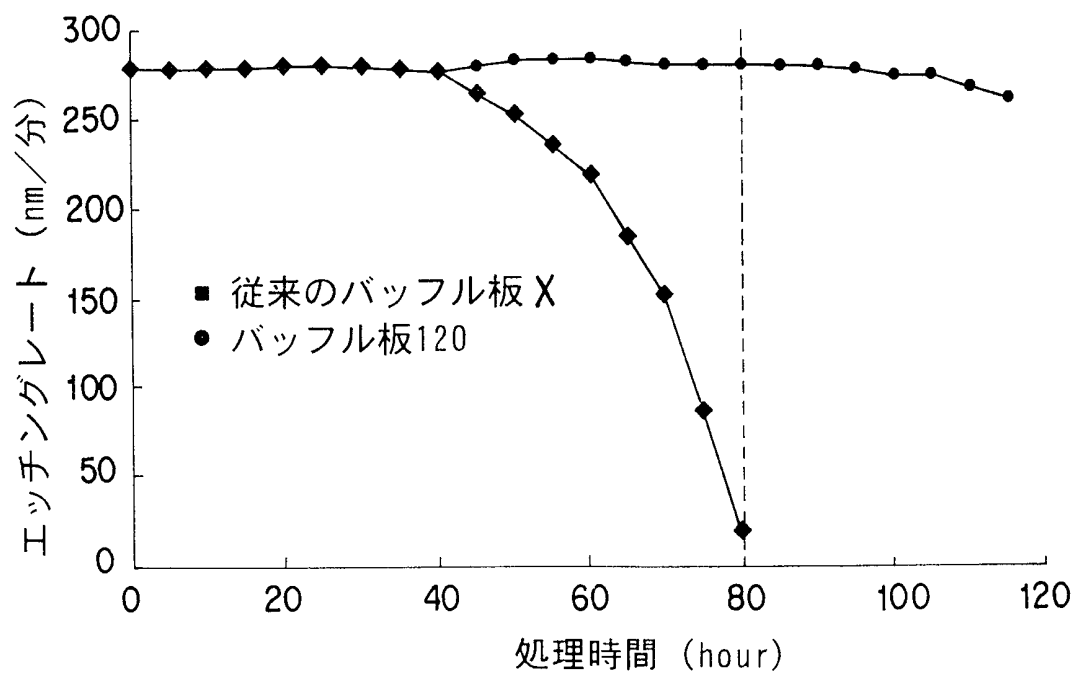


FIG. 8

7/8

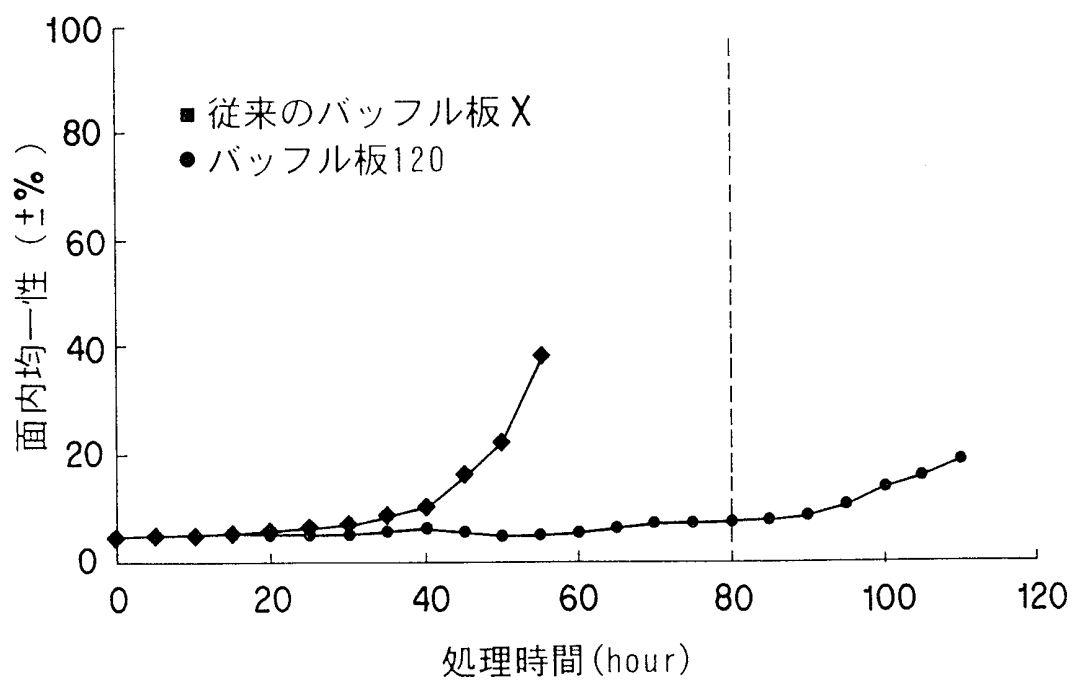


FIG. 9

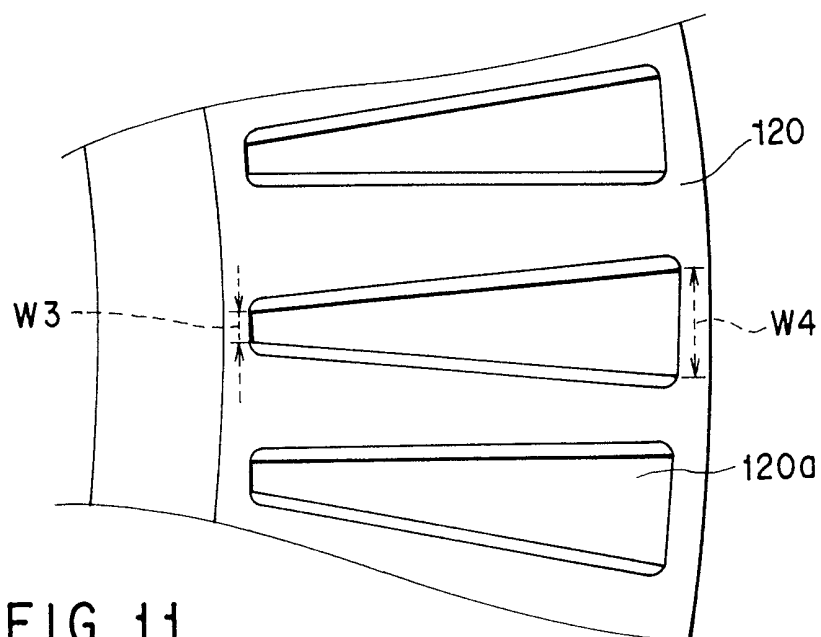


FIG. 11

8/8

FIG. 10A

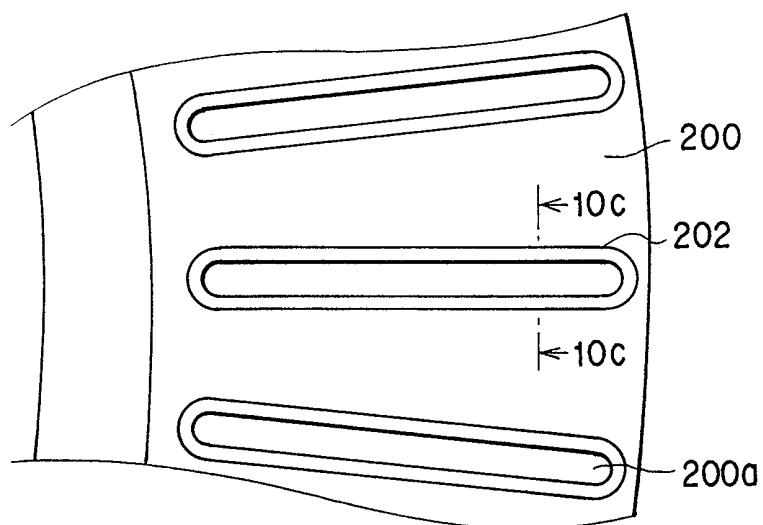


FIG. 10B

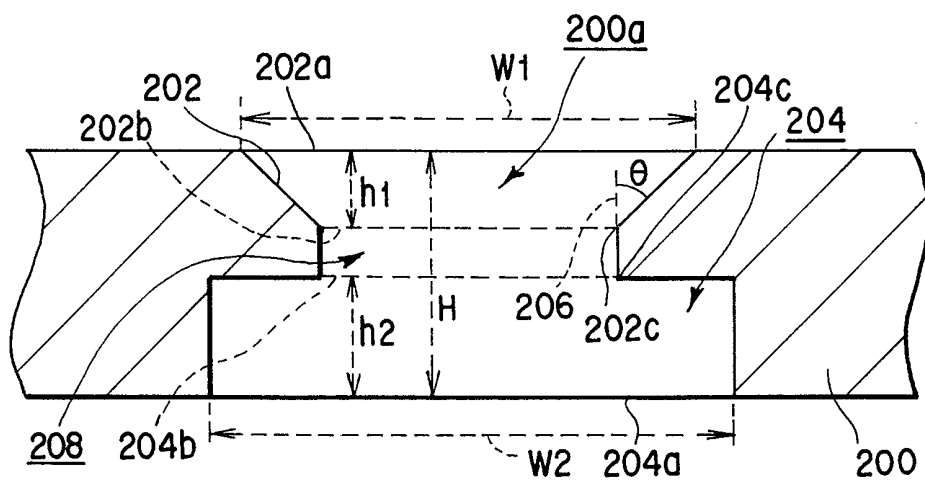
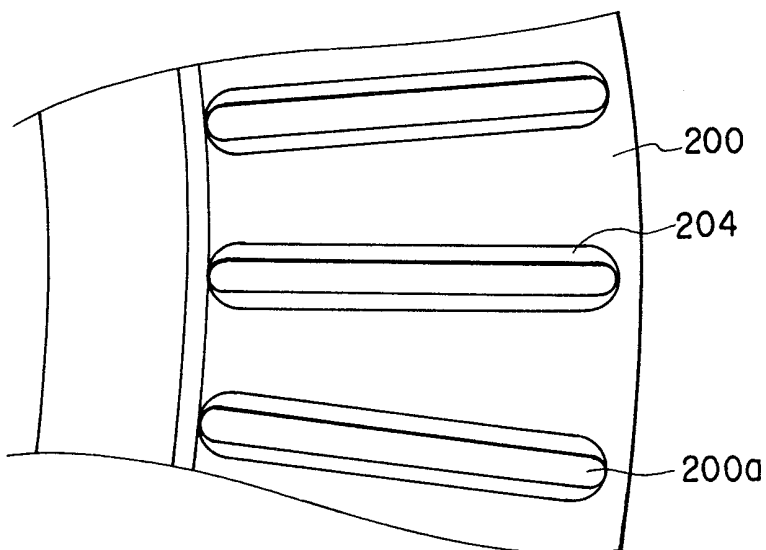


FIG. 10C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP99/01055

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁶ H01L21/3065

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)
Int.Cl⁶ H01L21/3065, B05B3/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1964-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1996

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI/L

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<u>Y</u> , A	JP, 63-141318, A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 13 June, 1988 (13. 06. 88) (Family: none) (Page 2, upper right column, line 13 to page 3, upper left column, line 16)	<u>1, 2, 3, 4, 5,</u> 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
