

平成 1 9 年度  
特許出願技術動向調査報告書

半導体の機械加工技術

( 要約版 )

< 目次 >

第 1 章	半導体の機械加工技術の俯瞰.....	1
第 2 章	半導体の機械加工技術に関する特許動向分析.....	5
第 3 章	半導体の機械加工技術に関する研究開発動向分析.....	3 5
第 4 章	半導体産業の産業政策動向分析.....	3 8
第 5 章	半導体産業の市場環境分析.....	3 9
第 6 章	総合分析.....	4 1

平成 2 0 年 4 月

特 許 庁

問い合わせ先

特許庁総務部企画調査課 技術動向班

電話：0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 ( 内線 2 1 5 5 )

# 第1章 半導体の機械加工技術の俯瞰

## 第1節 半導体の機械加工技術の概要

### 1. 半導体の機械加工技術に関する技術の俯瞰

半導体製造技術は機械加工技術をはじめ、リソグラフィ技術、薄膜形成技術、エッチング技術、イオン注入技術、洗浄技術などからなっている。半導体の基板（ウエハ）として、シリコン（Si）基板とガリウム砒素（GaAs）などの化合物半導体基板がある。

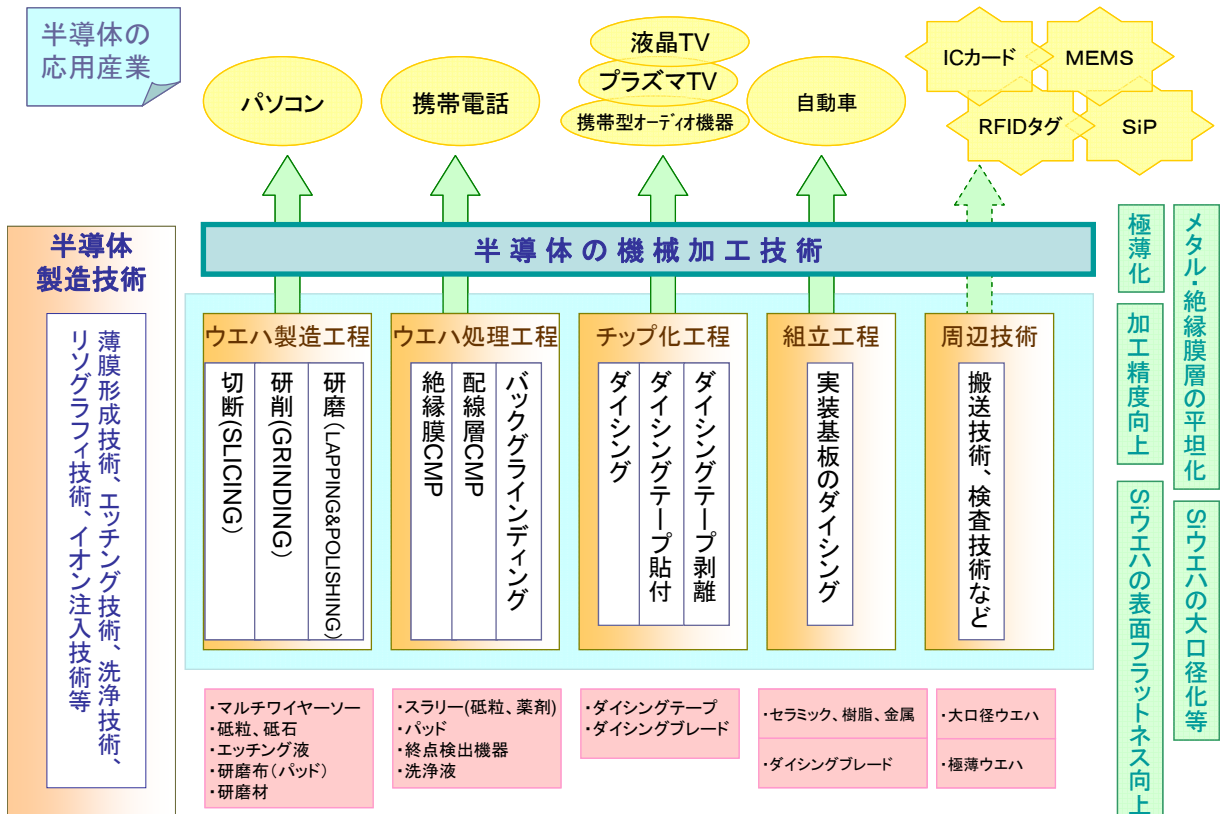
半導体の機械加工技術としては、ウエハ製造工程、ウエハ処理工程、チップ化工程、組立工程の各工程において、切断（スライシング）、研削、ラッピング、ポリッシング、CMP（化学的機械的研磨）、バックグラインディング、ダイシングなどがある。さらに、周辺技術として、工程内でのウエハ搬送技術（工程間も）、バックグラインディングでの表面の保護テープの貼付および剥離、チップ化工程におけるダイシングテープの貼付および剥離などが含まれる。それぞれの機械加工技術において使用される装置や材料として、たとえば、CMP 技術における CMP 装置、終点検出機器、スラリー（砥粒、薬剤）、パッド、洗浄液などがある。

半導体の機械加工技術における課題として、加工精度の向上、平坦化、汚染防止、極薄化、ウエハの表面フラットネスの向上、ウエハの大口径化、生産性向上、環境負荷の低減などがあげられる。

半導体の応用産業として、パソコン、携帯電話、液晶 TV、プラズマ TV、携帯型オーディオ機器、自動車などがあり、新しい応用形態として IC カード、RFID タグ、MEMS、SiP などがある。これらの応用分野が今後とも半導体市場を牽引し、市場拡大していくと予想される。

半導体の機械加工技術の技術俯瞰図を第 1-1 図に示す。

第 1-1 図 半導体の機械加工技術の技術俯瞰図



## 2. 半導体の製造工程における機械加工技術

半導体の機械加工技術は①研磨（CMPを含む）、研削、②スライシング、ダイシング、③周辺技術（搬送、ダイシングテープ・保護テープの貼付、剥離など）の要素技術に大別される。半導体の製造プロセスはウエハ製造工程、ウエハ処理工程、チップ化工程、組立工程に大別される。なお、ウエハ処理工程はさらにバルク工程、配線工程、背面処理工程に区分される。各製造プロセスにおける半導体の機械加工技術について以下で説明する。

### （1）ウエハ製造工程における機械加工技術

結晶成長させた半導体の単結晶インゴットの外周を研削し所定の直径に成形した後、所定の長さで切断する。次いで、インゴットを、薄いドーナツ状の円盤の内周に砥粒を取り付けた内周刃、もしくは細いワイヤーに砥粒を絡ませて往復させるマルチワイヤーソーによりスライシング（切断）し、ウエハ形状にする。

ウエハの面取り形状に対応した砥石でウエハ外周を製品直径に研削（Grinding）し、端面を円弧状に研削し、面取りする。ウエハの面方位を示すためのオリエンテーションフラットあるいはノッチの形成も研削加工にて行なう。

ラッピングは回転する上下のラップ定盤の間で、ウエハをセットしたキャリアが自公転し、砥粒を含んだ研磨剤を介してウエハとラップ定盤をすり合わせることによる機械研磨法である。砥粒はアルミナベースが多い。加工時間の短縮・高効率化などの要求に応え、ラッピングの精度を維持するための新しい加工法として、砥石を用いる方法が検討されている。近い将来、砥石の改善が進むと遊離砥粒を用いるラッピングが砥石研磨に置き換わる可能性がある。

ポリッシングは、研磨パッドを貼り付けた回転盤にウエハを接着したプレートを押し付け、スラリーを供給して行われる鏡面研磨である。スラリー中の薬液による化学的エッチング作用と砥粒を介して研磨パッドに押し付けることによる機械的作用を併用する CMP（Chemical Mechanical Polishing）が用いられる。エッジのダメージが割れやパーティクル発生の原因となるため、エッジを研磨するが、これをエッジポリッシングという。

### （2）ウエハ処理工程における機械加工技術

半導体素子の高集積化、高速化が進展しているが、高速化は配線材料の低抵抗化と層間絶縁膜の低誘電率化の2方向から検討されており、Cu配線やlow-k絶縁膜が開発されている。高集積化、すなわち、微細化の進展とともに、焦点深度が浅くなり、高度なフラットネスが必要となり、それに伴い、平坦化において高い加工精度が要求されるようになり、平坦化CMP技術が開発された。CMP技術は化学反応によるエッチングと砥粒・研磨パッドによる機械的研磨を組み合わせた研磨技術で、半導体デバイスの製造工程における配線等による段差を平坦化するために用いられる。平坦化CMPの技術的な課題として、スクラッチフリーの平坦化技術、ディッシング（配線金属のへこみ）やエロージョン（配線金属を含む層間絶縁膜のへこみ）の発生防止技術などがあげられる。

配線材料は、従来のAl配線に代わり、より低抵抗なCu配線の導入が本格化している。Cu配線には層間絶縁膜層中へのCuの拡散防止のためのバリアメタル層として、Ta系金属が使用される。層間絶縁膜として、low-k膜、さらには、ポーラスlow-k膜が用いられるようになり、脆い材料が用いられるため、研磨の荷重を低く抑えることが必要となった。微小真球粒子、複合粒子など低圧CMP用スラリーが各メーカーで開発されている。また、電解研磨な

どの新しいプロセスが提案されている。また、CMP 用パッドについてもパッドの溝形状の工夫などが行われている。

SiP (System in Package) や IC カード等の用途で、最近、ますますチップ化段階でのウエハの極薄化が要求されるようになってきた。ウエハを任意の厚さに加工するため、電子回路が形成されている表面に保護テープを貼り付け、ウエハの裏面を、砥石を用いて研削する。これを背面研削 (バックグラインディング) という。

### (3) チップ化工程における機械加工技術

チップ化工程は、ウエハ処理工程で電子回路の形成されたウエハから各デバイスを個々のチップに切り出す工程で、薄いブレードの外周刃を用いてダイシングする。薄型半導体デバイスにおいては、ダイシング時のチップングやクラックがチップの強度や特性に影響を与えるため、特にチップング等を低減するダイシング技術が求められる。なお、ダイシング時には、ウエハ背面にダイシングテープを貼り付け、ウエハが個々のチップに分割された後も、チップがテープ上に保持された状態で、組み立て工程に搬送される。ウエハから個々のチップを切り出す方法には、ダイシング法の他にスクライブ・ブレイキング法がある。この方法は、ダイヤモンドツールでウエハ表面に基盤の目状の浅いキズをつけた後、ウエハに圧力をかけて、キズに沿ってウエハを割り、チップ化する方法である。スクライブ・ブレイキング法は、化合物半導体など主として小型チップ(5mm 角以下)の製造に適用されている。それ以外の半導体デバイスのチップ化技術の主流はダイシング法である。

## 第2節 半導体の機械加工技術の応用産業の概要

半導体の機械加工技術は、リソグラフィ技術、エッチング技術、イオン注入技術、洗浄技術等とともに半導体製造の重要なプロセス技術の1つである。これらのプロセス技術を集大成して半導体（IC、LSIを含む）が製造される。すなわち、半導体の機械加工技術の応用産業は一義的には半導体産業と捉えることができる。したがって、応用産業として半導体産業について以下に記載する。

WSTS（WORLD SEMICONDUCTOR TRADE STATISTICS：世界半導体市場統計）による世界地域別半導体市場予測（2006年秋）によれば、半導体の世界市場は2005年には約2,275億ドル、2006年には約2,470億ドルであり、2008年には約3,000億ドルに成長すると予測されている。産業の米といわれる半導体は2006年、2007年は約9%、2008年には約12%成長し、2009年までプラス成長を続けると予測されている。

半導体の製品別市場は、2005年の実績では、ICが約85%、ディスクリートが約7%、オプトエレクトロニクスが約6%、センサーが約2%であったが、2008年ではICが約84%、ディスクリートが約6%、オプトエレクトロニクスが約7%、センサーが約3%になると予測されており、センサー、オプトエレクトロニクスが伸びるとの予測である。ICの製品別市場は、2005年の実績でロジック約30%、MOSマイクロ約28%、メモリ約25%、アナログ約17%であったが、2008年では、ロジック約29%、MOSマイクロ約26%、メモリ約27%、アナログ約18%になると予測されており、メモリとアナログが伸びるとの予測である。

主な半導体メーカーとして、米国のインテル、テキサスインスツルメンツ（TI）、アドバンストマイクロデバイス（AMD）、フリースケールセミコンダクター、欧州のインフィニオン（Infineon）テクノロジー、STマイクロエレクトロニクス、韓国の三星電子、ハイニックス（Hynix）セミコンダクタ、日本の東芝、ルネサステクノロジ（日立と三菱電機のJV）、NECエレクトロニクスなどが上位にランキングされている。

## 第2章 半導体の機械加工技術に関する特許動向分析

### 第1節 調査方法と対象とした特許

#### 1. 調査方法

半導体の機械加工技術に関する特許出願動向について、全体出願・登録動向分析、技術区別動向分析、出願人（発明者）別動向分析および重要特許分析を行った。

海外特許は、米国特許、欧州特許、韓国特許、中国特許、台湾特許、オーストラリア特許およびシンガポール特許を対象とした。欧州特許としては、欧州特許庁への出願（EPC 出願）だけでなく、イギリス、フランス、ドイツ、オランダ、イタリア、スイス、フィンランド、スウェーデン、オーストリア、ベルギー、デンマーク、スペイン、アイルランド、ルクセンブルク、ポルトガル、チェコ、ハンガリー、ルーマニア、スロバキアの各国への特許出願も対象としている。欧州国籍の出願人は上記各国にロシアとノルウェー国籍の出願人を加えている。

特許検索は、日本特許では PATOLIS（株式会社パトリスの登録商標）、海外特許では Derwent World Patents Index（WPINDEX(STN)）を用いた。検索では、優先権主張日 1990 年 1 月 1 日から 2006 年 12 月 31 日の特許出願を対象とした。その検索結果は、日本への出願において 21,225 件、米国、欧州、韓国、中国、台湾、オーストラリアおよびシンガポールを合わせて 15,274 件であった。登録特許についても優先権主張日 1990 年 1 月 1 日から 2006 年 12 月 31 日のものを対象とした。なお、データベース収録までの時間差により全データが収録されている年が各国で異なっており、特に 2004 年以降は全データが取得されていない場合があることを念頭においておく必要がある。このため、出願・登録動向の集計グラフは、優先権主張年 1990 年から 2005 年までのデータを用いて作成した。さらに PCT 出願では国内移行までの時間が長く、公表公報発行時期が国内出願の公開（1 年 6 ヶ月）より遅くなる事情もある。また、米国特許では、2000 年 11 月 29 日に部分的に公開制度が開始されたので、特に、それ以前は、出願件数としてカウントできるのは登録されたものに限られる。したがって、出願件数の推移、各国間の出願件数の比較では、米国における出願件数は、特に公開制度以前の時期については、全件数になっていないことに注意する必要がある。韓国への出願では、WPI への収録は 1997 年以降であるため、それ以前の出願については登録件数のみがカウントされている。台湾への出願では、公開制度が 2002 年 10 月から始まったため、それ以前については登録された件数を出願件数とした。また、台湾への出願については、WPI への収録が遅れており、特に優先権主張年 2005 年は少なくなっていることを考慮する必要がある。

また、登録件数の推移については、特許出願から審査請求までの期間と審査にかかる期間が個別に異なること、および日本においては、従来、出願から 7 年間であった審査請求までの期間が 2001 年 10 月以降の出願から 3 年に短縮されており、現在これらが混在した移行期間であることも念頭において評価する必要がある。

特許動向分析は、検索された特許公報（韓国特許、中国特許および台湾特許については抄録）の内容から、要素技術軸（研磨・研削技術、スライシング・ダイシング技術、周辺技術）に分類し、さらに、「用途」「工程」「基板」「課題」という分析軸を設けて分類した。

用途軸は、パソコン、携帯電話、デジタル家電（液晶テレビ等）、自動車のほかに、IC カード、RFID タグ、MEMS およびその他の用途とした。

工程軸は、ウエハ製造工程、ウエハ処理工程、チップ化工程および組立工程とした。

基板軸は、シリコン基板、化合物半導体基板およびエピ成長用基板とした。なお、化合物半導体基板は GaN、SiC、GaAs、InP およびその他の化合物半導体に小分類した。

課題軸は、加工精度の向上、加工ダメージの低減、平坦化 CMP 技術の向上、汚染防止、ウエハの大口径化、ウエハの極薄化、生産性の向上、コストダウン、環境負荷の低減、3次元実装およびその他の課題とした。

解決手段軸、すなわち要素技術軸は、大分類として研磨・研削技術、スライシング・ダイシング技術および周辺技術とし、これらをさらに中分類に分けて分類した。

研磨・研削技術は CMP 技術、EMP, ECMP 技術、ラッピング技術、研削技術、研磨・研削の制御技術、鏡面研磨（ポリッシング）技術、加工対象物の形状およびその他の研磨・研削技術に中分類した。スライシング・ダイシング技術はスライシング（マルチワイヤソー）技術とスライシング（内周刃）技術、ダイシング技術、スライシング・ダイシングの制御技術およびその他のスライシング・ダイシング技術に中分類した。周辺技術は搬送技術、保護テープ、ダイシングテープ、ダイシング・ダイボンドテープ、加工液の再生技術およびその他の周辺技術に中分類した。用途、工程、基板、課題および要素技術（解決手段）がそれぞれ複数個記載されている場合は複数の分類を付与した。

分類・解析するにあたっては、同一発明を複数の出願先に出願している特許、すなわちファミリー特許がある場合は、日本特許、米国特許、欧州特許、韓国特許、中国特許、台湾特許およびその他の出願先の順に優先して読み込み、対応する他の特許にも同一の分類結果を付与した。なお、ファミリー特許の情報は WPI のデータに基づいている。

また、出願件数および登録件数のカウントは、各国・地域への出願の公報一つ一つを個別にカウントする「公報単位」によるカウントと、WPI によるファミリー単位でカウントする「発明単位」によるカウントとの2通りの方法で行い、分析している。

なお、技術分類作業においてノイズと判断される特許出願は、分析対象から除外した。

## 2. 調査対象とした特許

第 2-1 表 半導体の機械加工技術で対象とする特許

本調査において、解析対象とした特許の出願件数と登録件数を出願先ごとに第 2-1 表に示す。優先権主張年が 1990 年から 2006 年の特許出願と登録特許を調査対象としているが、各国の特許制度の違い、データベースへの収録の遅れなどを考慮し、出願・登録動向の集計グラフは、優先権主張年 1990 年から 2005 年までのデータを用いて作成し、これをもとに出願動向の解析を行った。なお、登録特許は、検索日時点で公報が発行されデータベースに収録されたものを対象にしている。

出願先	出願件数	登録件数
日本	16,645	2,990
米国	7,140	5,196
欧州	3,213	1,121
韓国	3,530	1,024
中国	1,475	430
台湾	2,186	1,924
オーストラリア	651	14
シンガポール	354	6
合計	35,194	12,705
5カ国・地域計	32,003	10,761

出願件数は、日本特許、米国特許、韓国特許、欧州特許、台湾特許、中国特許の順に多い。米国特許での出願件数に対する登録件数の多さが目立っている。

## 第2節 全体動向分析

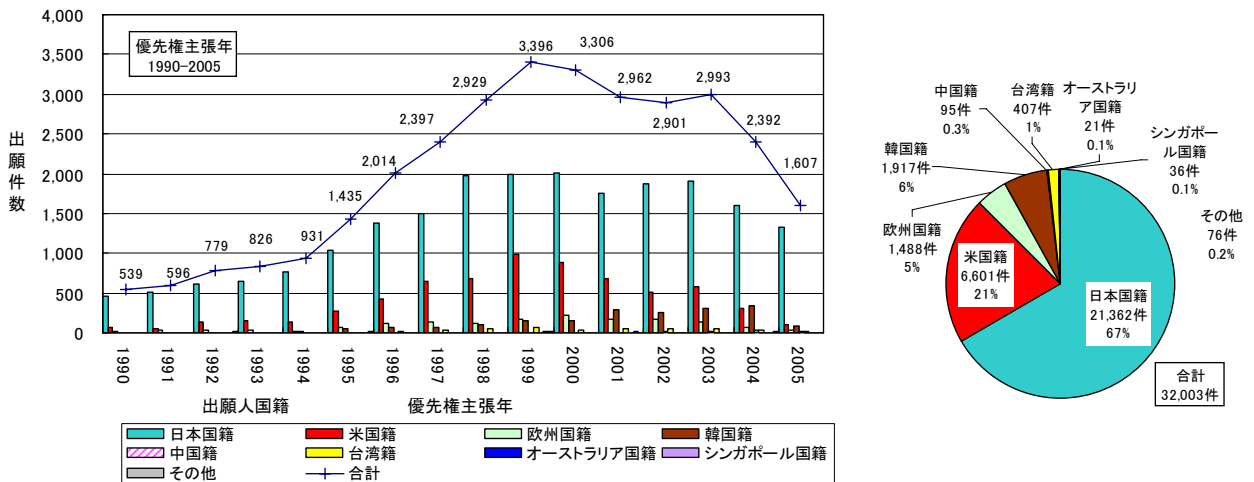
### 1. 全世界での出願・登録動向

今回の特許調査においては、日本特許、米国特許、欧州特許、韓国特許、中国特許、台湾特許、オーストラリア特許およびシンガポール特許について調査している。日本特許、米国特許、欧州特許、韓国特許および中国特許の5カ国・地域の特許に重点を置いて分析することとし、全世界での出願・登録特許の件数として、これらの5カ国・地域への出願・登録特許の件数の合計を用いることとした。

