

平成 1 6 年度
特許出願技術動向調査報告書

半導体製造装置プロセス管理技術
(要約版)

< 目次 >

第 1 章 技術俯瞰	1
第 2 章 詳細分析結果	9
第 3 章 半導体製造装置プロセス管理技術のリーダ	16
第 4 章 研究論文の動向と注目出願人の動向	24
第 5 章 注目される市場の動向	27
第 6 章 分析結果と提言	28

平成 1 7 年 3 月

特 許 庁

問い合わせ先
特許庁総務部技術調査課 技術動向班
電話：03 - 3581 - 1101 (内線2155)

第1章 技術俯瞰

第1節 半導体製造装置プロセス管理技術とは

図1は最先端のDRAM(各世代)の開発から量産にいたる歩留りの推移を示している。現在の256M DRAMでは、半導体メーカーが投資を決め、R&Dと試作期間を経て量産に入るまでが概ね2年間となっているが、これは過去と比較すると非常に早く、テクノロジーはますます高度化、複雑化しているにも関わらずはじめから高い歩留りを実現している点は驚異的である。こうした急激な製造プロセス技術の革新とともに、多品種少量生産と短納期化への要求も高まってきており、日進月歩する半導体製造プロセスを管理する技術の重要性は一層高まりつつある。

本報告書では、90nmの最先端プロセスでの量産が相次いで始まる2004年以降、ますます重要性を増すさまざまな「半導体製造装置プロセス管理技術」について、その特許出願の実態と技術の特徴を明らかにし、また、これまで日本では一般的レベルであり認識の重要度の高くないイールドマネジメント技術や装置メーカーでの盛んな“レシピ特許”について、その用いられ方の実情や特許出願の実態を検証し、日本の半導体産業の競争力向上のための方策を模索する。