<u>Y</u> , A	JP, 10-041096, A (Tokyo Electron Ltd.), 13 February, 1998 (13. 02. 98) & EP, 821395 (28. 01. 98), (Par. Nos. [0015] to [0044])	<u>1, 2, 3, 4, 5,</u> 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Y	JP, 59-82958, A (NKK Corp.), 14 May, 1984 (14. 05. 84) (Family: none) (Page 2, upper right column, line 9 to page 3, upper right column, line 12)	1, 2, 3, 4
Y	JP, 04-358518, A (Babcock-Hitachi K.K.), 11 December, 1992 (11. 12. 92), (Par. Nos. [0008] to [0025])	1, 2, 3, 4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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
1 June, 1999 (01. 06. 99)

Date of mailing of the international search report
8 June, 1999 (08. 06. 99)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁶ H01L21/3065		
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 ⁶ H01L21/3065 Int. Cl ⁶ B05B 3/10		
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 1964-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-1996年 日本国登録実用新案公報 1994-1998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) WPI/L		
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 請求の範囲の番号
<u>Y</u> , A	J P, 63-141318, A (沖電気工業株式会社)、13.6月 1988年、(13.06.88)、(ファミリーなし)、 (第2頁右上欄第13行~第3頁左上欄第16行)	<u>1, 2, 3, 4</u> , 5、 6, 7, 8, 9, 10、 11, 12
<u>Y</u> , A	J P, 10-041096, A (東京エレクトロン株式会社)、13.2月 1998年 (13.02.98)、& EP 821395 (28.01.98)、 (第15~44段落)	<u>1, 2, 3, 4</u> , 5、 6, 7, 8, 9, 10、 11, 12
Y	J P, 59-82958, A (日本鋼管株式会社)、14.5月1984年 (15.05.84)、(ファミリーなし)、 (第2頁右上欄第9行~第3頁右上欄第12行)	1, 2, 3, 4
Y	J P, 04-358518, A (パプコック日立株式会社)、11.12月 1992年、(11.12.92)、(第8~25段落)	1, 2, 3, 4
☐ 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 01.06.99	国際調査報告の発送日 08.06.99	
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) 今井 淳一 印	4 R 9055
電話番号 03-3581-1101 内線 6758		