#### (1) 出願動向

第2-2図に1990年から2005年までの、日本、米国、欧州、韓国および中国の5カ国・地域への出願人国籍別出願件数推移と出願人国籍別出願件数割合を示す。1999年に出願件数のピークがあり、その後は横ばいから若干減少傾向を示している。出願人国籍別では、日本国籍が圧倒的に多く約67%で、次いで米国籍が約21%、韓国籍が約6%、欧州国籍が約5%、台湾籍が約1%、中国籍、シンガポール籍およびオーストラリア籍はそれぞれ1%以下である。

第2-2図 出願人国籍別出願件数推移と割合（5カ国・地域への出願件数の合計）



注) 公報単位でカウント

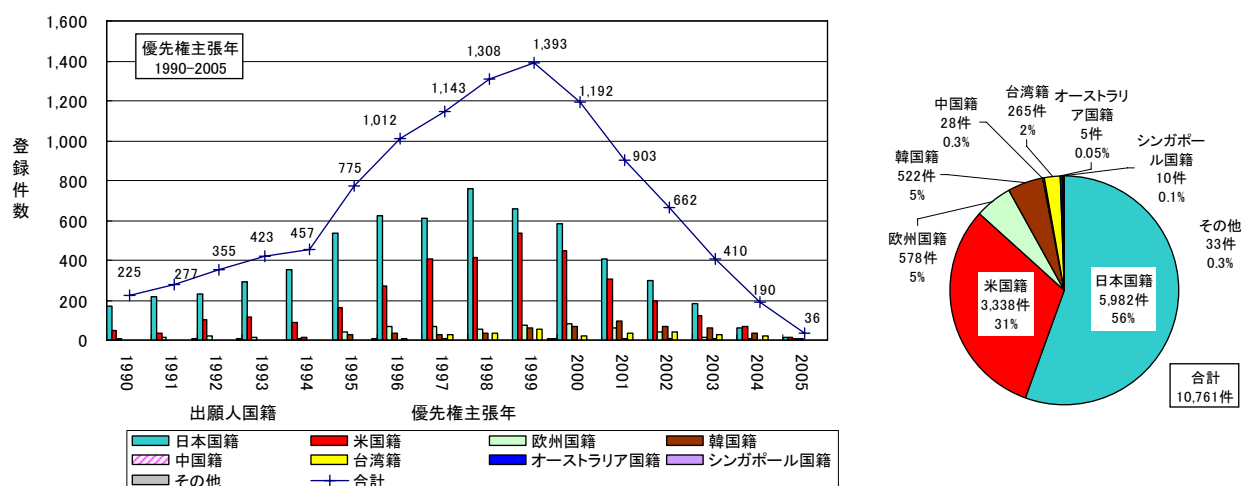
#### (2) 登録動向

第2-3図に1990年から2005年までの日本、米国、欧州、韓国および中国の5カ国・地域への出願人国籍別登録件数推移と出願人国籍別登録件数割合を示す。優先権主張年が1999年のものが登録件数でピークを示し、その後は減少傾向を示している。ただし、登録件数の推移は、各国により審査請求期間が異なるなどの要素も含んでおり、グラフに現れた増減のみで議論することは出来ない。

出願人国籍別では、日本国籍が最も多く約56%、米国籍が約31%と両国籍が多く、次いで欧州国籍および韓国籍がそれぞれ約5%、台湾籍が約2%、中国籍、シンガポール籍およびオーストラリア籍はそれぞれ1%以下である。



第 2-3 図 出願人国籍別登録件数推移と割合（5 カ国・地域での登録件数の合計）



注) 公報単位でカウント

## 2. 出願先国別出願人国籍別出願・登録動向

### (1) 出願動向

第 2-4 図 a)～f) に各国・地域への出願人国籍別出願件数の推移と割合を示す。

日本への出願(a)は優先権主張年 1990 年から毎年増加しており、1999 年に 1,600 件弱のピークを示し、その後、緩やかな減少傾向にある。出願人国籍別出願件数割合では、日本国籍が約 90%と圧倒的に多い。次いで、米国籍が約 7%、欧州国籍が約 2%、韓国籍が約 1%で続いている。

米国への出願(b)は優先権主張年 1990 年から増加しており、1999 年に 900 件強のピークを示し、その後、減少傾向にある。出願人国籍別出願件数割合では、米国籍が約 45%、日本国籍が約 41%と 2 国籍で大部分を占めている。その後を韓国籍、欧州国籍および台湾籍がそれぞれ 4～5%で続いている。

欧州への出願(c)は優先権主張年 1990 年から増加傾向で 1999 年に 400 件弱のピークを示し、その後、減少傾向にある。出願人国籍別出願件数割合では、日本国籍が約 43%、米国籍が約 33%、欧州国籍が約 20%と 3 国籍で大部分を占めている。その後を韓国籍と台湾籍がそれぞれ 1～2%で続いている。

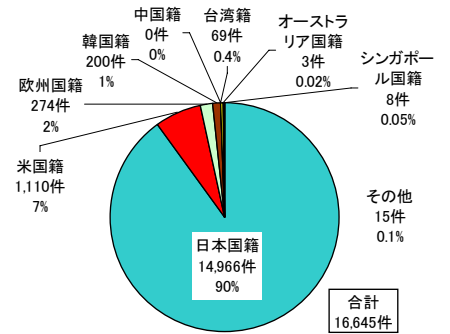
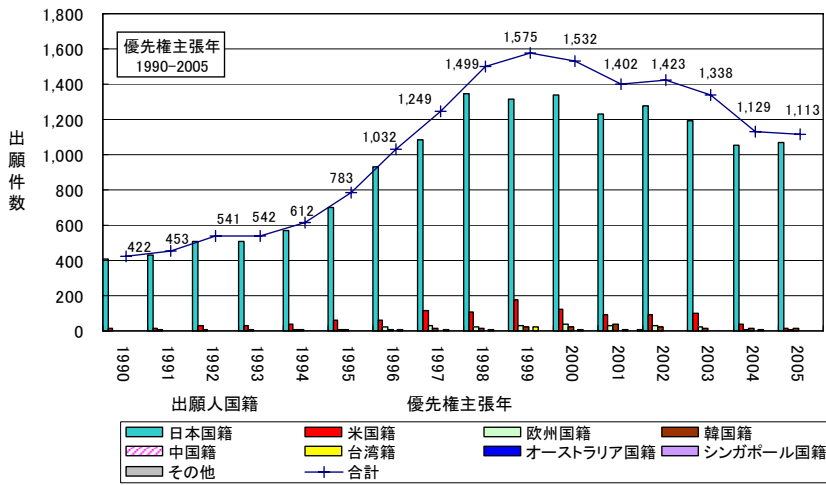
韓国への出願(d)は優先権主張年 1995 年頃から増加しており、2003 年に 500 件弱のピークを示している。出願人国籍別出願件数割合では、日本国籍が約 38%、韓国籍が約 35%、米国籍が約 21%と 3 国籍で大部分を占めている。その後を欧州国籍が約 4%で続いている。

中国への出願(e)は優先権主張年 1996 年頃から増加しており、2003 年に約 300 件のピークを示している。出願人国籍別出願件数割合では、日本国籍が約 51%、米国籍が約 30%と 2 国籍で大部分を占めている。その後を欧州国籍が約 7%、中国籍が約 5%、韓国籍が約 4%、台湾籍が約 1%で続いている。

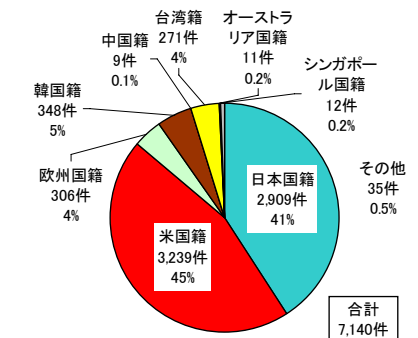
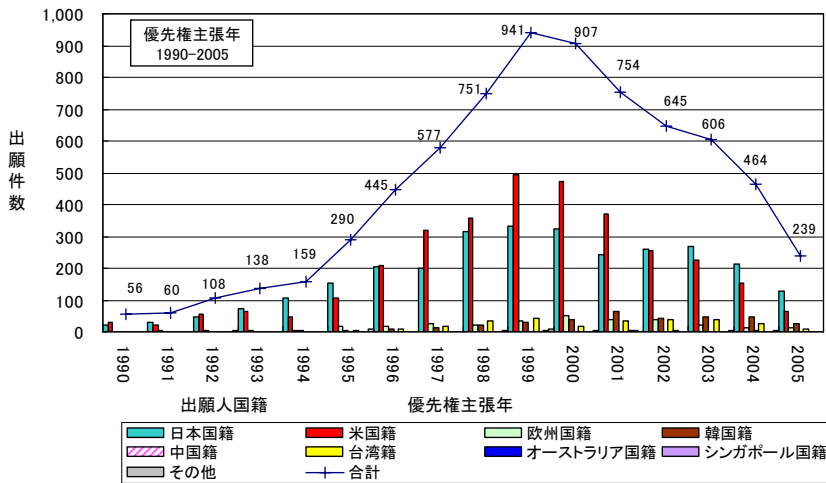
台湾への出願(f)は優先権主張年 1995 年頃から増加しており、1999 年に 400 件弱のピークを示し、その後、減少傾向にある。出願人国籍別出願件数割合では、日本国籍が約 45%、米国籍が約 31%、台湾籍が約 14%と 3 国籍で大部分を占めている。その後を欧州国籍および韓国籍がそれぞれ 4～5%で続いている。

第 2-4 図 出願先国別－出願人国籍別出願件数推移と割合

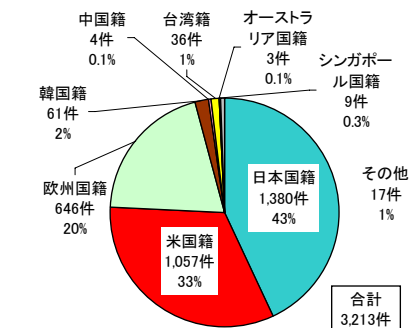
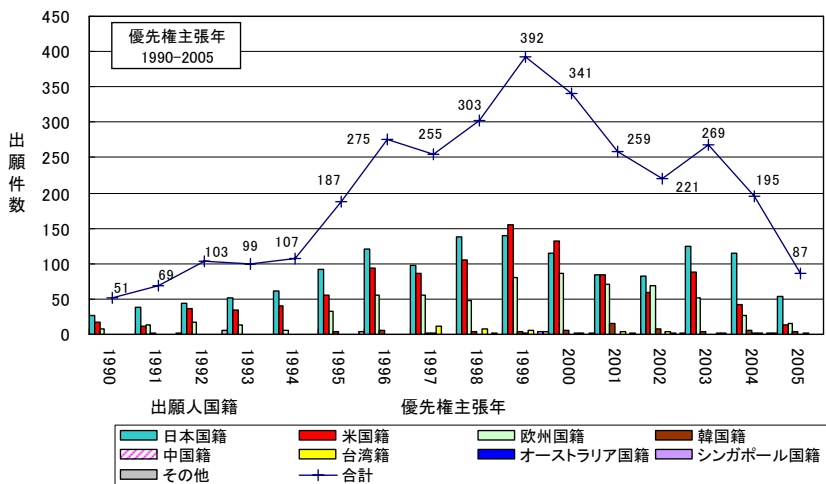
a) 日本への出願



b) 米国への出願

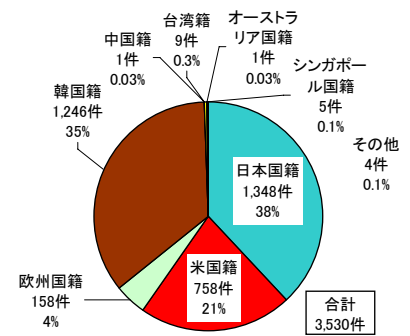
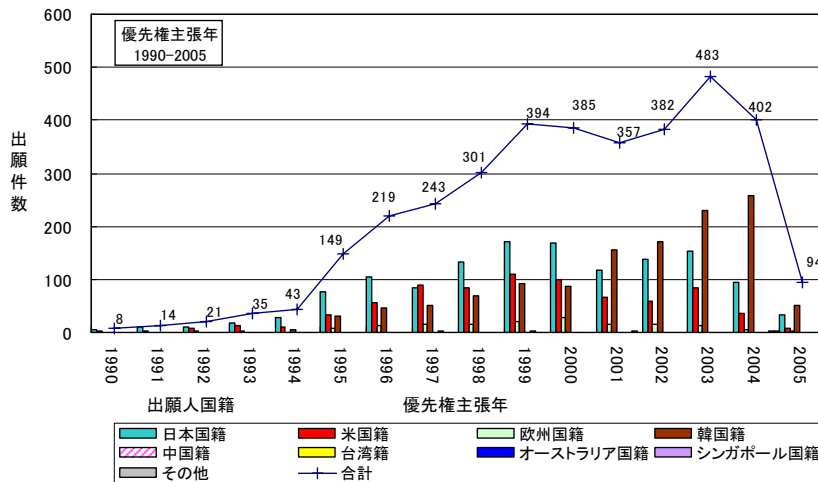


c) 欧州への出願

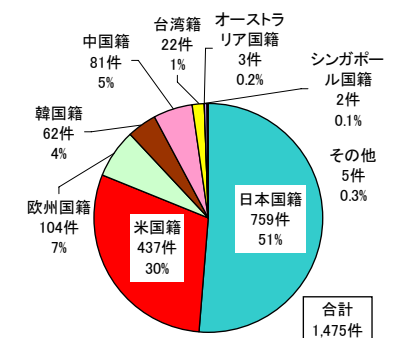
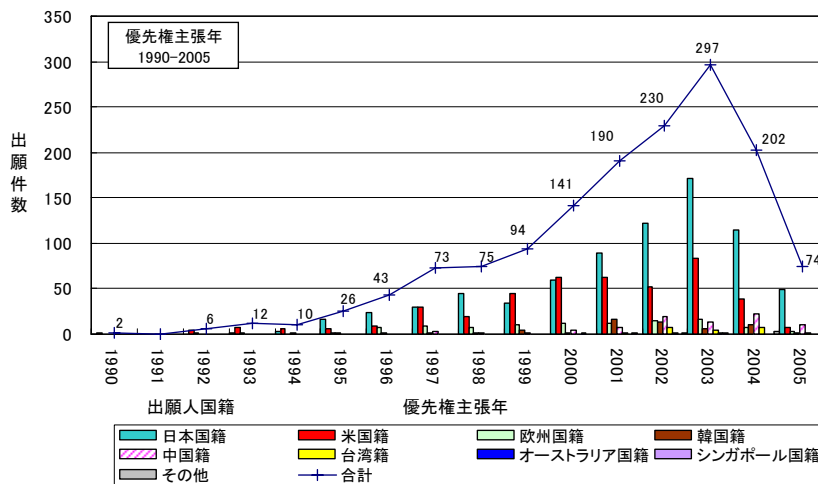


注) 公報単位でカウント

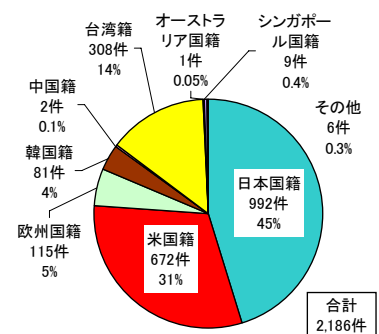
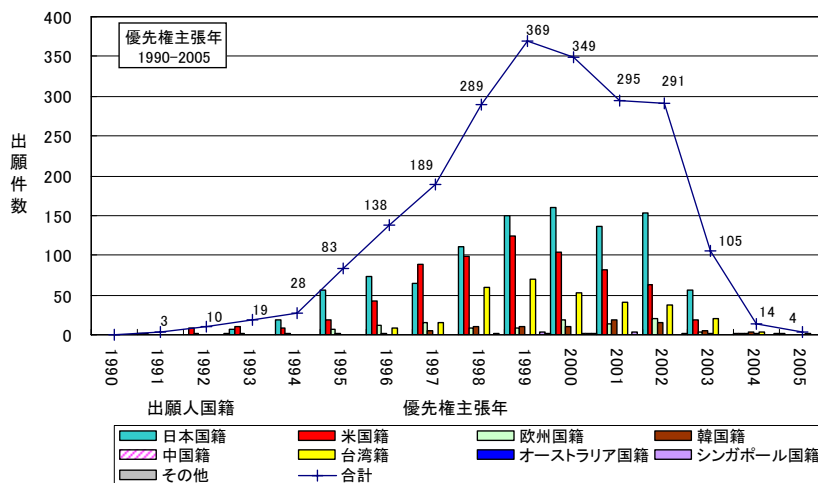
d) 韓国への出願



e) 中国への出願



f) 台湾への出願



注) 公報単位でカウント

## (2) 登録動向

第 2-5 図 a)～f)に各国での出願人国籍別登録件数の推移と割合を示す。

a)は日本での出願人国籍別登録件数の推移と出願人国籍別登録件数割合を示す。登録件数の年次推移は、審査請求時期などの違いもあり、単純に増減を議論できない。出願人国籍別登録件数割合は日本国籍が約 91%と出願人国籍別出願件数割合の日本国籍(約 90%)よりも若干大きい。米国籍が約 5%、欧州国籍が約 2%と続いている。

b)は米国での出願人国籍別登録件数の推移と出願人国籍別登録件数割合を示す。出願人国籍別登録件数割合は米国籍が約 48%、日本国籍が約 39%と 2 国籍が多い。その後を台湾籍、欧州国籍および韓国籍がそれぞれ約 4%で続いている。

c)は欧州での出願人国籍別登録件数の推移と出願人国籍別登録件数割合を示す。出願人国籍別登録件数割合は日本国籍が約 45%、米国籍が約 32%、欧州国籍が約 19%と 3 国籍で大部分を占める。韓国籍は約 2%、台湾籍は約 1%である。

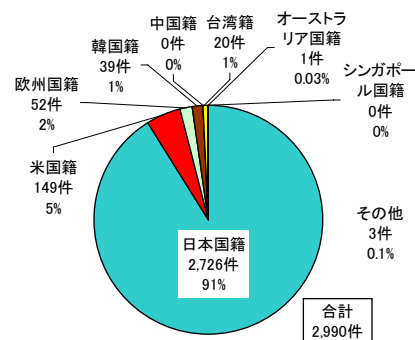
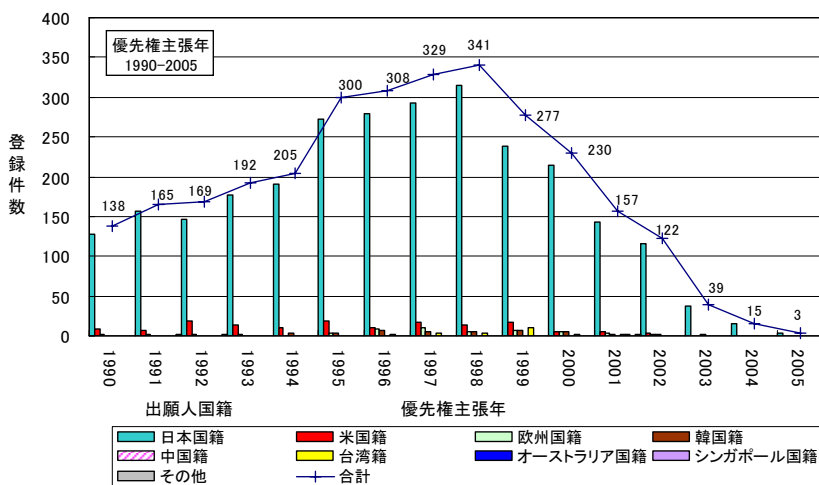
d)は韓国での出願人国籍別登録件数の推移と出願人国籍別登録件数割合を示す。出願人国籍別登録件数割合は日本国籍が約 52%、韓国籍が約 22%、米国籍が約 19%と 3 国籍で大部分を占める。欧州国籍は約 6%、台湾籍は約 1%である。

e)は中国での出願人国籍別登録件数の推移と出願人国籍別登録件数割合を示す。出願人国籍別登録件数割合は日本国籍が約 50%、米国籍が約 28%と 2 国籍で大部分を占める。欧州国籍が約 8%、韓国籍および中国籍がそれぞれ約 6%であり、台湾籍は約 2%である。