表1に本調査における対象技術を示す。この区分により特許をはじめとする各種分析をおこなった。

図1 DRAMの開発から量産に至る歩留りの推移

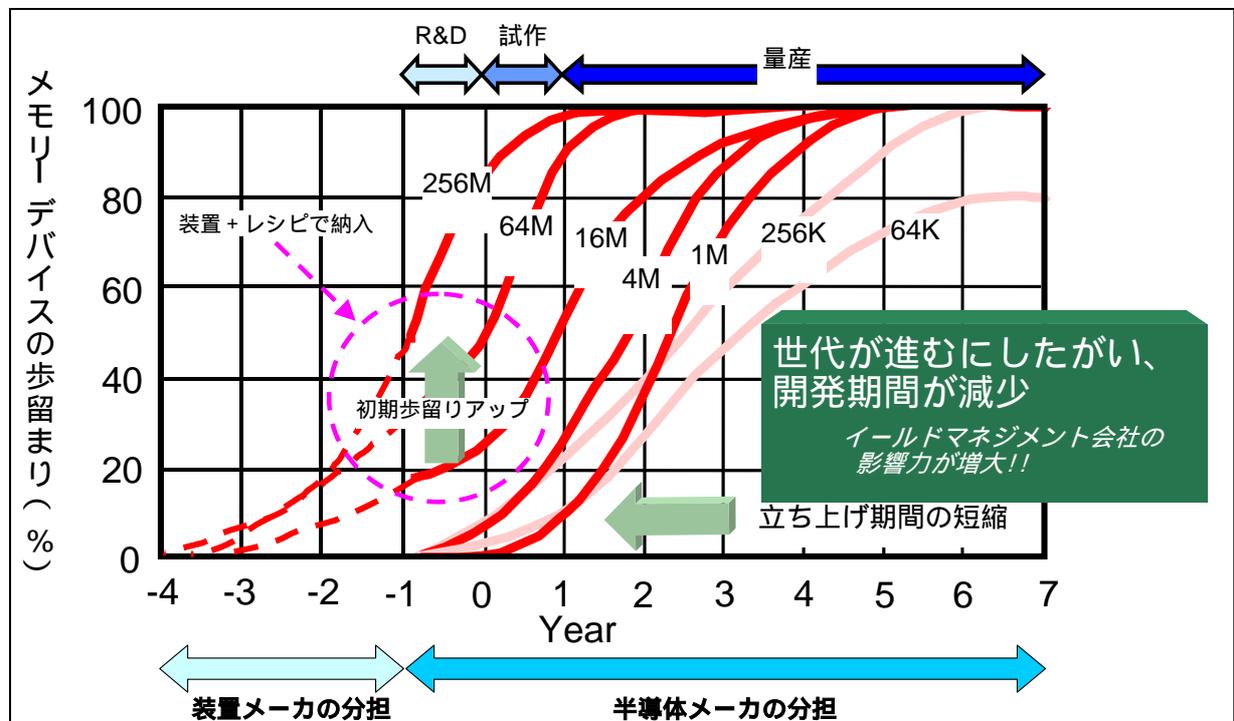


表 1 技術区分一覧表

技術区分		要素技術	技術区分		要素技術
A 工場生産 管理技術	A-01	生産計画	F 搬送管理技術	F-01	工程内搬送
	A-02	工程管理		F-02	工程間搬送
	A-03	設備稼働管理		F-03	WIP追跡
	A-04	材料管理		F-99	その他
	A-05	労務管理	G クリーン ルーム 管理技術	G-01	温湿度
	A-06	レシピ統合管理		G-02	パーティクル
A-99	その他	G-03		その他不純物	
B 品質管理技術	B-01	データ収集(検査・測定)	G-99	その他	H 単体製造装置 プロセス管理 技術/装置 レシピ
	B-02	合否判定	H-01	エピタキシャル成長	
	B-03	記録管理	H-02	CVD	
	B-04	不良解析	H-03	蒸着	
	B-99	その他	H-04	スパッタ	
C 短納期化技術	C-01	進捗管理	H-05	塗布・コーティング	
	C-02	生産効率化	H-06	めっき	
	C-03	多品種少量生産	H-07	フォトリソグラフィ	
	C-04	工程削減	H-08	熱拡散	
	C-99	その他	H-09	ドーピング	
D イールド 向上技術	D-01	イールド解析	H-10	酸化/ゲート絶縁膜	
	D-99	その他	H-11	エッチング	
E 複数製造装置 プロセス 管理技術	E-01	マルチチャンバ	H-12	層間構造	
	E-02	装置結合	H-13	CMP/研磨	
	E-03	ネットワーク	H-14	レジスト除去	
	E-99	その他	H-15	洗浄	
			H-16	検査測定	
			H-17	後工程	
			H-99	その他	