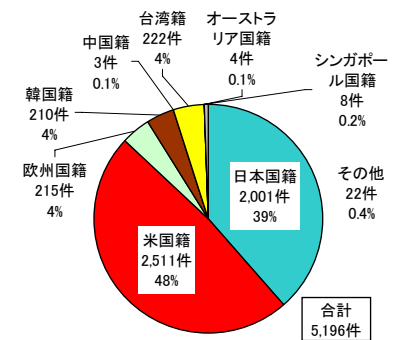
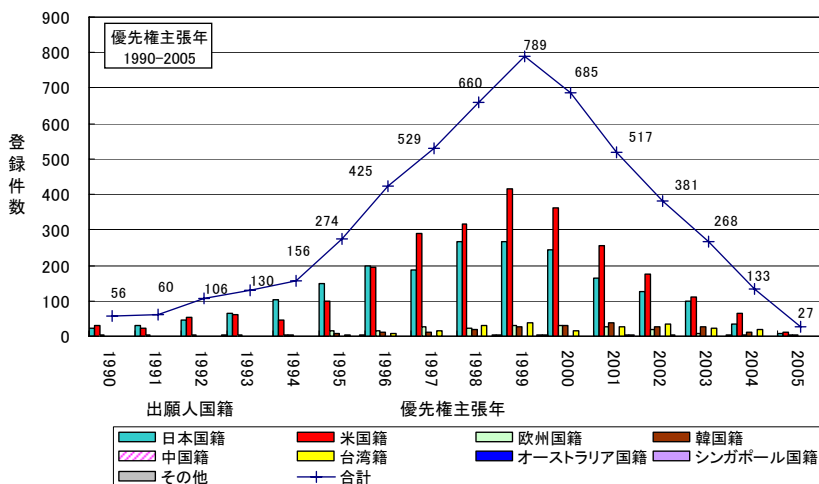
f)は台湾での出願人国籍別登録件数の推移と出願人国籍別登録件数割合を示す。出願人国籍別登録件数割合は日本国籍が約 44%、米国籍が約 32%、台湾籍が約 15%と 3 国籍で大部分を占める。欧州国籍が約 5%、韓国籍が約 4%で、中国籍は 1%以下である。

第2-5図 出願先国別－出願人国籍別登録件数推移と割合

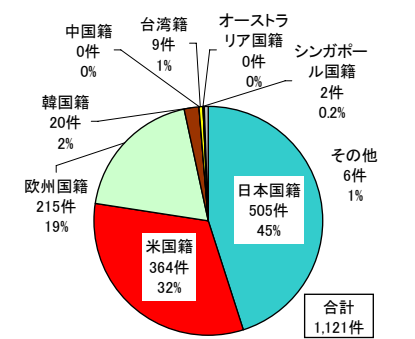
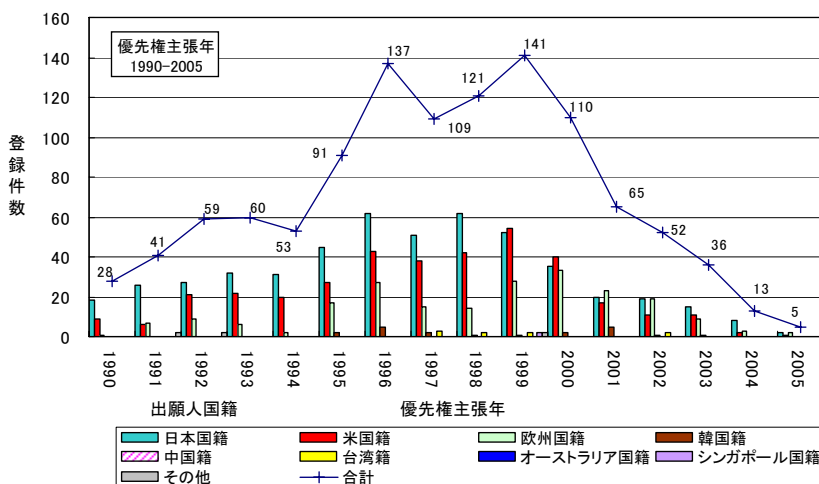
a) 日本での登録



b) 米国での登録

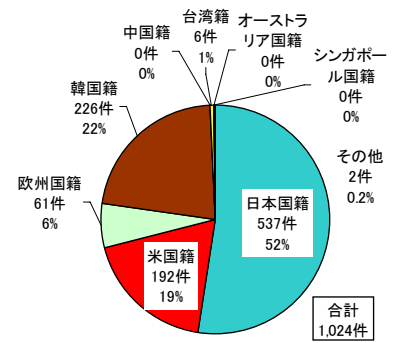
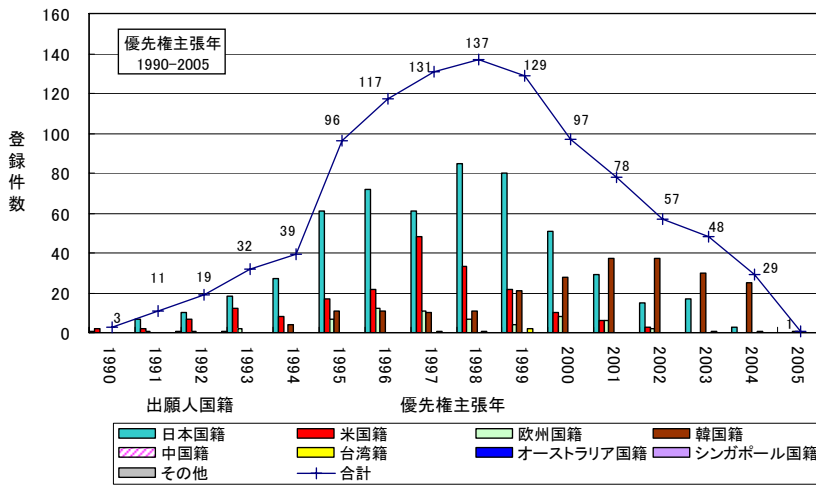


c) 欧州での登録

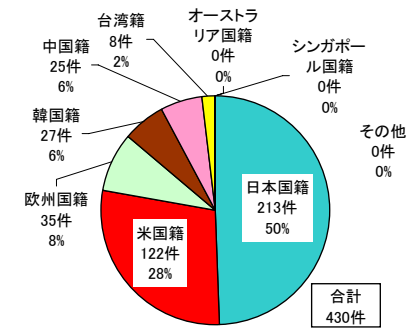
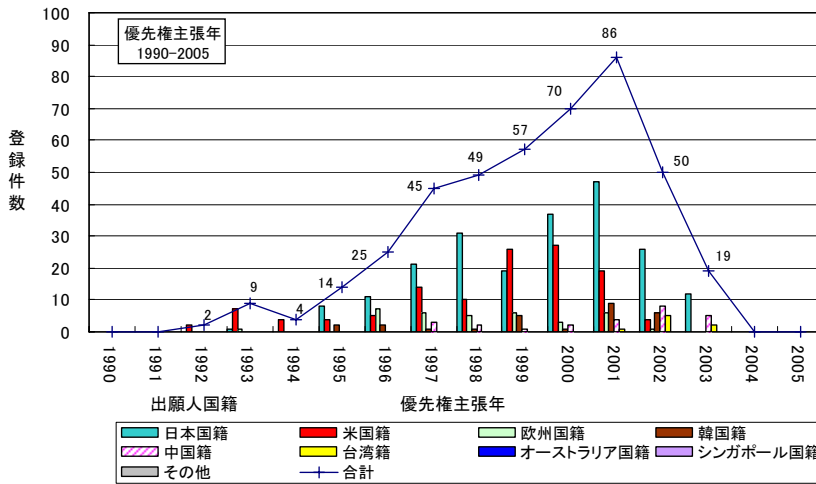


注) 公報単位でカウント

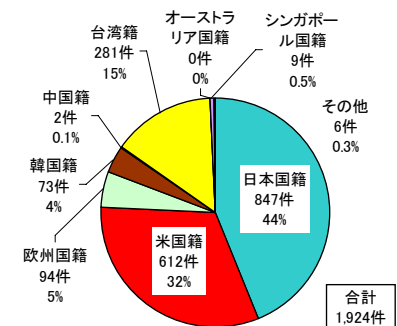
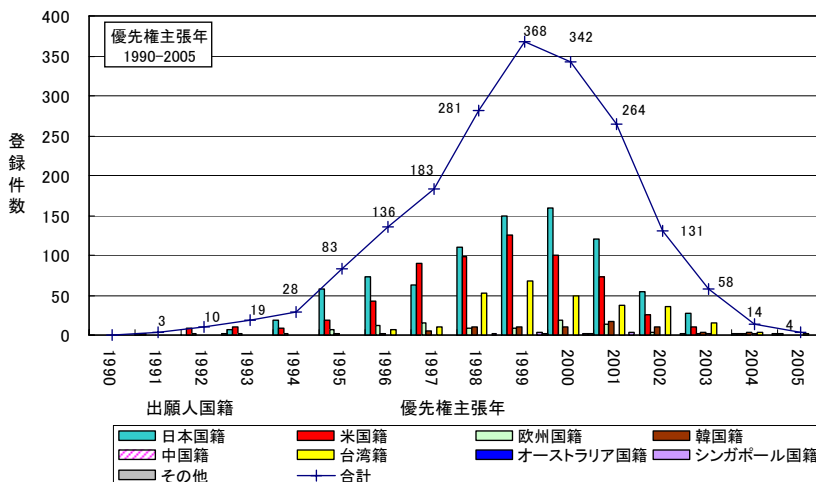
d) 韓国での登録



e) 中国での登録



f) 台湾での登録



注) 公報単位でカウント

### 3. 全体動向のまとめ

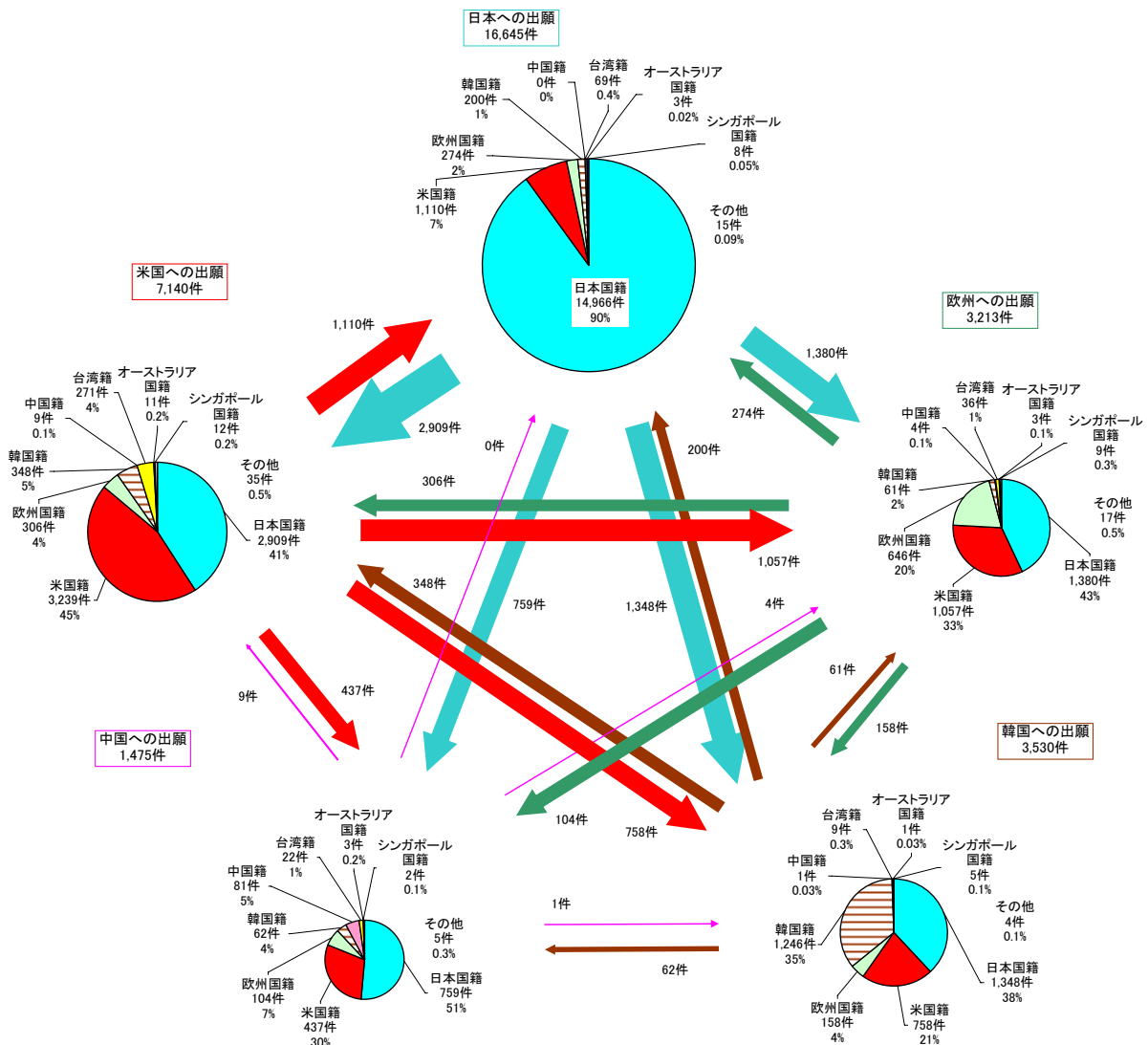
#### (1) 出願先国別－出願人国籍別出願件数収支

日本、米国、欧州、韓国および中国の5カ国・地域における出願先国別－出願人国籍別出願件数収支を第2-6図に示す。

日本から米国への出願件数は2,909件に対し、米国から日本への出願件数は1,110件である。日本から欧州への出願件数は1,380件に対し、欧州から日本への出願件数は274件である。日本から韓国への出願件数は1,348件に対し、韓国から日本への出願件数は200件である。日本から中国への出願件数は759件に対し、中国から日本への出願件数は0件である。

米国から欧州への出願件数は1,057件に対し、欧州から米国への出願件数は306件である。米国から韓国への出願件数は758件に対し、韓国から米国への出願件数は348件である。米国から中国への出願件数は437件に対し、中国から米国への出願件数は9件である。

第2-6図 出願先国別－出願人国籍別出願件数収支（5カ国・地域への出願）1990年～2005年



注) 公報単位でカウント

### 第3節 技術区分別動向分析

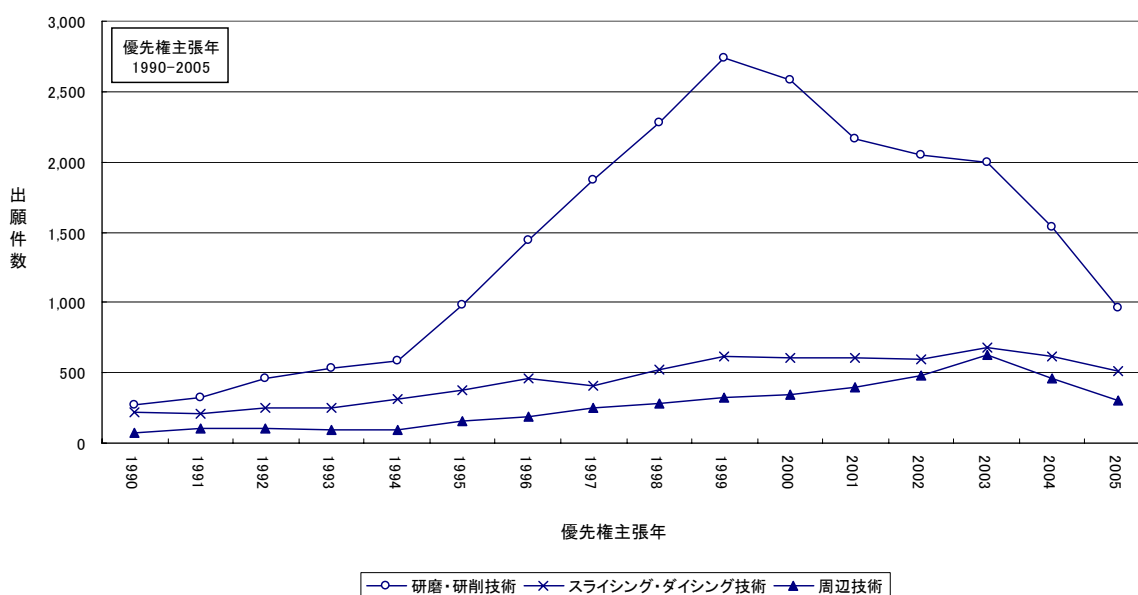
#### 1. 全体での出願・登録動向

##### (1) 出願動向

##### ①技術区分－「要素技術」

日本、米国、欧州、韓国および中国の5カ国・地域への出願件数の合計の要素技術別出願件数推移を第2-7図に示す。研磨・研削技術は1990年～1999年は増加しており、1999年には2,700件を超えてピークとなっている。特に1995年以降は伸び率が大きくなっている。2000年以降は緩やかに減少している。スライシング・ダイシング技術と周辺技術は研磨・研削技術と比べて件数は少ないが、2003年までは増加傾向にあり、2004年以降はやや減少している。

第2-7図 要素技術別－出願件数推移（5カ国・地域への出願件数の合計）



注) 公報単位でカウント

第2-8図に要素技術別の出願件数割合を円グラフで示す。

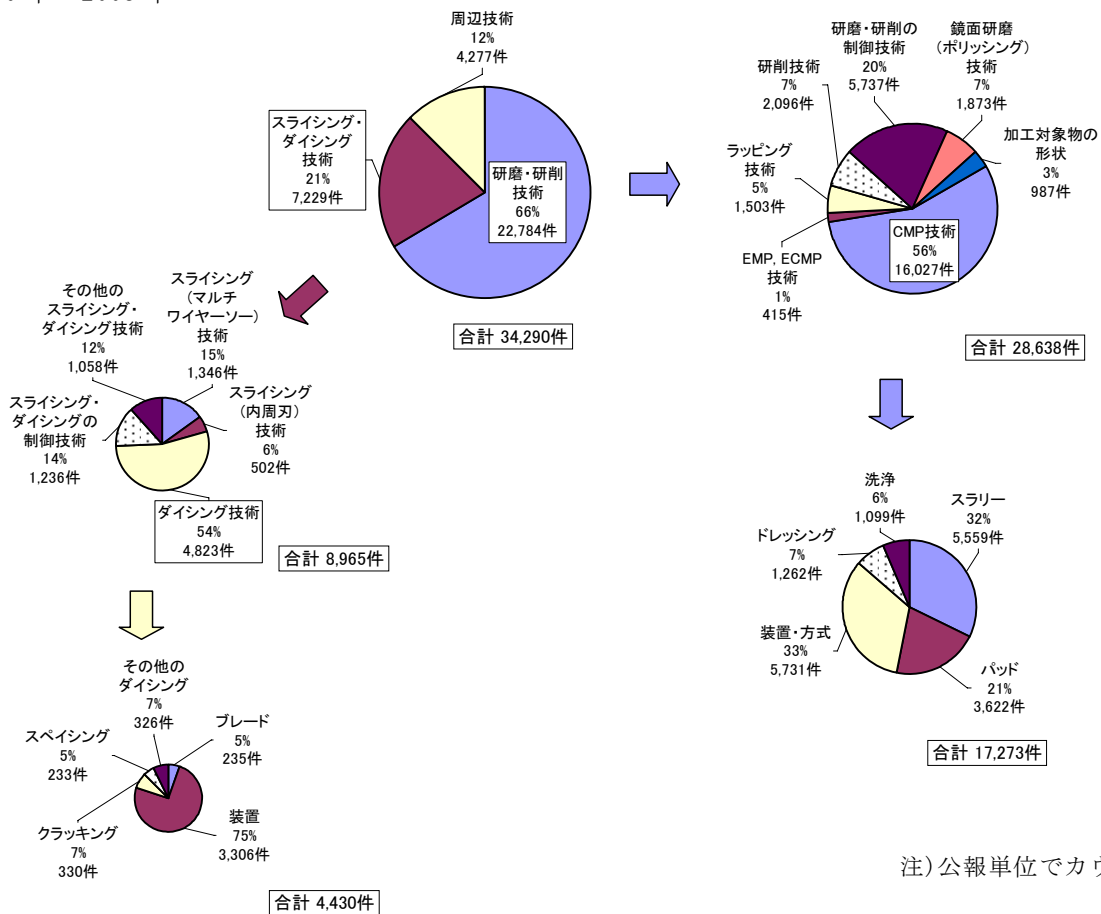
このグラフにおいて、特許出願によっては、複数の要素技術に分類付与されることがあるため合計件数は34,290件となり、解析対象とした32,003件（第2-1表を参照）よりも多くなっている。同様に、研磨・研削技術は22,784件であるが、研磨・研削技術の中で複数の中分類に関係する特許出願もあるため、内訳を示した右側の円グラフの合計件数は28,651件と多くなっている。同様に左側のスライシング・ダイシング技術についても大分類としては7,229件であるが、スライシング・ダイシング技術の中の複数の中分類に関係する特許出願もあるため、合計件数は8,967件となっている。本報告書において、同様な集計を多く行っているが以下同様である。



研磨・研削技術は全体の約 66%を占めている。研磨・研削技術の中では CMP 技術が約 56%で最も多く、次に研磨・研削の制御技術が約 20%である。CMP 技術の中では装置・方式に関するものが約 33%、スラリーに関するものが約 32%、パッドに関するものが約 21%となっている。

スライシング・ダイシング技術は全体の約 21%を占めている。スライシング・ダイシング技術の中ではダイシング技術に関するものが約 54%と過半数を占めており、次いでスライシング（マルチワイヤーソー）技術が約 15%である。ダイシング技術の中では装置に関するものが約 75%と大半を占めている。

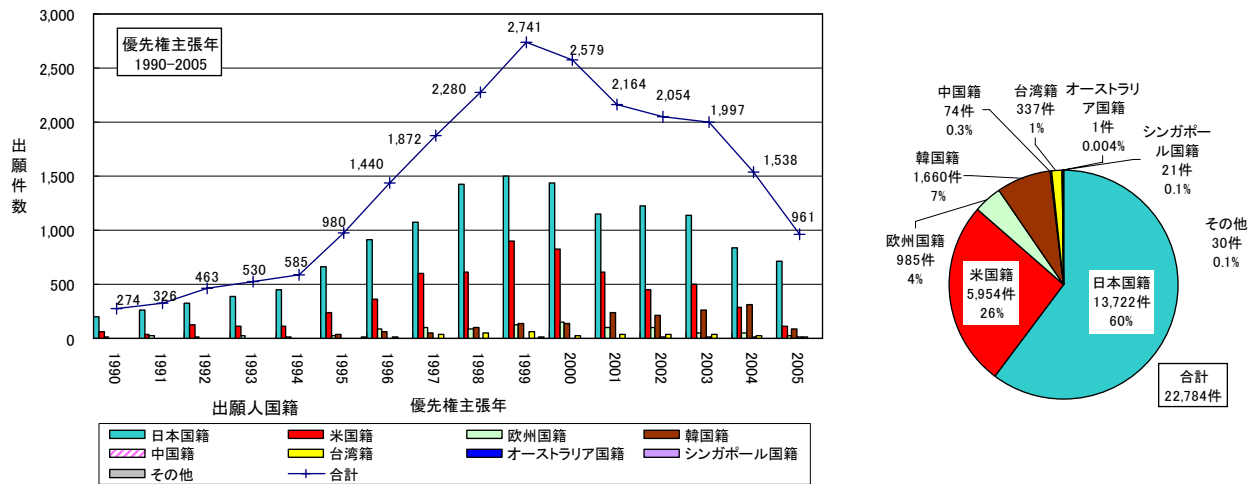
第 2-8 図 要素技術別（大分類－中分類）－出願件数割合（5カ国・地域への出願件数の合計）1990年～2005年



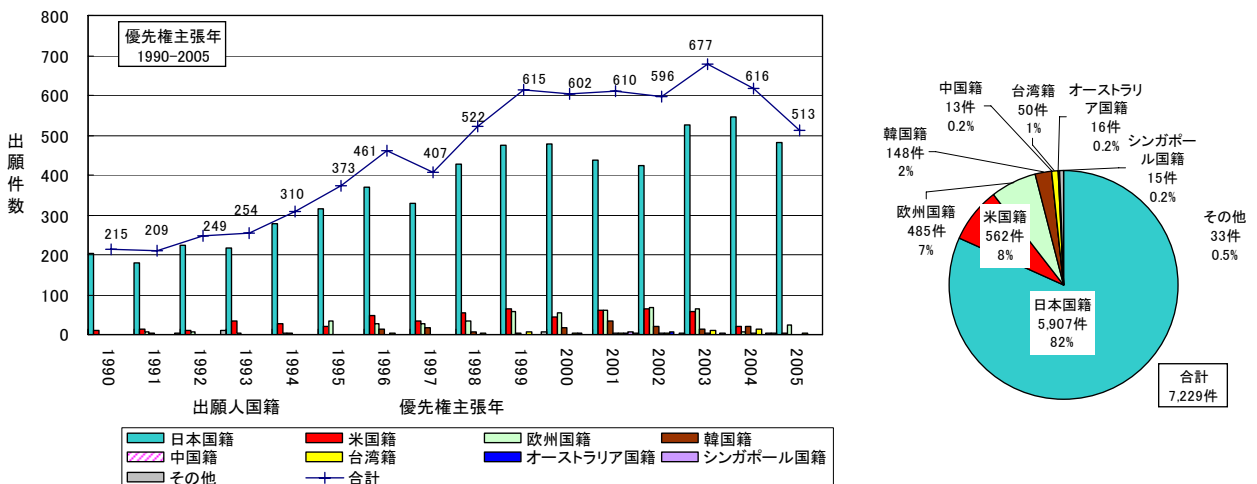
第 2-9 図 a)～c)に要素技術別の出願人国籍別出願件数推移と割合を示す。各年の合計を示す折れ線グラフは第 2-7 図に示したグラフと同じものである。研磨・研削技術は、日本国籍出願人からの出願が約 60%と最も多く、次いで米国籍出願人からの出願が約 26%、韓国籍出願人からの出願が約 7%と続いている。スライシング・ダイシング技術は、日本国籍出願人からの出願が約 82%と最も多く、次いで米国籍出願人からの出願が約 8%であり、米国籍の割合は研磨・研削技術より小さくなっている。欧州国籍の割合は研磨・研削技術の約 4%から約 7%と多くなっているが、韓国籍の割合は研磨・研削技術の約 7%から約 2%と少なくなっている。周辺技術は日本国籍出願人からの出願が約 83%と更に多くなり、次いで米国籍出願人からの出願が約 7%、韓国籍出願人から約 4%と続いている。

第 2-9 図 技術区分別出願人国籍別出願件数推移と割合（5 カ国・地域への出願件数の合計）

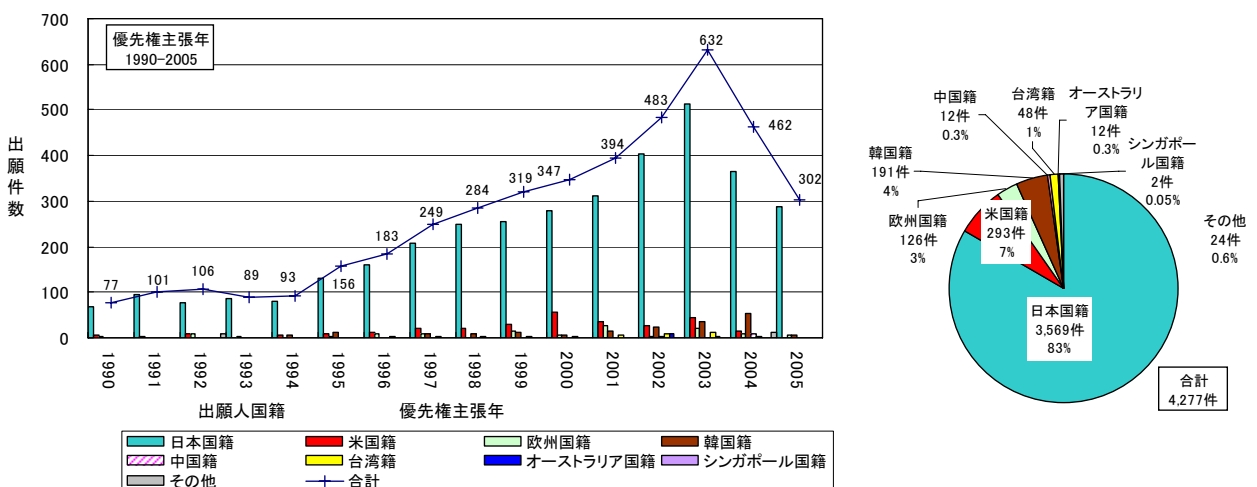
a) 研磨・研削技術



b) スライシング・ダイシング技術



c) 周辺技術



注) 公報単位でカウント

②技術区分－「課題」

第 2-10 図 a)～d)に 5 カ国・地域に出願された半導体の機械加工技術に関する特許出願の課題別の出願人国籍別出願件数推移と出願人国籍別割合を示す。

加工精度の向上(a)を課題とする特許出願は、1990 年以降増加し、1999 年に 1,500 件を超えてピークとなり、その後は緩やかに減少している。国籍別では日本国籍出願人からの出願が約 60%で最も多く、次いで米国籍が約 28%、韓国籍と欧州国籍がそれぞれ約 5%と続いている。韓国籍出願人からの出願件数は 2003 年が最も多くなっている。

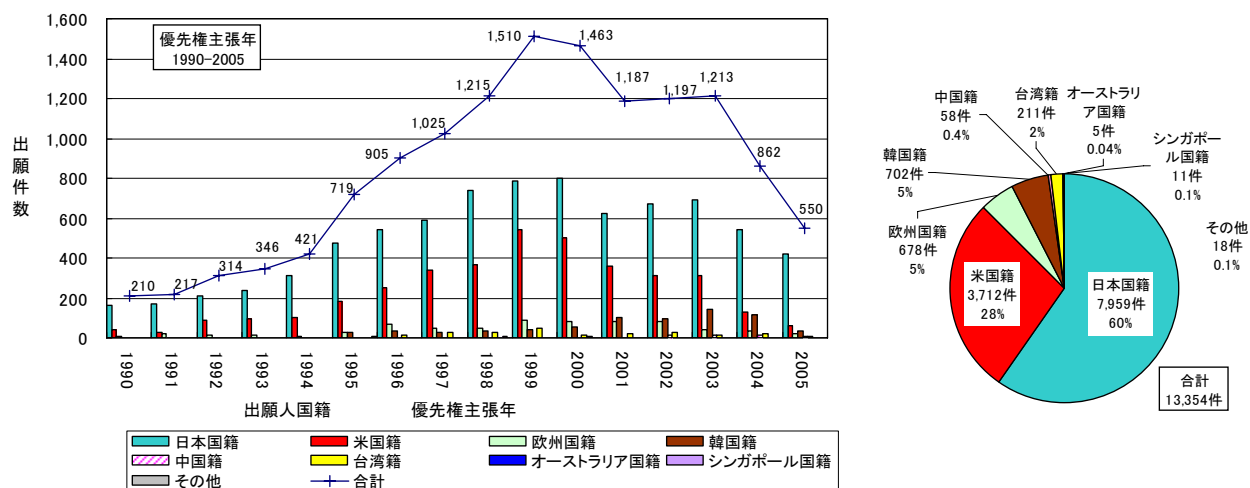
平坦化 CMP 技術の向上(b)を課題とする特許出願は、1992 年以降増加し、1999 年に 1,900 件を超えてピークとなり、その後は緩やかに減少している。国籍別では日本国籍出願人からの出願が約 50%で最も多く、次いで米国籍が約 34%、韓国籍が約 10%と続いている。加工精度の向上と比較して、米国籍と韓国籍の割合が大きくなっている。韓国籍出願人からの出願件数は 2004 年が最も多くなっている。

ウエハの極薄化(c)を課題とする特許出願は、1990 年以降増加傾向を示し、2002 年に 149 件でピークとなり、その後は減少している。国籍別では日本国籍出願人からの出願が約 80%で最も多く、次いで欧州国籍が約 8%、米国籍が約 7%と続いている。日本国籍の出願が約 80%というのは課題の中で最も高い割合である。

生産性の向上(d)を課題とする特許出願は、1990 年以降増加傾向を示し、1999 年に 1,133 件でピークとなり、その後は緩やかに減少傾向である。国籍別では日本国籍出願人からの出願が約 72%で最も多く、次いで米国籍が約 17%、韓国籍が約 5%と続いている。日本国籍出願人からの出願件数は 1998 年が最も多く、韓国籍出願人からの出願件数は 2001 年が最も多くなっている。

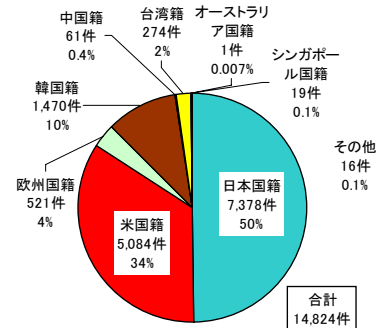
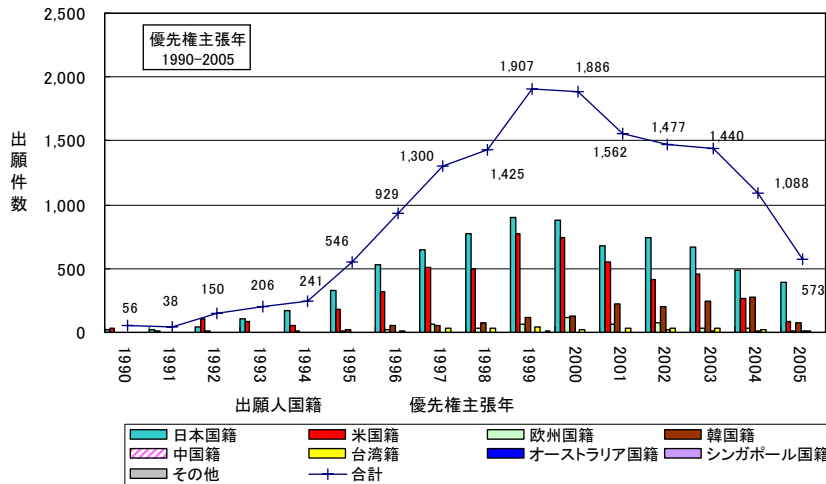
第 2-10 図 課題別出願人国籍別出願件数推移と割合（5 カ国・地域への出願件数の合計）

a)加工精度の向上

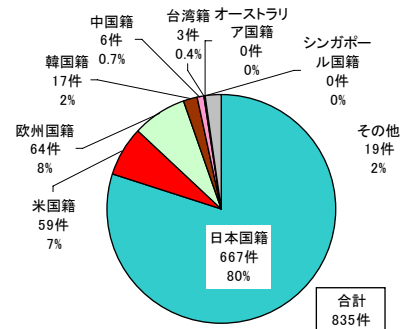
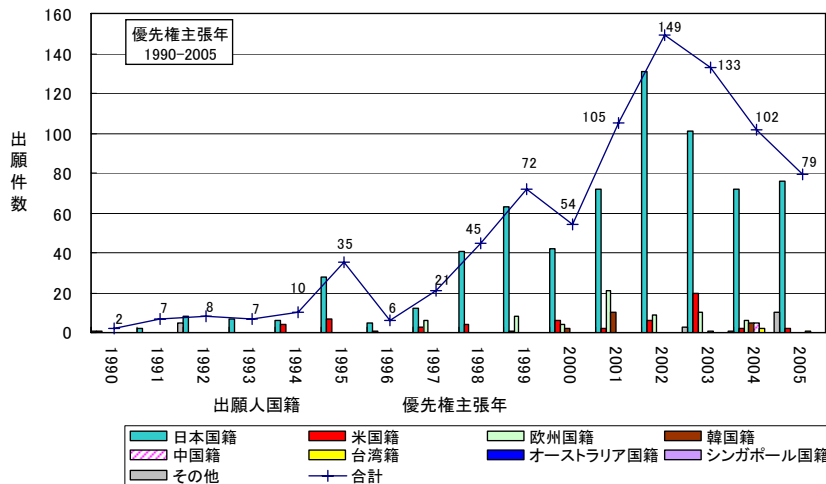


注) 公報単位でカウント

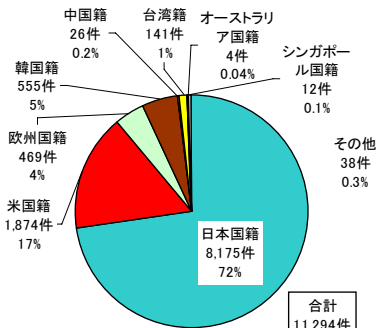
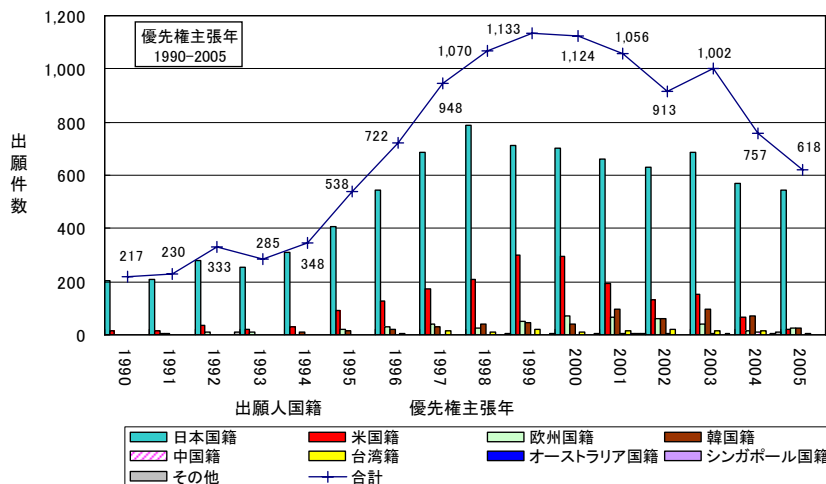
b) 平坦化 CMP 技術の向上



c) ウエハの極薄化



d) 生産性の向上



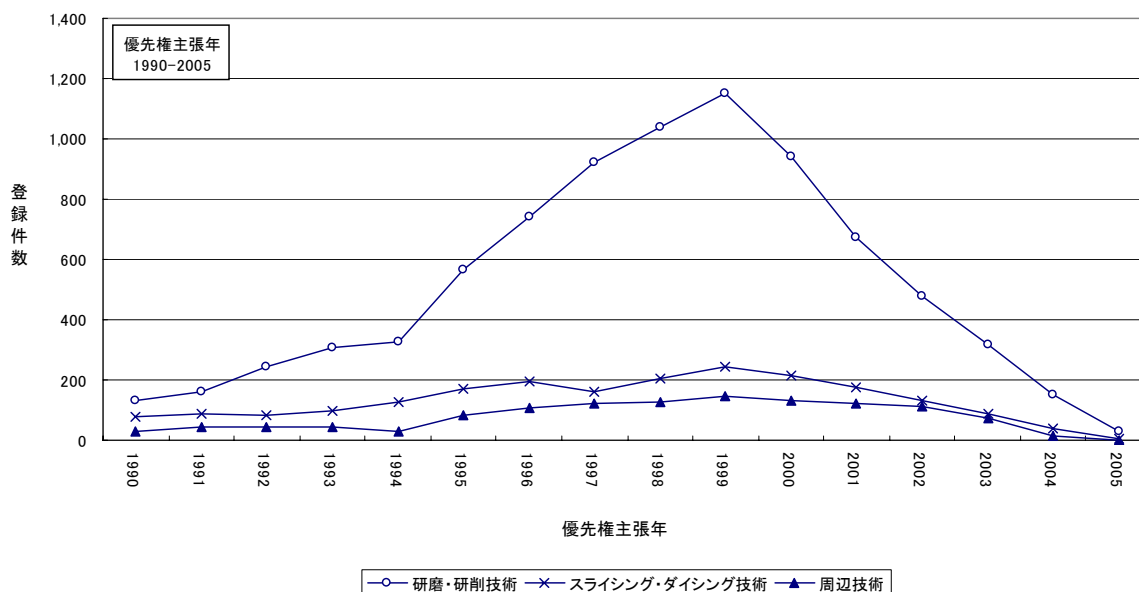
注) 公報単位でカウント

## (2) 登録動向

### ①技術区分－「要素技術」

5カ国・地域での登録件数の合計の要素技術別の登録件数推移を第2-11図に示す。登録件数推移は、各国の特許制度の違いにより審査請求の時期や審査期間などにより変わるため、年次推移の評価は慎重に行う必要がある。3つの要素技術とも1990年～1999年に増加しているが、研磨・研削技術の登録件数の伸びが他の2つの技術より大きく、特に1995年から1999年に出願された特許では伸びが大きくなっている。