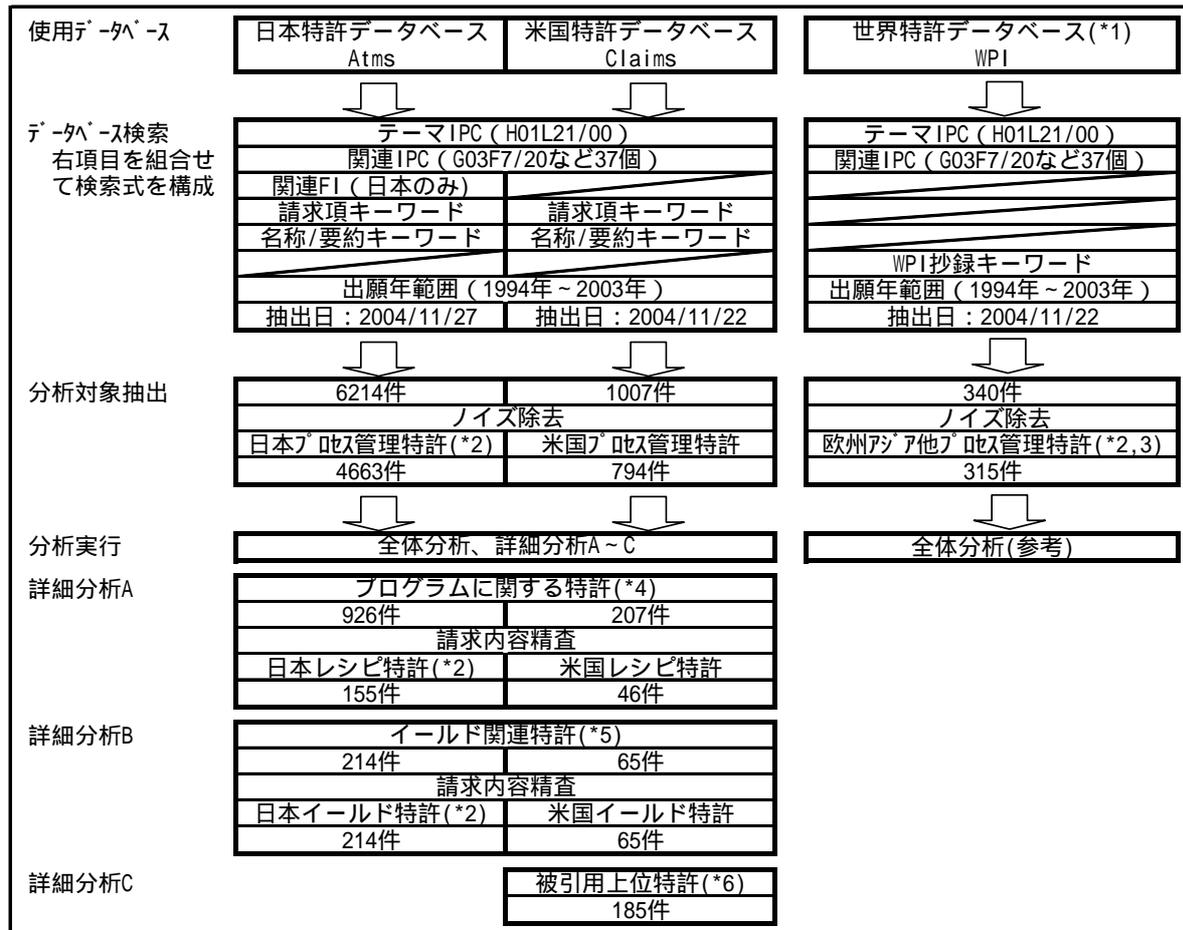
第 2 節 特許文献収集の方針と手順

半導体製造装置プロセス管理技術は製造工程において間接的に用いられる技術であり、半導体製造メーカー自身が公表しない限り、外部からその内容を知ることはできない。製造物そのものを見ても、どのような管理技術が使われているかを判定するのは難しい。その点では、学会で技術を発表したり、特許として権利化することによる利益は乏しいと思われていた。しかし、近年は、保有する半導体製造装置プロセス管理技術を用いてコンサルティング、技術移転を行うことが、次第にビジネスとして成り立つようになってきたと言われる。その例として、イールドマネジメントや、装置レシピがある。

本調査では、半導体製造装置管理プロセス技術の中でも、特にソフトウェア関連特許に注目した調査・分析を行う。そのため、特許文献収集においても、請求項の中でソフトウェアの権利化に触れている特許出願を重点的に抽出している。

具体的には、日本特許では「プログラム」「記録媒体」「記憶媒体」のいずれかが請求項に含まれている特許、米国特許では「program」「storage medium」「readable medium」のいずれかが請求項に含まれている特許であって、かつ半導体製造装置プロセスに関連する特許を分析対象として抽出しなければならない。そのために、特許データベースとして、主として請求項の範囲を全文検索できる ATMS、CLAIMS などを使用した。