第2-11図 要素技術別－登録件数推移（5カ国・地域での登録件数の合計）

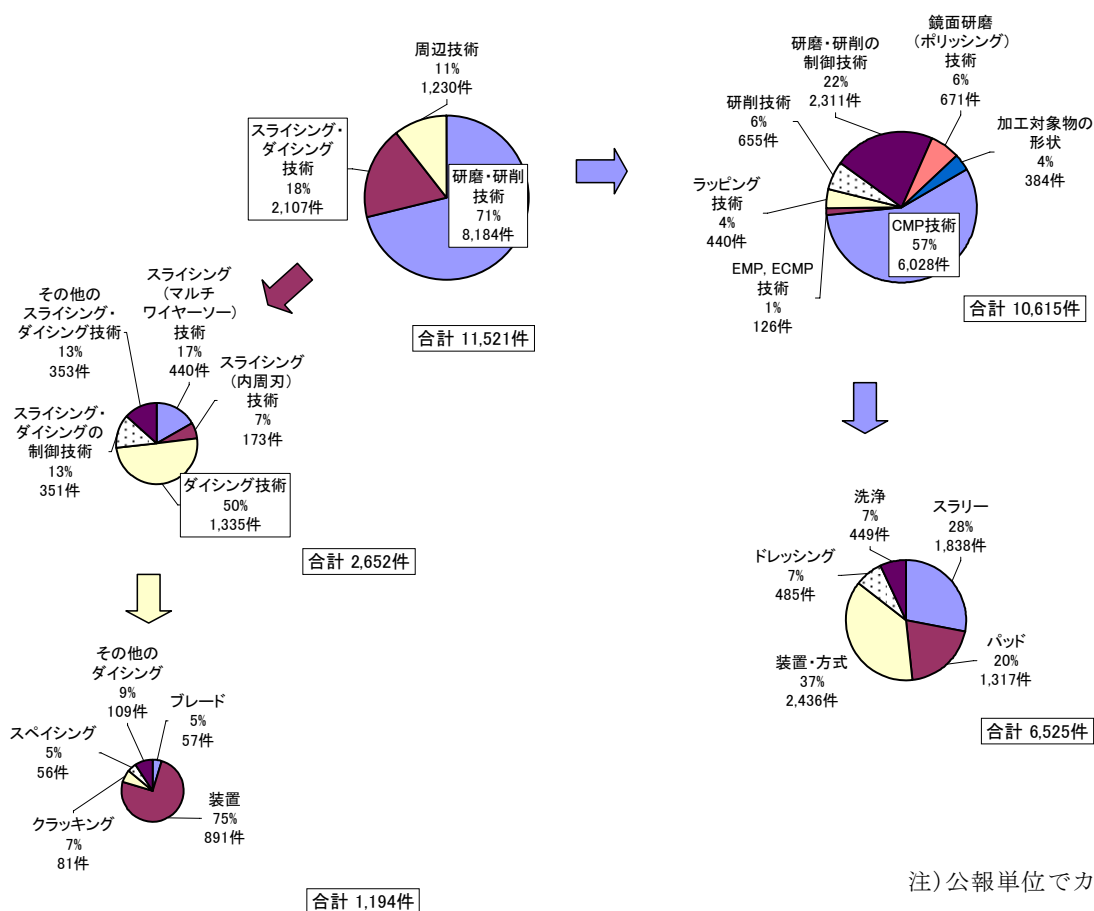


注) 公報単位でカウント

第2-12図に要素技術別の登録件数の割合を円グラフで示す。研磨・研削技術が全体の約71%を占めている。研磨・研削技術の中ではCMP技術が約57%で最も多く、次に研磨・研削の制御技術が約22%である。CMP技術の中では装置・方式に関するものが約37%、スラリーに関するものが約28%、パッドに関するものが約20%となっている。

スライシング・ダイシング技術の登録件数は全体の約18%を占めている。スライシング・ダイシング技術の中ではダイシング技術に関するものが約50%を占めており、次いでスライシング（マルチワイヤソー）技術が約17%である。ダイシング技術の中では装置に関するものが約75%と大半を占めている。

第 2-12 図 要素技術別（大分類－中分類）－登録件数割合（5 カ国・地域での登録件数の合計）  
1990 年～2005 年

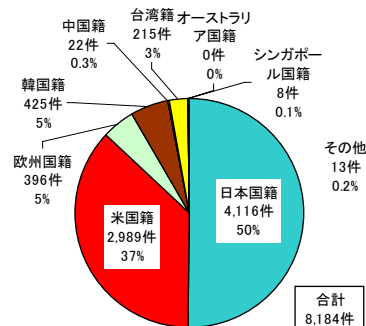
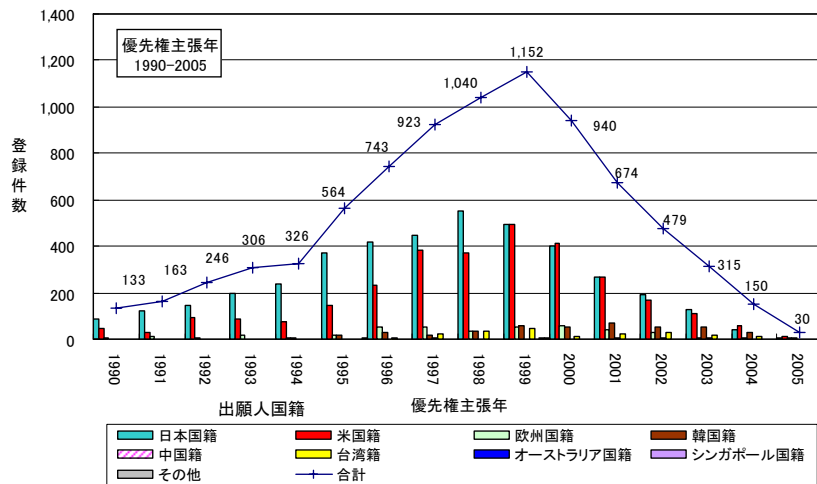


第 2-13 図 a)～c) に要素技術別の出願人国籍別登録件数推移と割合を示す。折れ線グラフは第 2-11 図に示したグラフと同じもので各年の合計を示している。研磨・研削技術の登録特許は、日本国籍出願人からの出願が約 50% と最も多く、次いで米国籍出願人からの出願が約 37%、韓国籍出願人および欧州国籍出願人からがそれぞれ約 5% と続いている。

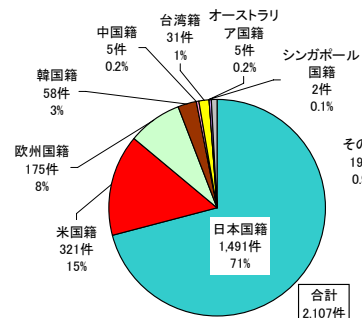
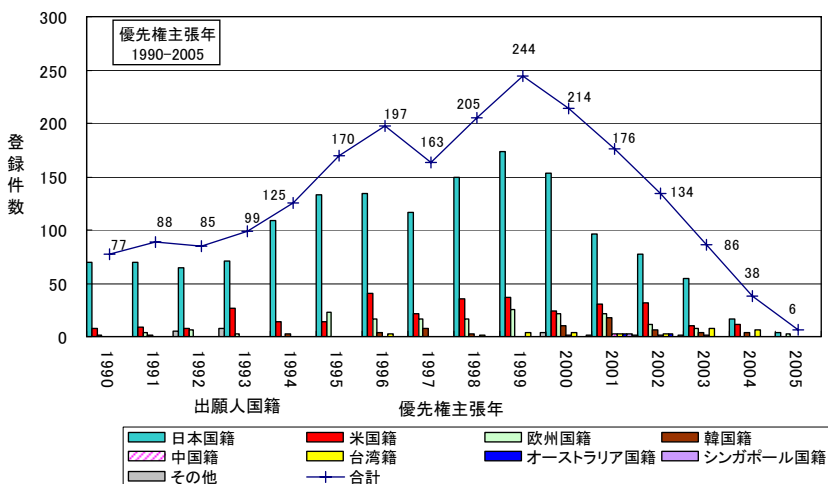
スライシング・ダイシング技術の登録特許は、日本国籍出願人からの出願が約 71% と最も多く、次いで米国籍出願人からの出願が約 15% であり、米国籍の割合は研磨・研削技術より小さくなっている。周辺技術の登録特許は日本国籍出願人からの出願が約 75%、次いで米国籍出願人からの出願が約 13%、韓国籍が約 4% と続いている。

第 2-13 図 要素技術別出願人国籍別登録件数推移と割合（5 カ国・地域での登録件数の合計）

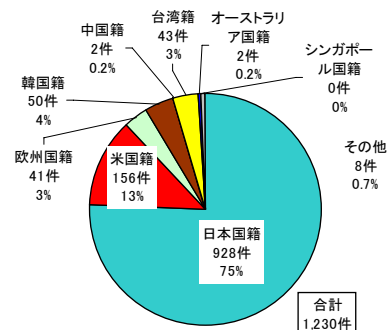
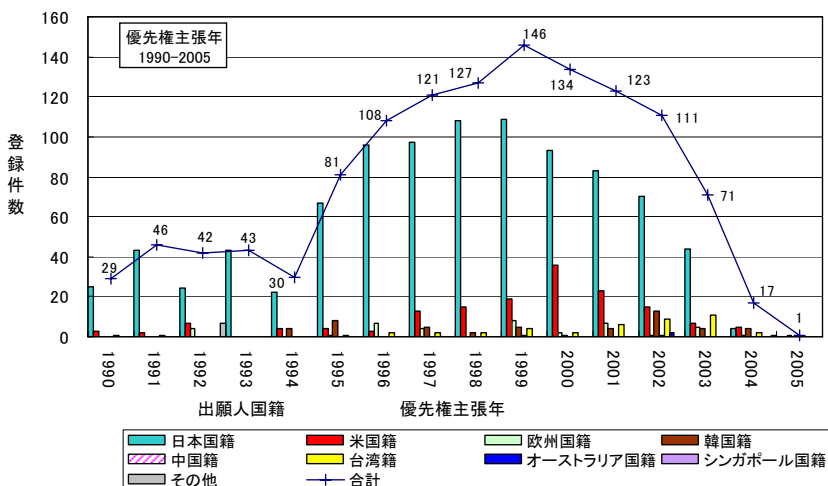
a) 研磨・研削技術



b) スライシング・ダイシング技術



c) 周辺技術



注) 公報単位でカウント

#### 第4節 注目研究開発テーマ別動向分析

半導体における技術進展のドライビングフォースとして、微細化（高集積化）と高性能化（高速化）が重要な要因となっているが、これらを向上するためには、機械加工技術の技術開発が必要である。機械加工技術の技術開発における注目研究開発テーマとして、下記の3テーマについて調査・分析した。

##### 〔1〕平坦化 CMP 技術の向上

###### ①加工精度の向上

高速化と高集積化の要求に対応して回路パターンの微細化と配線の多層化が進んでいる。デバイス構造が複雑になるに従って、より高いリソグラフィ精度が求められる。そのために、高レベルの加工精度が必要となるので、ウエハ処理工程での平坦化 CMP 技術の向上が重要となる。

###### ②選択比の最適化

高速化、高集積化が進むとともに、配線間絶縁膜に脆い low-k 膜が使用されるようになり、そのために従来よりもマイルドな条件の平坦化 CMP 技術が必要となる。他方、タングステンなど硬い配線金属を含めた平坦化 CMP 技術が求められる。選択比の最適化により、種々の材料、目的に応じた平坦化 CMP 技術の開発が必要となる。

##### 〔2〕ウエハの極薄化

最近、薄いカードや無線タグなどの用途に対する需要が拡大しており、また、高密度実装に対する要求が高まっている。これらの要求に対応するためには、ウエハの極薄化が必要であり、極薄化技術への要求が高まってきた。ウエハの極薄化のために、ウエハの研削において装置や方式などに種々の工夫が行われている。また、極端に薄いウエハは割れやすいため、極薄ウエハをダイシングしてチップ化するためにダイシングにおける装置、プロセス、搬送方法などの工夫が行われている。また、生産性の向上や低コスト化のためにウエハの大口径化が進んでいるが、大口径ウエハにおける極薄化を実現するには、研磨・研削方法、仕上げ方法、加工装置、搬送方法などに多くの工夫が必要である。

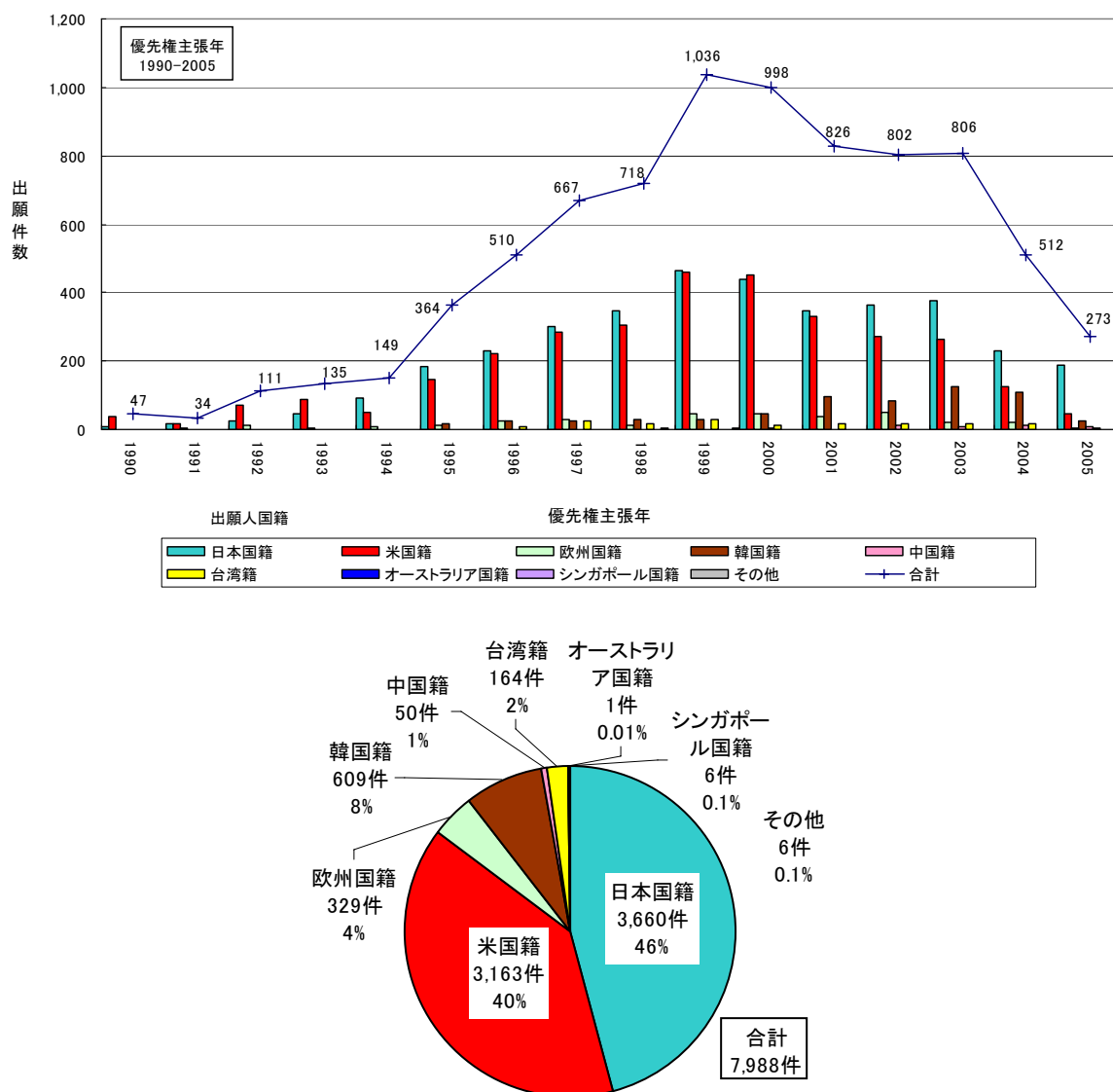


# 1. 平坦化 CMP 技術における加工精度の向上

## (1) 出願動向

第 2-14 図に 5 カ国・地域への出願人国籍別出願件数推移と割合を示す。平坦化 CMP 技術における加工精度の向上に関する出願件数は、優先権主張年 1992 年から 1999 年まで一貫して増加し、1999 年に 1,000 件超でピークとなっている。その後、緩やかな減少傾向がある。出願人国籍別では、日本国籍が約 46% で最も多く、次いで米国籍が約 40% となっており、この 2 国籍で 85% を超えている。

第 2-14 図 課題（平坦化 CMP 技術における加工精度の向上）の出願人国籍別出願件数推移と割合（5 カ国・地域への出願件数の合計）



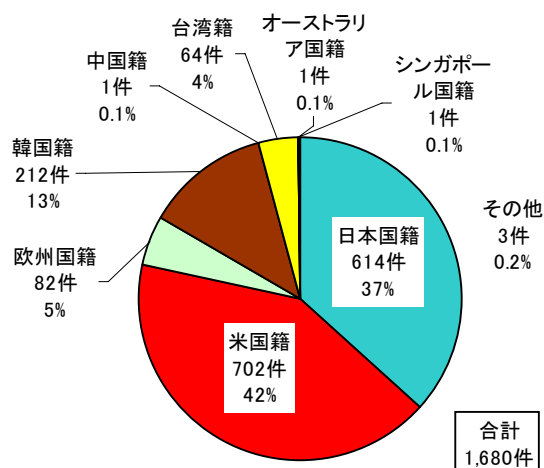
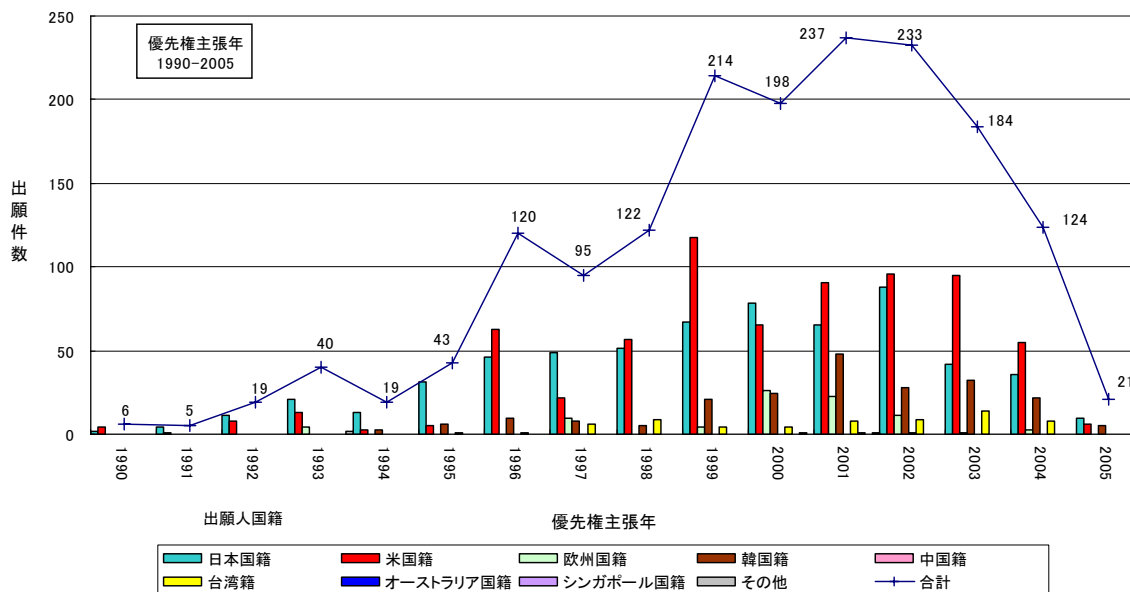
注) 公報単位でカウント

## 2. 平坦化 CMP 技術における選択比の最適化

### (1) 出願動向

第 2-15 図に、平坦化 CMP 技術における選択比の最適化に関する出願人国籍別出願件数推移と割合を示す。平坦化 CMP 技術における選択比の最適化に関する出願件数は、優先権主張年 1992 年から 2001 年まで増加傾向を示し、2001 年から 2002 年にかけて 230 件超でピークとなっており、その後、減少している。出願人国籍別では、米国籍が約 42% で最も多く、次いで日本国籍が約 37% となっており、この 2 国籍で 75% を超えている。

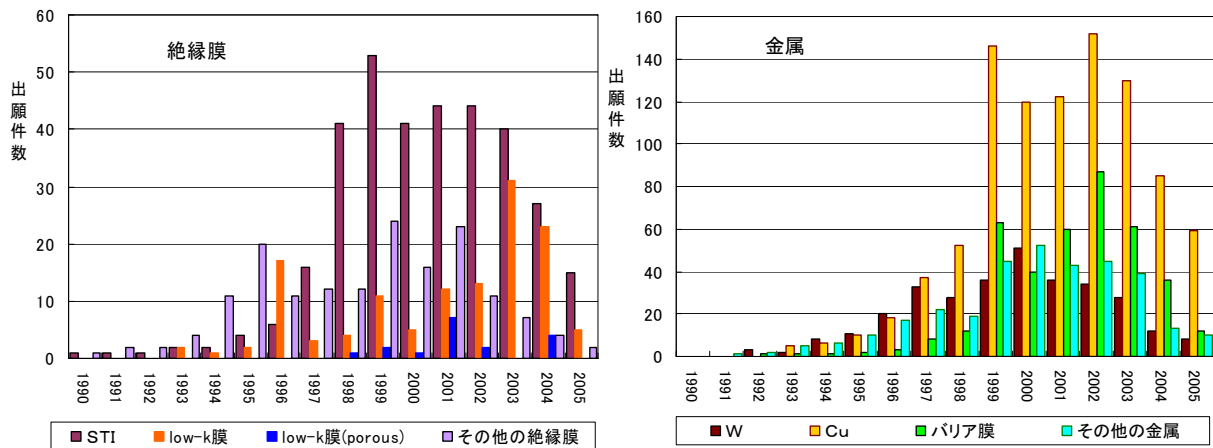
第 2-15 図 課題（平坦化 CMP 技術における選択比の最適化）の出願人国籍別出願件数推移と割合（5 カ国・地域への出願件数の合計）



注) 公報単位でカウント

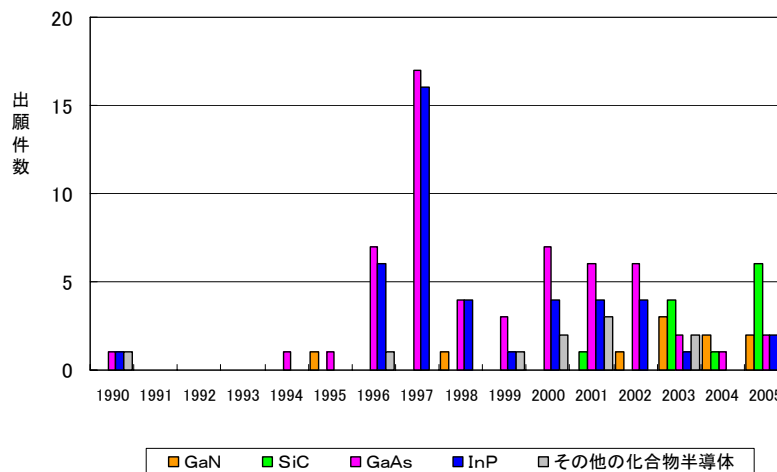
日本への出願における平坦化 CMP 工程の研磨対象材料別の出願件数推移を第 2-16 図（絶縁膜と金属）と第 2-17 図（化合物半導体）に示す。STI（酸化シリコンや窒化シリコンなど）は 1998 年頃から増加し始め、2003 年まで毎年 40 件以上出願されている。low-k 膜は 2003 年に大幅な伸びを示している。金属では 1999 年から Cu が増加しており、1999 年と 2002 年には年間 140 件を超える出願がある。化合物半導体では、2003 年と 2005 年に SiC が増えていくことが目を引く。

第 2-16 図 平坦化 CMP 工程の研磨対象材料の推移－絶縁膜と金属－（日本への出願）



注) 公報単位でカウント

第 2-17 図 平坦化 CMP 工程の研磨対象材料の推移－化合物半導体－（日本への出願）



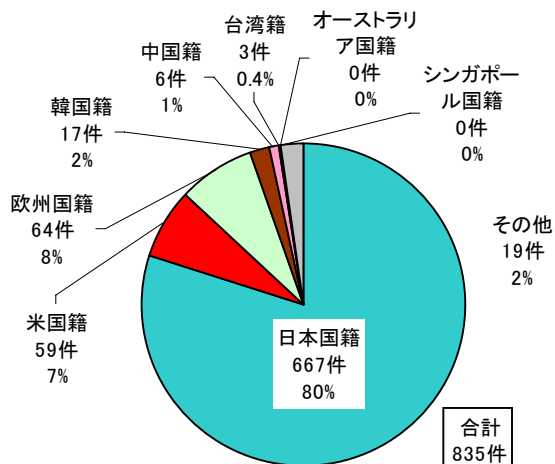
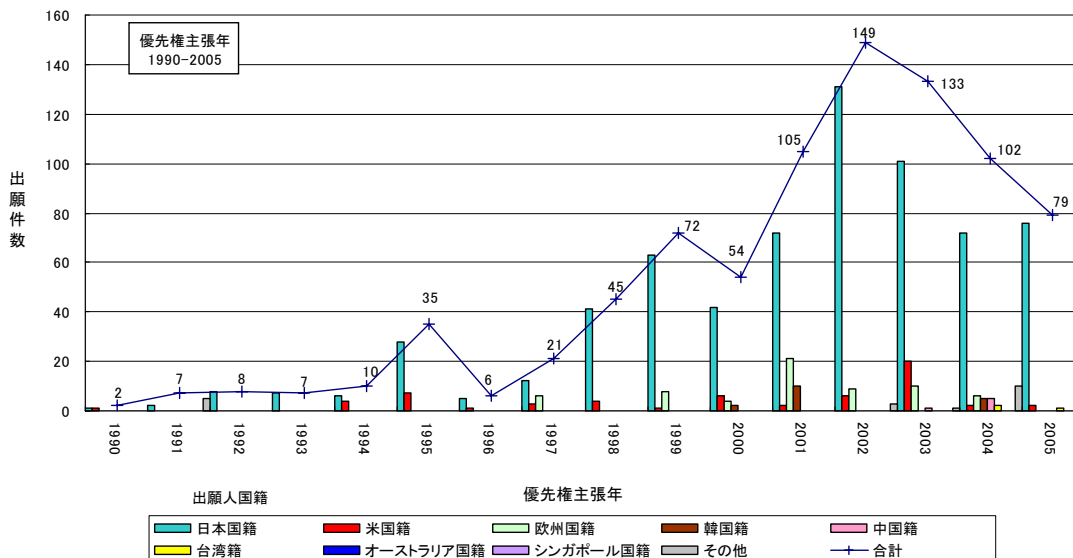
注) 公報単位でカウント

### 3. ウエハの極薄化

#### (1) 出願動向

第2-18図に、ウエハの極薄化に関する出願人国籍別出願件数推移と割合を示す。ウエハの極薄化に関する出願件数は、優先権主張年1990年から増加傾向を示し、2002年に150件弱でピークとなっており、その後、減少傾向である。出願人国籍別では、日本国籍が約80%で最も多く、次いで欧州国籍が約8%、米国籍が約7%、となっている。

第2-18図 課題（ウエハの極薄化）の出願人国籍別出願件数推移と割合（5カ国・地域への出願件数の合計）

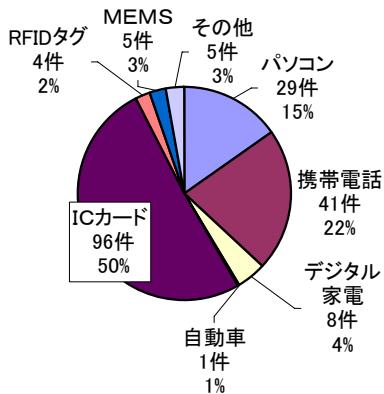


注) 公報単位でカウント

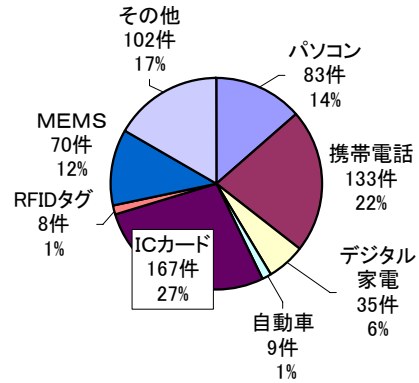
ウエハの極薄化を課題とする特許出願がどのような用途を目指しているかを第 2-19 図に示す。左図はウエハの極薄化を課題とするものの用途の割合を示す円グラフである。IC カードが半数を占めている。右図は日本への出願の全体の用途の割合を示している。IC カードは約 27%であり、課題をウエハの極薄化に限定した場合と限定しない場合で明らかな差異がある。パソコン、携帯電話の割合はほとんど変化が見られていないことと対照的である。

第 2-19 図 課題をウエハの極薄化に限定した場合の用途（5 カ国・地域への出願件数の合計）1990 年～2005 年

課題を「ウエハの極薄化」に限定した場合の用途



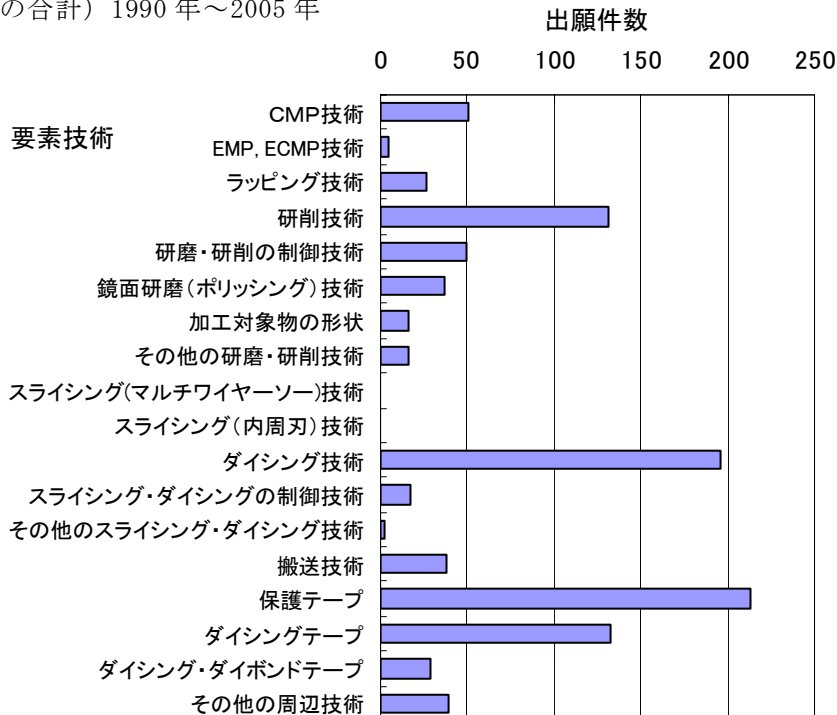
課題を限定しない全体の用途(日本への出願)



注) 公報単位でカウント

ウエハの極薄化の課題を解決するための解決手段(要素技術の中分類)を第 2-20 図に示す。ウエハの極薄化に対応する技術としては、研削技術、ダイシング技術、周辺技術である保護テープ等のテープ技術が重要であることを示している。

第 2-20 図 課題「ウエハの極薄化」における解決手段(要素技術の中分類)(5 カ国・地域への出願件数の合計) 1990 年～2005 年



注) 公報単位でカウント

## 第5節 出願人別動向分析

### 1. 出願先国別の出願・登録動向

第2-21表に5カ国・地域への出願件数が上位の出願人の一覧表を示す。表には出願人の国籍によって色分けして示している。いずれの出願先においても日本国籍出願人が上位にあることが分かる。米国と韓国では、自国の出願人が1位・2位を占めている。日本への出願では、上位10社全て日本国籍である。ここに示されたのべ50社は全て民間企業であり、半導体の機械加工技術の分野では大学・研究機関からの特許出願は少ない。

第2-21表 5カ国・地域への出願件数上位出願人一覧表 1990年～2005年

日本への出願		米国への出願		欧州への出願		韓国への出願		中国への出願	
出願人	件数	出願人	件数	出願人	件数	出願人	件数	出願人	件数
ディスコ(日)	751	マイクロンテクノロジー(米)	543	信越半導体(日)	201	三星電子(韓)	533	ディスコ(日)	92
東京精密(日)	713	アブライドマテリアルズ(米)	431	荏原製作所(日)	159	ハイニックスセミコンダクタ(韓)	217	ロームアンドハース(米)	65
東芝(日)	620	荏原製作所(日)	342	ワッカーシルトロニック(独)	123	ドンブエレクトロニクス(韓)	180	東芝(日)	56
荏原製作所(日)	509	東芝(日)	249	ディスコ(日)	110	日本電気(日)	114	キャボットマイクロエレクトロニクス(米)	56
松下電器産業(日)	493	ラムリサーチ(米)	231	アブライドマテリアルズ(米)	110	荏原製作所(日)	111	日東電工(日)	53
ソニー(日)	480	三星電子(韓)	199	ラムリサーチ(米)	110	東芝(日)	105	日本電気(日)	51
信越半導体(日)	467	IBM(米)	186	東京精密(日)	107	アブライドマテリアルズ(米)	100	JSR(日)	38
日立化成工業(日)	419	ディスコ(日)	184	キャボットマイクロエレクトロニクス(米)	90	ロームアンドハース(米)	78	ラムリサーチ(米)	38
ルネサステクノロジ(日)	384	日本電気(日)	178	東芝(日)	84	ラムリサーチ(米)	67	リンテック(日)	37
日立製作所(日)	331	信越半導体(日)	168	ロームアンドハース(米)	83	JSR(日)	64	フジミ(日)	35

第2-22表に5カ国・地域への登録件数が上位の出願人の一覧表を示す。出願件数と同様に日本国籍出願人が多いことが分かる。その他は出願件数と同様の傾向が見られる。

第2-22表 5カ国・地域への登録件数上位出願人一覧表 1990年～2005年

日本での登録		米国での登録		欧州での登録		韓国での登録		中国での登録	
出願人	件数	出願人	件数	出願人	件数	出願人	件数	出願人	件数
信越半導体(日)	229	マイクロンテクノロジー(米)	481	信越半導体(日)	101	三星電子(韓)	127	日本電気(日)	30
日本電気(日)	197	アブライドマテリアルズ(米)	331	荏原製作所(日)	80	日本電気(日)	83	東芝(日)	22
東京精密(日)	160	荏原製作所(日)	254	ラムリサーチ(米)	52	東芝(日)	73	リンテック(日)	19
東芝(日)	155	ラムリサーチ(米)	207	東京精密(日)	51	荏原製作所(日)	50	キャボットマイクロエレクトロニクス(米)	17
荏原製作所(日)	129	東芝(日)	184	キャボットマイクロエレクトロニクス(米)	42	IBM(米)	47	三洋電機(日)	17
松下電器産業(日)	86	IBM(米)	170	ワッカーシルトロニック(独)	39	ワッカーシルトロニック(独)	28	ラムリサーチ(米)	15
SUMCO(日)	80	三星電子(韓)	151	東芝(日)	37	東京精密(日)	28	日東電工(日)	12
富士通(日)	74	信越半導体(日)	151	リンテック(日)	30	日立製作所(日)	24	IBM(米)	11
ソニー(日)	74	日本電気(日)	145	ロデル(米)	28	リンテック(日)	21	松下電器産業(日)	10
日平トヤマ(日)	69	スピードファムIPEC(米)	121	アブライドマテリアルズ(米)	28	ハイニックスセミコンダクタ(韓)	21		

## 2. 平坦化 CMP 技術の向上に関する出願人別出願動向

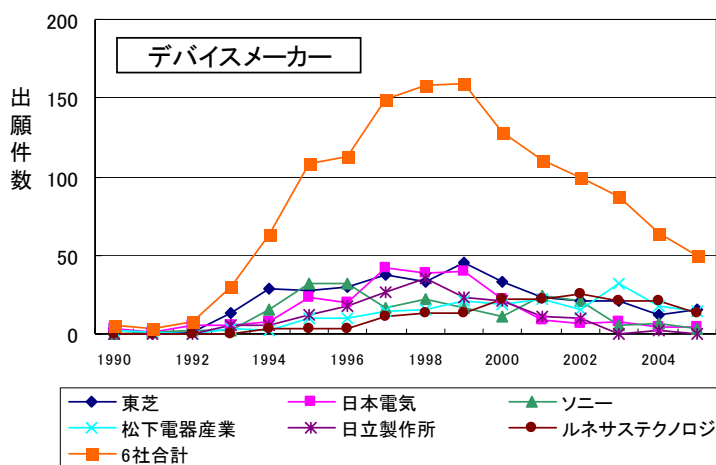
平坦化 CMP 技術の向上に関する出願人別出願動向について、日本への出願において集計した。平坦化 CMP 技術の向上に関する出願人別出願件数上位ランキングを第 2-23 表に示す。出願件数 100 件以上の上位 16 社の業種を見ると、CMP などの加工装置メーカーとパッドやスラリーや研磨液など CMP 関係の資材のメーカーと半導体デバイスメーカーが 4~6 社ずつ入っている。これらの出願人の出願件数の年次推移を業種ごとに分けて第 2-24 図に示す。

第 2-23 表 平坦化 CMP 技術の向上に関する出願人別出願件数ランキング（日本への出願）  
1990 年～2005 年

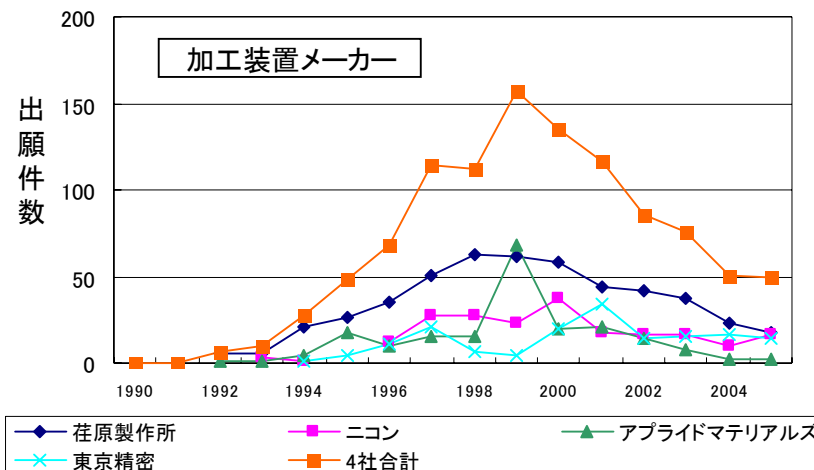
順位	出願人	出願件数	業種
1	荏原製作所	492	加工装置
2	東芝	343	デバイス
3	日立化成工業	333	資材
4	日本電気	241	デバイス
5	ソニー	211	デバイス
6	ニコン	206	加工装置
7	松下電器産業	199	デバイス
7	アプライドマテリアルズ	199	加工装置
9	日立製作所	172	デバイス
10	ルネサステクノロジ	171	デバイス
11	東京精密	161	加工装置
12	JSR	123	資材
13	住友ベークライト	113	資材
14	東洋ゴム工業	112	資材
15	ロームアンドハース	100	資材
15	東レ	100	資材

第 2-24 図 平坦化 CMP 技術の向上に関する出願人別出願件数推移（日本への出願）

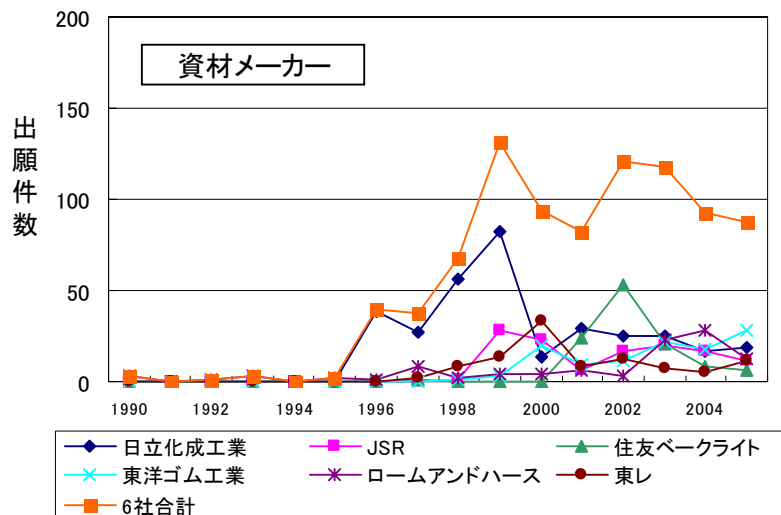
a) デバイスメーカー



b) 加工装置メーカー



c) 資材メーカー



注) 公報単位でカウント

デバイスメーカーでは、1997年～1999年に、加工装置メーカーでは1999年にピークがある。また、資材メーカーでは1999年（日立化成工業が突出）と2002年～2003年にピークがある。この様に、業種別に分けると出願件数のピークが少しずつずれていることが分かる。



## 第6節 基本特許・重要特許

### 1. 重要特許の選定方法

#### 重要特許の選定基準

- ① 参考文献により、その要素技術について最初に出願された特許と思われる特許  
(点線枠で表記)
- ② 委員会の委員から推薦された特許 (一点鎖線枠で表記)
- ③ 特許審査に当たり審査官に引用された回数が多い特許 (実線枠で表記)  
引用回数 11 回以上 (平坦化 CMP 工程について)

### 2. 平坦化 CMP 工程における機械加工技術に関する重要特許の変遷

半導体の機械加工技術に関する重要特許のうち、特許出願件数が比較的多いウエハ処理工程の平坦化 CMP 工程における重要特許を第 2-25 図に示す。平坦化 CMP 工程の初期の特許については、米国の IBM の US4944836 (1985 年) が最初とする見解もあるが、参考文献に富士通 (1973 年) と日本電気 (1983 年) の先願がある<sup>1</sup>と記載されているので、富士通と日本電気の特許を最初の特許とした。

平坦化 CMP 工程に関して、審査官引用回数 11 回以上を重要特許とした。平坦化 CMP 工程に関する重要特許をスラリー、パッド、装置・方式、ドレッシング・コンディショニングおよび終点検出に分けて整理した。スラリーでは銅系金属用の研磨液に関する出願や複合系粒子に関する出願が抽出された。東芝から出願された特開平 8-83780 はディッシングを抑えて銅の埋め込み配線を形成する方法に関する特許であるが、引用回数 38 回で今回調査した中では最も多かった。パッドでは、表面にスラリーの流れを制御するように溝を形成した研磨パッドや積層構造の研磨パッドなどがある。

装置・方式関係の出願では、フェイスアップ式の研磨装置や、生産性を向上させるため複数のヘッドを持つ研磨装置、高速 CMP 装置、洗浄装置と一体化した研磨装置などがある。その他、温度や圧力の制御方法や、定盤を自転を伴わない円運動とし局所的な速度差の発生を抑える特許出願もある。終点検出方法としては、光学式検出の出願が 3 件抽出された。いずれも米国籍出願人の出願で、その場観察 (in situ) を行う方法を示している。

これらのほか、委員会の委員から推薦された重要特許を追加している。

<sup>1</sup> CMP 技術大系 精密工学会「プラナリゼーション CMP とその応用技術専門委員会」編 第 2 章 CMP 技術の登場と発展 (松永正久) P10-22

第 2-25 図 平坦化 CMP 工程における機械加工技術に関する重要特許の変遷 [ 1/2 ]

	～1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
CMP技術 全般	引用回数11回以上																		
	<p>(1973) 特開昭50-99685 富士通 SiO<sub>2</sub>等の絶縁膜上の多結晶シリコン層の研磨(CMP使用)</p> <p>(1983) 特開昭59-136934, 特開平9-232258, 232262 日本電気 メカノケミカルポリッシングによる層間絶縁膜の平坦化(シリカ砥粒研磨液)</p> <p>(1985) US4944836 IBM 基板上に同平坦面の金属膜/絶縁体膜を作るためのCMP 特開昭62-102543, 特開平8-17831 IBM 同平坦面の導電性膜/絶縁性膜/金属/SiO<sub>2</sub>層の形成(シリカを含む塩基性スラリーでCMP)</p> <p>(1987) 特開平1-55845 IBM 14回 金属/絶縁薄膜の同時平坦化</p> <p>特開平6-163489 日本電気 13回 選択平坦化ポリッシング(過研磨防止)</p> <p>特開平10-214834 松下電器産業 11回 埋込配線形成方法(2段選択研磨)</p>																		
スラリー	<p>(砥粒・薬剤)</p> <p>特表平7-502778 ロテール 18回 酸化セリウム/ヒュームドシリカ/沈殿シリカ系</p> <p>特開平9-193004 トクヤマ 13回 高純度微粒ヒュームドシリカ</p> <p>特開平6-216096 東芝 21回 高純度研磨剤(シリカ,セリア)</p> <p>特開平10-46140 昭和電工 11回 研磨組成物(規定カルボン酸含有)</p> <p>特開平7-233485 東芝 28回 Cu系金属用研磨液(有機酸含有)</p> <p>特開平11-195628 日立製作所 22回 金属膜研磨液(砥粒&lt;1wt%,金属腐食pH)</p> <p>特開平8-83780 東芝 38回 金属用研磨剤(テイッソク抑制)</p> <p>特開平11-114808 東レ 11回 研磨剤用複合粒子(子粒子担持)</p> <p>特開平9-55363 東芝 14回 Cu系金属用研磨液(有機酸含有)</p> <p>特開平8-153696 日立製作所 12回 高純度セリア研磨剤</p> <p>特開平11-135466 日立製作所 砥粒を含まない研磨液で研磨</p> <p>特開平11-21546 キャホット 26回 Cu系基板用スラリー</p> <p>(供給方法)</p> <p>特開平7-254579 東芝 14回 研磨剤の温度を調節</p>																		
	パッド	<p>(材質)</p> <p>特開平7-297195 スピードファム 15回 合成樹脂製研磨布表面に表面層形成</p> <p>(表面形状等)</p> <p>特開平5-146969 インテル 11回 表面に溝があるパッド</p> <p>特開平7-321076 東芝 18回 放射状溝のある研磨布</p> <p>特表平8-500622 ロテール 12回 高分子微小エレメント/ウレタンパッド</p>																	

第 2-25 図 平坦化 CMP 工程における機械加工技術に関する重要特許の変遷 [ 2/2 ]

	～1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
装置・方式	(装置・方式)			特表平7-508685 スピードフーム 13回 高速CMP装置(複数キャリア)															引用回数11回以上
(ポリッシングヘッド、ウエハキャリア)																			
(定盤)																			
ドレッシング・コンディショニング																			
終点検出																			

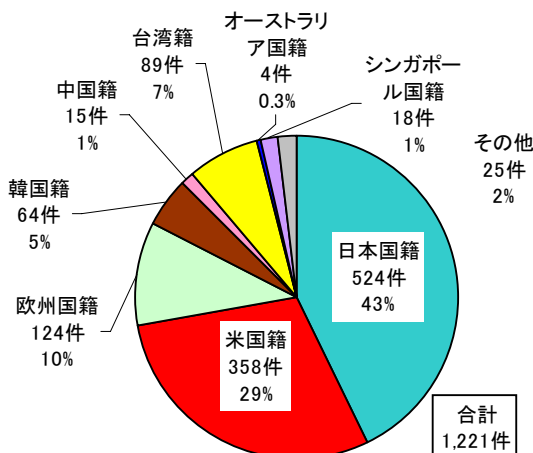
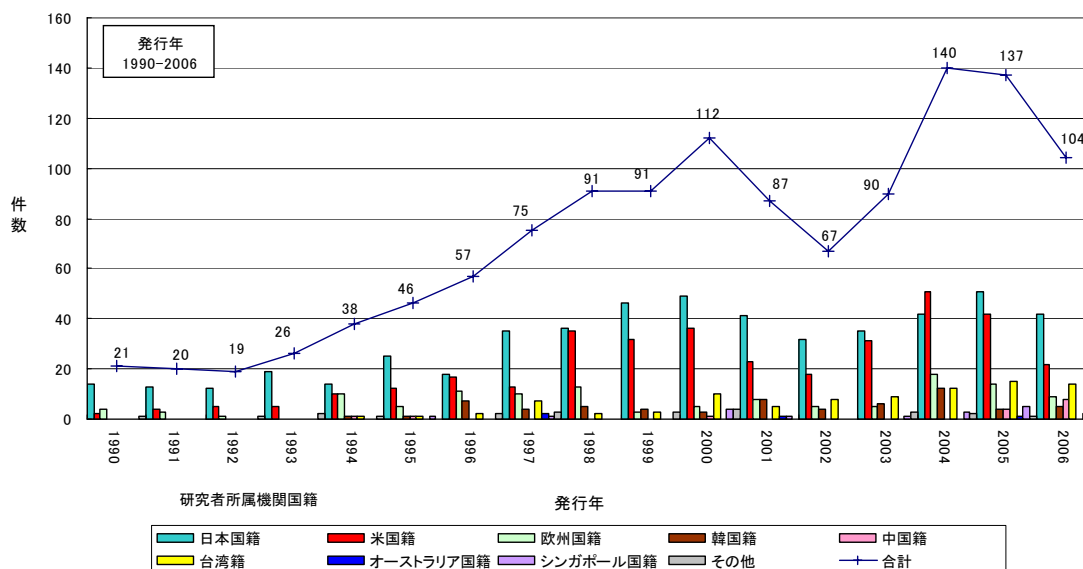
### 第3章 半導体の機械加工技術に関する研究開発動向分析

#### 第1節 全体動向

1990年～2006年に発表された半導体の機械加工技術に関する論文は1,221件で、優先権主張年が1990年～2005年の特許出願件数が約35,000件であるのに対してかなり少なくなっている。

第3-1図に論文を発表した研究者の所属機関の国籍別論文発表件数推移と割合を示す。日本の研究機関からの発表が524件(約43%)で最も多く、次いで米国の研究機関からの発表が358件(約29%)である。年次別では2004年だけは日本より米国の方が多いが、その他の年次は日本の研究機関からの発表が最も多い。3位は欧州で124件、4位は台湾で89件となっている。韓国よりも台湾からの論文発表が多いことが特徴的である。

第3-1図 研究者所属機関国籍別論文発表件数推移と割合



## 第2節 技術区分別動向

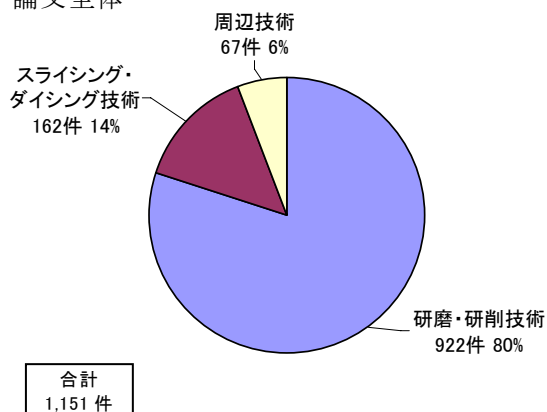
### 1. 要素技術別動向調査

半導体の機械加工技術に関して発表された論文を要素技術別に動向調査した。第3-2図 a) に論文全体の要素技術別論文発表件数割合を示す。論文によっては、機械加工技術を応用した研究や、残留歪みの解析のような機械加工のプロセス解析のように、特許と同様の要素技術にそぐわないものがある。解析した論文1,221件中136件は研磨・研削技術、スライシング・ダイシング技術および周辺技術に分類できなかった。残りの1,085件を要素技術別に分類した。中には一つの要素技術に限定できないこともあるので、この図では複数の要素技術に属することを許容している。研磨・研削技術に関する論文が最も多く全体の約80%を占めている。次いでスライシング・ダイシング技術が約14%、周辺技術が約6%となっている。

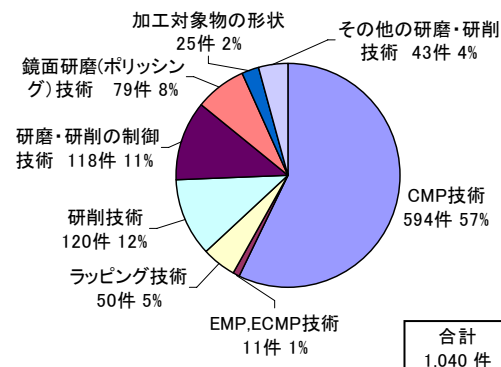
研磨・研削技術922件の内訳を第3-2図 b)に示す。全体の約80%を占める研磨・研削技術に関する論文の内、半数以上の約57%がCMP技術に関する論文となっている。なお、この図でも複数の要素技術に属することを許容している。

第3-2図 要素技術別論文発表件数割合 1990年～2006年

a) 論文全体



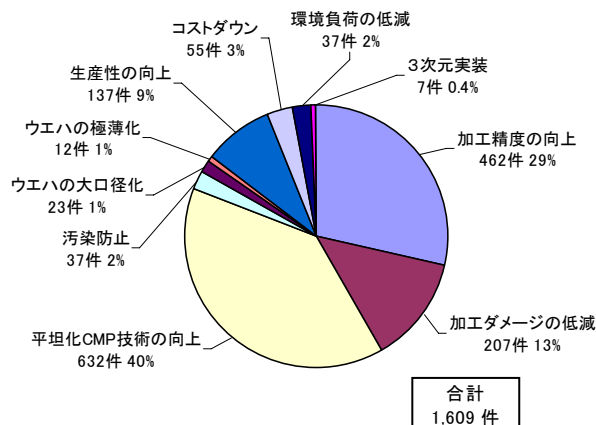
b) 研磨・研削技術の内訳



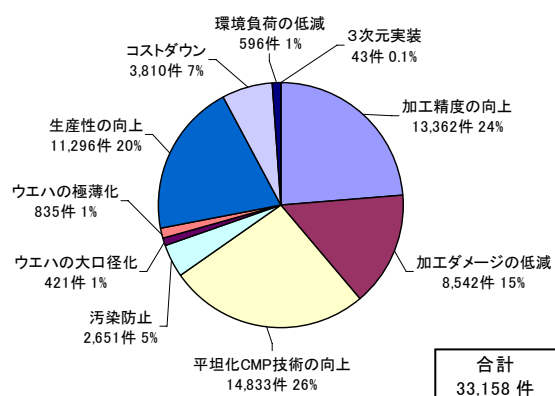
第3-3図に論文に示されたテーマの発表件数割合と特許に示された課題の件数割合を比較して示す。平坦化CMP技術の向上に関する論文が多く全体の約40%を占めている。次いで加工精度の向上に関する論文が約29%、加工ダメージの低減に関する論文が約13%と続いている。論文は特許出願より平坦化CMP技術の向上に関するものの割合が高く、生産性の向上に関するものの割合が低くなっていることが分かる。

第 3-3 図 課題（テーマ）の論文発表と特許出願の比較

a) 論文全体（1990 年～2006 年）



b) 特許出願（5 カ国・地域合計）  
（1990 年～2005 年）



注) 公報単位でカウント

第 3 節 所属機関別、研究者別動向

1. 全体動向調査

半導体の機械加工技術に関する論文の研究者所属機関別発表件数ランキングを第 3-4 表に示す。埼玉大学と東京大学が 36 件で並んで 1 位、日立製作所が 3 位となっている。台湾の研究機関が 2 箇所入っているのが注目される。

第 3-4 表 研究者所属機関別発表件数上位ランキング

順位	研究機関	発表件数
1	埼玉大学(日)	36
1	東京大学(日)	36
3	日立製作所(日)	34
4	茨城大学(日)	29
5	国立交通大学(台)	26
6	東北大学(日)	24
6	東芝(日)	24
8	アリゾナ大学(米)	23
9	IBM(米)	21
10	富士通(日)	20
11	カリフォルニア大学(米)	19
11	日本電気(日)	19
13	東海大学(日)	18
14	マサチューセッツ工科大学(米)	17
14	三星電子(韓)	17
14	カンザス州立大学(米)	17
17	国立ナノデバイス研究所(台)	16
18	大阪大学(日)	15
18	荏原製作所(日)	15
18	クラークソン大学(米)	15

## 第4章 半導体産業の産業政策動向分析

### 第1節 産業政策動向

#### 1. 日本の産業政策

経済産業省が2007年4月に策定した「技術戦略マップ2007」の「情報通信分野」において、半導体分野を高度情報通信社会の中で重要な役割を果たす分野と位置づけ、半導体の微細化および高性能化に伴う消費電力の増大を抑制することを重要な課題としている。

経済産業省は2007年度プロジェクトとして、「ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発—うち新材料・新構造ナノ電子デバイス」（期間2007—2011年）を、文部科学省および独立行政法人科学技術振興機構（JST）は「戦略的創造研究推進事業」の中で「次世代エレクトロニクスデバイスの創出に資する革新材料・プロセス研究」を推進している。これらは互いに連携しながら進めることになっている。これらのプロジェクトにおいて、半導体製造工程における重要な機械加工技術が開発されるものと考えられる。

第4-1図に各国の半導体に関するコンソーシアム、進行中のプロジェクトをまとめる。

標準化については、シリコンウエハなど半導体基板の厚みや形状、オリフラやノッチの位置や大きさなど国際規格としてSEMIが中心となって取り進めている。

第4-1図 各国の半導体コンソーシアム

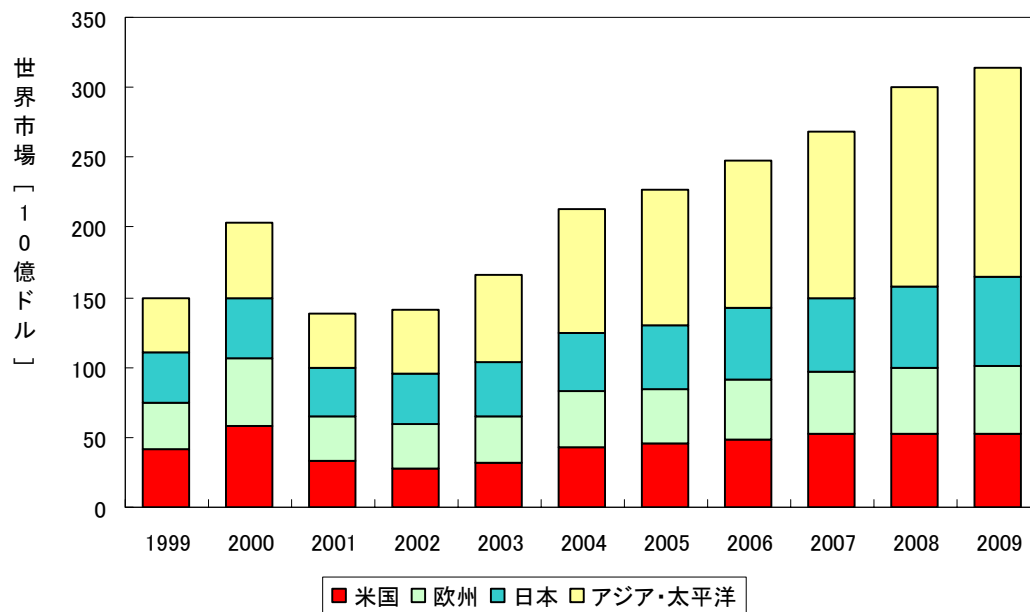
	2005年 H17年	2006年 H18年	2007年 H19年	2008年 H20年	2009年 H21年	2010年 H22年	2011年 H23年	2012年 H24年	2013年 H25年	2014年 H26年	
文部科学省 経済産業省		連携	次世代エレクトロニクスデバイスの創出に資する革新材料・プロセス研究 ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発 —うち新材料・新構造ナノ電子デバイス					研究期間5年			
			技術戦略マップ2007								
			情報通信分野 半導体の微細化および高性能化に伴う消費電力の増大を抑制								
Selete あすか NEDO MIRAI		45-32nm世代のプロセス技術開発と設計技術開発									
		次世代半導体材料・プロセス基盤技術の開発					(H13~H22)				
SRC		企業と大学が連携して研究開発の強化									
米国 ISMT		世界の先端半導体デバイスメーカーによる製造分野の研究開発コンソーシアム									
MARCO/FCRP		大学をベースにした長期的観点から研究を行うプログラム									
欧州 IMEC		設計、プロセスデバイス技術を含むマイクロエレクトロニクス高度技術基盤の確立									
MEDEA+		市場競争力と技術開発力の強化を推進					(2001~2009)				
韓国 COSAR		産官学共同の半導体関係のコンソーシアム									
台湾 ERSO		電子技術の開発と導入、人材の育成、技術移転									

## 第5章 半導体産業の市場環境分析

### 第1節 半導体産業の市場動向

WSTS（世界半導体市場統計）による世界の半導体市場を第5-1図に示す。世界の半導体市場は、1990年代のバブルが2001年に崩壊後、2003年と2004年には2桁成長を続け、2005年以降も約10%の伸びで拡大しており、2006年に約2,500億米国ドル（約30兆円）、2007年には約2,700億米国ドルに達すると予想されている。さらに、2009年までは成長・拡大を続けると考えられている。

第5-1図 世界の半導体需要見通し



(出典:WSTS)



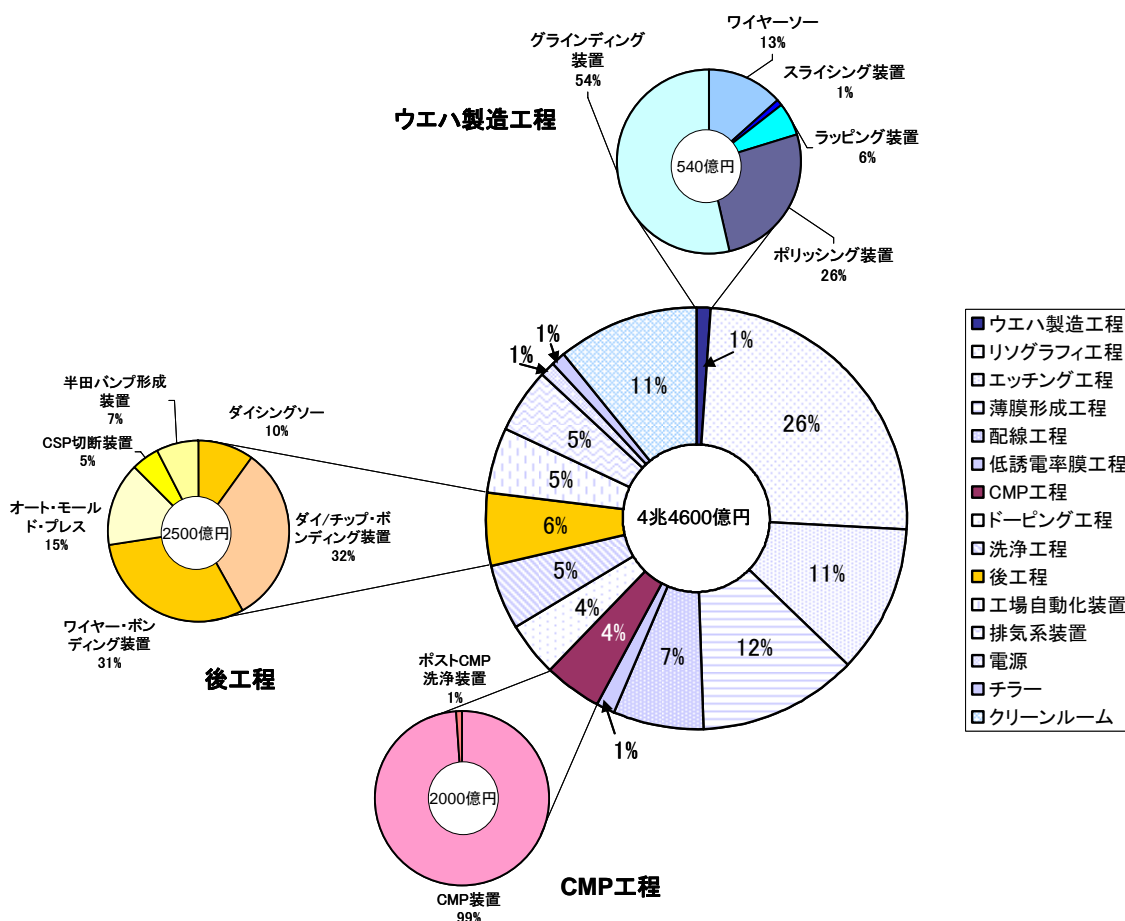
## 第2節 半導体機械加工装置等の市場動向

### 1. 半導体機械加工装置市場

世界の半導体製造装置市場は、2006年で約4兆4,600億円に達する。次に、半導体製造装置のうち、半導体機械加工装置に焦点を当てて見てみると、ウエハ製造工程が約540億円、CMP工程が約2,000億円、後工程が約2,500億円である。しかし、後工程にはボンディング装置などの機械加工関連装置でないものも含まれている。後工程における機械加工関連装置は、ダイシングソーおよびCSP切断装置で、これらの市場は合わせて約380億円弱（後工程全体の約15%）である。合計すると半導体機械加工装置市場は約3,000億円と見積もられる。なお、工程別の半導体製造装置は世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2007を参考に分類した。

2006年の半導体製造装置全体およびウエハ製造工程、CMP工程、後工程の製造装置の市場規模を第5-2図に示す。

第5-2図 半導体製造装置全体の市場規模およびウエハ製造工程、CMP工程、後工程の製造装置の市場規模（2006年）



\* 出典：世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2007のデータを基にMCTRが図表化（発行所：グローバルネット株式会社）

## 第6章 総合分析

### 第1節 特許出願動向分析結果の総括

#### 1. 特許出願動向分析結果の総括

半導体の機械加工技術に関する特許を検索し、技術分類することにより、特許出願から見た技術動向を調査した。時期的範囲は優先権主張年が1990年から2006年とした。ただし、2006年は年央につき網羅されていないため、集計グラフは2005年までとしている。分析対象とした特許出願件数は35,194件で、この内各国で登録された特許が12,705件である（第2-1表）。出願先としては、日本、米国、欧州、韓国および中国の5カ国・地域に重点を置いて分析することとした。

出願人国籍別では、5カ国・地域への特許出願の内、日本国籍が約67%、米国籍が約21%、韓国国籍が約6%となっており（第2-2図）、半導体の機械加工技術は日本国籍出願人が強い技術分野であると考えられた。

出願先国別の出願人国籍別出願件数を第6-1表に示す。網掛け部分はそれぞれ自国への出願件数を示している。 $(\text{外国への出願件数}) / (\text{自国への出願件数})$ を外国出願比率とすると、欧米では100%を超えており、自国への出願より外国への出願の方が多いことが分かる。一方、日本国籍出願人の外国出願比率は約43%であり、韓国国籍出願人の外国出願比率は約54%である。日本の外国出願比率は、欧米はもとより、韓国よりも約11ポイント低い値となっている。

第6-1表 出願先国別－出願人国籍別出願件数

出願人国籍	日本	米国	欧州	韓国	中国	外国への出願件数合計	外国出願比率
日本	14,966	2,909	1,380	1,348	759	6,396	43%
米国	1,110	3,239	1,057	758	437	3,362	104%
欧州	274	306	646	158	104	842	130%
韓国	200	348	61	1,246	62	671	54%
中国	0	9	4	1	81	14	17%
その他	95	329	65	19	32	—	—
合計	16,645	7,140	3,213	3,530	1,475	—	—

技術分野別では、研磨・研削技術が約66%、スライシング・ダイシング技術が約21%、保護テープやダイシングテープや機械加工に関わる搬送技術といった周辺技術が約12%の割合で出願されている（第2-8図）。研磨・研削技術は1990年以降増加しており1999年頃にピークとなっている。1985年にIBMが積層構造の半導体デバイスの層間絶縁体表面の平坦化や埋め込み構造の金属配線の作製に化学的機械的研磨(CMP)を応用することを発表して以来、平坦化CMP技術の関連特許の出願が伸びていると考えられる。スライシング・ダイシング技術は多少の増減はあるものの調査した期間中、緩やかな増加傾向を示している。周辺技術は、1995年頃から増加の割合が加速され、2003年まで大幅に増加している（第2-9図）。

国籍別では、いずれも日本からの出願が多いが、研磨・研削技術では米国籍出願人からの出願件数の割合が比較的大きくなっている（第2-9図）。これは平坦化CMP技術を提案したIBMやマイクロテクノロジーなどのデバイスメーカー、および平坦化CMP装置を製造・販売している大手メーカーであるアプライドマテリアルズなど、米国籍出願人からの出願が多

いためと考えられる。

特許出願に示された課題としては、加工精度の向上、平坦化 CMP 技術の向上、生産性の向上が多く、それぞれ 20～26%を占めている。

出願先国別に出願件数の多い順に出願人別ランキングを集計した（第 2-21 表）。日本への出願では、ディスコが 751 件でトップ、2 位は東京精密である。さらに荏原製作所が 4 位で加工装置メーカーが上位にランクされている。また、東芝、松下電器産業、ソニー、ルネサステクノロジおよび日立製作所といったデバイスメーカーが上位 10 社中 5 社入っている。米国への出願では、デバイスメーカーであるマイクロテクノロジーが 1 位で、東芝、IBM、三星電子および日本電気が上位 10 社にランクされている。また、加工装置メーカーのアプライドマテリアルズ、荏原製作所、ラムリサーチおよびディスコ、基板メーカーの信越半導体が上位にランクされている。

平坦化 CMP 工程における機械加工技術に関する重要特許の変遷（第 2-25 図）を調査した。ウエハ処理工程において、配線金属や絶縁層を研磨して表面を平坦化する平坦化 CMP 技術については、米国の IBM の US4944836（1985 年）が最初とする見解もあるが、それより前に富士通（1973 年）と日本電気（1983 年）から特許出願されているとする参考文献があり、これらを初期の頃の特許出願とした。さらに、審査官引用回数が多い（11 回以上）特許出願を重要特許と考え時系列に整理した。これらの他に、委員会の委員から推薦された重要特許を加えている。

## 2. 研究開発動向分析結果の総括

半導体の機械加工に関する技術論文を検索して技術分類した。時期的範囲は 1990 年から 2006 年である。分類対象とした論文の件数は 1,221 件で、特許出願件数 35,194 件と比較して 30 分の 1 程度の件数であった。

研究者所属機関国籍別では日本国籍が約 43%、米国籍が約 29%、欧州国籍が約 10%、台湾籍が約 7%で、特許出願件数と同様に論文発表件数でも日本の研究機関からの発表が多い（第 3-1 図）が、特許出願件数と比べて米国籍および台湾籍の発表件数の割合が大きくなっている。

技術分野別では、研磨・研削技術が約 80%、スライシング・ダイシング技術が約 14%、周辺技術が約 6%で、特許出願件数割合より研磨・研削技術の割合が大きくなっている（第 3-2 図）。特許の課題に相当する論文のテーマとしては、平坦化 CMP 技術の向上が約 40%と多く、次いで加工精度の向上が約 29%で、特許出願では約 20%と多かった生産性の向上は約 9%と少ない（第 3-3 図）。

研究者所属機関では、埼玉大学と東京大学がそれぞれ 36 件でトップ、以下日立製作所、茨城大学と続いている（第 3-4 表）。

## 3. 政策動向分析結果の総括

半導体の機械加工技術に関する産業政策として、日本、米国、欧州、韓国および台湾の半導体産業に関する国家プロジェクト、コンソーシアムなどをまとめた。日本では、半導体先端テクノロジーズ(Selete)と NEDO のプロジェクトである MIRAI プロジェクトが進められている。

米国では、SRC、International SEMATECH、および MARCO のもとで FCRP が活動している。

欧州では、ベルギーの IMEC と、EU として MEDEA+が活動している。韓国では COSAR、台湾では ERSO が半導体に関するコンソーシアムである（第 4-1 図）。

標準化については、シリコンウエハなど半導体基板の厚みや形状、オリフラやノッチの位置や大きさなど国際規格として SEMI が中心となって取り進めている。

#### 4. 市場動向分析結果の総括

半導体デバイスの市場、半導体加工装置の市場、半導体基板（ベアウエハ）の市場および CMP 関連資材の市場について調査した。

半導体産業の 2006 年の世界市場規模は約 30 兆円であり（第 5-1 図）、2005 年以降 2009 年まで年率約 10%のペースで成長・拡大すると考えられている。中でもアジア・太平洋市場の割合と伸びが大きい。

半導体製造装置の世界市場規模は 2006 年に約 4 兆 4,600 億円に達しているの見込まれる（第 5-2 図）。この内、機械加工装置市場は約 3,000 億円と見積られ、更にこの内の約 2,000 億円が CMP 装置でこれが最も大きい。

## 第2節 技術開発の方向性に関する提言

半導体における技術進展の鍵を握っているのは微細化（高集積化）と高性能化（高速化・低消費電力）であるが、これらの性能の向上のためには、高度な機械加工技術の向上が必要である。半導体の機械加工技術における注目研究開発テーマとして、〔1〕平坦化 CMP 技術、特に、①加工精度の向上および②選択比の最適化、〔2〕ウエハの極薄化の3テーマを選定した。こうした状況を踏まえて、半導体の機械加工技術に関する提言として次の3つの提言を提案する。

提言1. 日本は、半導体デバイスメーカー、CMP 装置メーカー、CMP 関連資材メーカーが三位一体で連携して、今後ますます市場の拡大が期待される半導体の用途に焦点を当てた次世代平坦化 CMP 技術の開発に取り組むことが望まれる。

半導体市場はパソコン、携帯電話、デジタル家電等の機器が牽引してきた。これらの用途に使用される半導体デバイスの高速化・低消費電力化、高集積化が進展するとともに、回路パターンの微細化と配線の多層化の要求が強くなってきた。そのため、配線として、従来の Al 配線から Cu 配線が実用化され、平坦化 CMP で研磨する金属材料として Cu に関連する特許出願が 1999 年以降増加している（第 2-16 図）。また、配線間絶縁膜として low-k 膜が要求されるようになってきた。このような動向に伴い、平坦化 CMP で研磨される配線間絶縁膜材料として、low-k 膜に関連した特許出願が 2001 年以降増加傾向にある（第 2-16 図）。そして、Cu 配線や low-k 絶縁膜に対応した平坦化 CMP 技術が必要になってきた。このように、半導体デバイスの製造工程において、より高レベルの加工精度および加工面品位が要求されるようになり、それに対応した平坦化 CMP 技術の開発がますます重要となりつつある。

昨今、地球温暖化が喧伝されるようになり、二酸化炭素を排出する自動車の出荷台数が増加しているため、自動車産業に対し、二酸化炭素の排出量を低減するための対策が求められるようになってきた。このようなトレンドの中で、地球環境にやさしいハイブリッド自動車に対する需要が高まりつつある（日本自動車工業会の HP のクリーンエネルギー車の日本市場における普及台数推移を参照；<http://www.jama.or.jp/lib/jamagazine/200606/02.html>）。トヨタ自動車が 1997 年にハイブリッド自動車を発売して以来、2007 年には累積販売台数が 100 万台を達成し、ハイブリッド自動車が世界的に認知されるようになってきた。ハイブリッド自動車に対する需要が今後、世界的に急速に拡大することが期待されている。

また、ハイブリッド車 1 台（+カーナビ 1 台）に使用する半導体ウエハの使用量は 150mm ウエハ換算で 0.96 枚と多く、パソコン 1 台（150mm ウエハ換算で 0.12 枚）に対して約 8 倍、普通車 1 台（150mm ウエハ換算で 0.21 枚）に対して 4~5 倍の半導体が必要であるといわれている（STARC フォーラム 2007 のトヨタ自動車の藤川東馬氏講演会資料（2007 年 7 月 6 日開催）を参照；[http://www.starc.jp/download/forum2007/09\\_fujikawa.pdf](http://www.starc.jp/download/forum2007/09_fujikawa.pdf)）。

このような状況を背景に、ハイブリッド車の需要の増加とともに、自動車用半導体市場は急激に拡大することが予想される。今後、パソコン、携帯電話、デジタル家電等といった主要な用途とともに、自動車用デバイスの需要が半導体市場の拡大を牽引するようになることが期待されている。

なお、自動車用のパワーデバイスの基板として、従来の Si 基板に比べてはるかに硬い SiC

基板（あるいは、GaN 基板）が有望視されており、それに対応した高能率の平坦化 CMP 技術が要求されるようになってきた（第 2-17 図）。種々の基板（SiC 基板など）や材料（Cu 配線、low-k 絶縁膜など）に対応した次世代平坦化 CMP 技術の開発が今後、ますます重要性を増してくる。

日本の半導体関連企業は米国企業と同様に、平坦化 CMP 技術の開発に積極的に取り組んできた（第 2-10 図）。平坦化 CMP 技術は、荏原製作所などの CMP 装置メーカーや東芝などの半導体デバイスメーカーを主体に開発が推進され、1994 年頃から平坦化 CMP 技術の向上に関する特許出願が増加してきた。一方、CMP 関連資材メーカーは数年遅れで、平坦化 CMP の技術開発に注力しており、1996～1997 年頃から平坦化 CMP 技術の向上に関する特許出願が増加してきた（第 2-24 図）。

最近では、従来の CMP 装置主体の技術開発から CMP 関連資材を含めた幅広い技術開発が必要になりつつある。今後、日本は半導体デバイスメーカー、CMP 装置メーカー、CMP 関連資材メーカーが三位一体となって技術開発に協力し合いながら、今後需要の拡大が期待される半導体の用途に焦点を当てた次世代平坦化 CMP 技術の開発に取り組むことが望まれる。

提言 2. 極薄化技術の開発において先行しているわが国は今後もその強みを生かして、大口径ウエハの極薄化などの新規の極薄化技術に対応した研削、ダイシング、保護テープ等に関する次世代技術の開発に積極的に取り組むことが期待される。

半導体技術の進展に伴って、IC カードやメモリカード等といった応用領域にも半導体の需要が広がりつつある。わが国においても、最近、首都圏交通機関用の IC カードが急速に市場を拡大し、2008 年 1 月 18 日に 3,000 万枚を突破した（関東 IC カード相互利用協議会、PASMO 協議会、東日本旅客鉄道株式会社による 2008 年 1 月 23 日付プレスリリース）。IC カード用途の拡大とともに、ウエハやチップへの極薄化に対する要求が強まっている。日本特許の用途別特許出願件数において、IC カードが占める割合は約 27%であるのに比べて、課題をウエハの極薄化技術に限定した場合の用途別特許出願件数における IC カードの占める割合は約 50%と大幅に増加する（第 2-19 図）。

日本の半導体関連企業（半導体デバイスメーカー、加工装置メーカー、資材メーカー等）は、ウエハの極薄化に対応した重要な要素技術として、研削技術、ダイシング技術、周辺技術のテープ関連技術を熱心開発してきた（第 2-20 図）。例えば、研削技術としてウエハの最外周のエッジ部分を残し、その内周のみを研削して極薄化する背面研削（バックグラインディング）技術（TAIKO（株式会社ディスコの登録商標）プロセス）の開発、ダイシング技術としてレーザーを併用したダイシング技術の開発、周辺技術のテープ関連技術として電子回路が形成されている表面を保護するために貼付する保護テープの開発などに注力してきた。

高品位の極薄化に対応した次世代技術として、スラリーレスで砥石技術を活かした、研磨のように完全なスクラッチフリーの高品位な加工表面を実現できる次世代研削・研磨技術、グラインディング後ウエハ裏面からプラズマエッチングでエッチングして、チップを分割し、ドライでダメージフリーにダイシングできる次世代ダイシング（プラズマダイシング）技術、極薄化ウエハのハンドリングにも関係する厚さのばらつきのない超高精度テープの開発等が期待されている。

また、ITRS2005 のロードマップ 2005 によると、生産性の向上に対応してウエハの大口径化が進められており、450mm ウエハは 2013 年に実用化がはじまり、2018 年には主力サイズである 300mm ウエハに匹敵する市場になると予測されている (Fig 13: Market Forecast by Diameter of Position Paper for 450mm Development in Special White Paper Augmenting ITRS Chapters 450 mm of ITRS Paper and Presentations (<http://www.itrs.net/papers.html>))。ウエハの大口径化の進展とともに、大口径ウエハを極薄化することは今まで以上に難しくなってくる。今後、大口径ウエハの極薄化を実現するための技術開発がますます重要になると予想される。

日本の半導体関連企業は極薄化技術の開発において、海外勢に比較して積極的に取り組んできており (第 2-18 図)、産業競争上、現在優位な位置にある。今後も日本の強みを生かし、大口径ウエハの極薄化等に対応した次世代研削・研磨技術、次世代ダイシング技術、次世代テープ関連技術 (周辺技術) 等の開発を積極的に推進することが期待される。

提言 3. 日本企業による半導体の機械加工技術に関する特許出願件数は米欧韓中に比べて多いが、日本国籍出願人の海外特許出願比率は、米欧の国籍出願人は無論のこと、韓国国籍出願人よりも低い。日本企業は今後、積極的に海外出願を増やすとともに、技術に対する目利き力を向上させて、重要な特許は海外でも成立 (登録) できるように努めることが期待される。

半導体の機械加工技術に関する特許出願について、日本、米国、欧州、韓国および中国の 5 カ国・地域での出願件数収支を比較すると、日本、米国、欧州、韓国、中国の順で、出願件数が優位にある (第 2-6 図)。

しかし、日本国籍出願人の海外 (米国、欧州、韓国、中国) への出願件数と自国 (日本) への出願件数の比率 (以下、この比率を「海外出願比率」という) は、6,396 件 / 14,966 件と約 43% である。米国籍出願人の海外 (日本、欧州、韓国、中国) への出願件数と自国 (米国) への出願件数の比率は、3,362 件 / 3,239 件と約 104% である。欧州国籍出願人の海外出願比率は、842 件 / 646 件と約 130% である。韓国国籍出願人の海外出願比率が 671 件 / 1,246 件と約 54% である。日本国籍出願人の海外出願比率が、米国籍および欧州国籍出願人のみでなく、韓国国籍出願人のそれよりも約 11 ポイントも低い (第 6-1 表)。

また、半導体の機械加工技術における重要な技術の 1 つである平坦化 CMP 技術は IBM の米国特許 (US4944836 ; 1985 年 10 月出願) が基本特許とされているが、日本国内では IBM 特許に先立って、富士通 (特開昭 50-99685 (特許 1047465) ; 1973 年 12 月出願)、特開昭 57-79634 (公告なし) ; 1980 年 11 月出願) および日本電気 (特開昭 59-136934 (特許 2135148) ; 1983 年 1 月出願) から平坦化 CMP 技術に関する特許が出願されていた。しかし、その後両社では平坦化 CMP の実用化が進展しておらず、これらに対応する特許は海外に出願されていない。米国で IBM を中心に、CMP 装置メーカー、CMP スラリー・パッドなどの資材メーカーが協力して平坦化 CMP 技術の実用化に向けた研究開発を行い、その結果、米国で平坦化 CMP 技術の開発に成功した。

●IBM (US4944836 ; 1985 年 10 月出願)

基板上に同平坦面の金属膜/絶縁体膜を作るための CMP

●富士通 (特開昭 50-99685 (特許 1047465) ; 1973 年 12 月出願、特開昭 57-79634 (公告なし) ; 1980 年 11 月出願)

SiO<sub>2</sub>等の絶縁膜上の多結晶シリコン層の研磨 (CMP 使用)

●日本電気 (特開昭 59-136934 (特許 2135148) ; 1983 年 1 月出願)

メカノケミカルポリッシングによる層間絶縁膜表面の平坦化 (シリカ砥粒研磨液)

(詳細は、第 2-25 図「平坦化 CMP 工程における機械加工技術に関する重要特許の変遷」を参照)

日本企業は、半導体の機械加工技術に関する特許出願において、少なくとも韓国企業と同等か、それ以上の海外出願比率になるように今後、積極的に海外への出願を増やすことが望まれる。また、日本企業は今後、技術に対する目利き力を向上させ、重要な特許は国内へ出願・登録するとともに、海外へも積極的に出願・登録することが期待される。