図 2 特許文献収集と分析の手順の概要



注：関連 IPC は G03F7/20 など 37 個。

関連 FI は H01L21/02@Z の 1 個のみ。

*1 本調査では、請求項検索のできない WPI は補助的に利用した。

*2 登録された特許および公開された特許出願。

*3 日本および米国に出願されていないもののみ抽出。

*4 請求項に「プログラム」「記憶媒体」「記録媒体」のいずれかを含むもの。

*4 請求項に「program」「storage medium」「readable medium」のいずれかを含むもの。

*5 名称/要約に「歩留まり」を含むもの。

*5 名称/要約に「yield」を含むもの。

*6 抽出日までの被引用回数を文献発行日から抽出日までの日数で割り、365 を掛けて年平均を算出した。

*6 被引用回数の年平均が、1 回/年以上のものを分析対象とした。

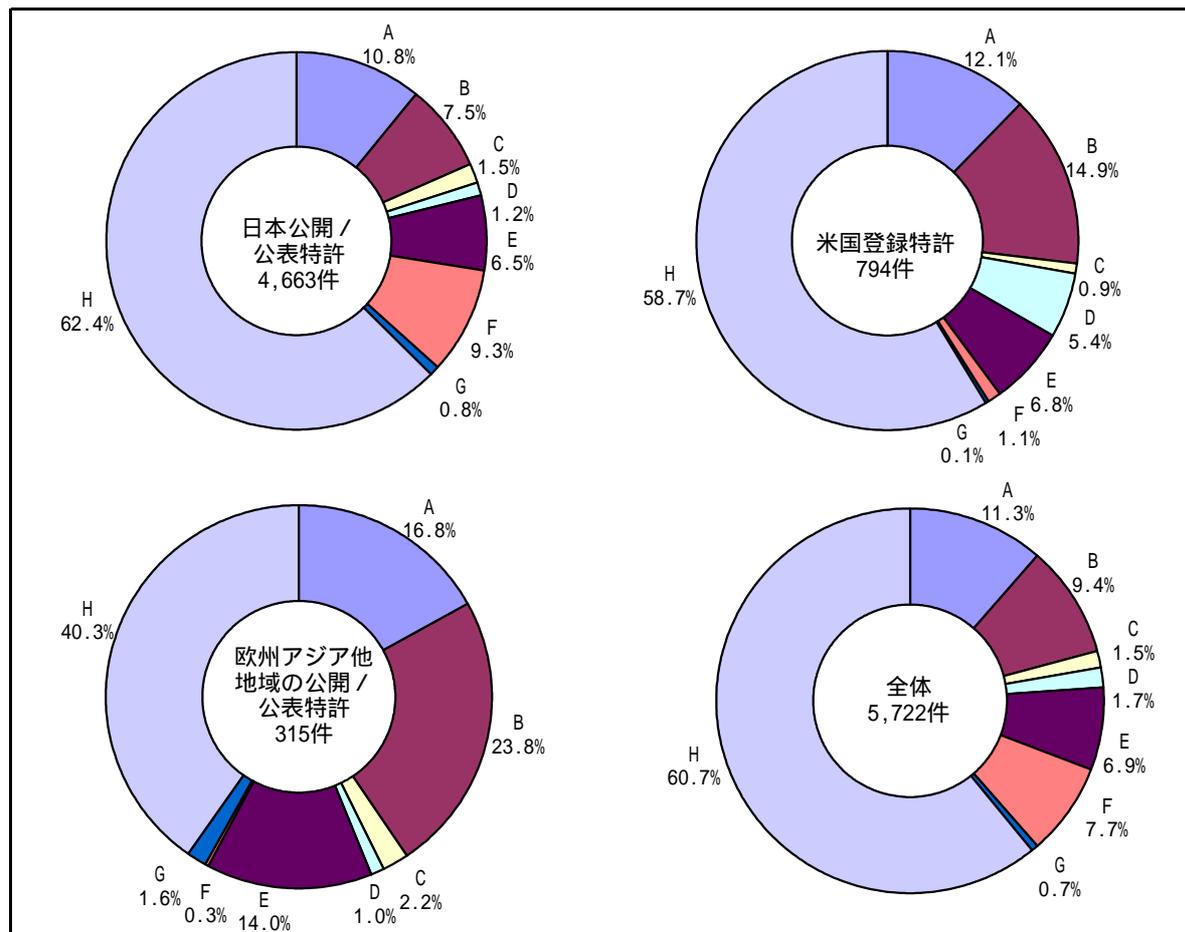
第3節 世界のプロセス管理技術・特許出願動向

1994年から2003年までの10年間に申請されたプロセス管理技術の公開/公表特許、登録特許は、全体で5,772件であった。技術区分別の分布を表2に示す。

表2 調査の結果得られた特許の技術区分別件数

技術区分	(件数)			合計
	日本公開/公表特許	米国登録特許	欧州アジア他地域の公開/公表特許	
A 工場生産管理技術	505	96	53	654
B 品質管理技術	352	118	75	545
C 短納期化技術	71	7	7	85
D イールド向上技術	55	43	3	101
E 複数製造装置プロセス管理技術	301	54	44	399
F 搬送管理技術	432	9	1	442
G クリーンルーム管理技術	35	1	5	41
H 単体製造装置プロセス管理技術	2,912	466	127	3,505
合計	4,663	794	315	5,772

図3 3地域の特許と全体の技術区分別構成比



特許の大半は単体製造装置プロセス管理技術に属している。この区分はいわゆる装置レシピ特許を含んでおり、近年出願が増加している。

表 3、図 4 に地域別の出願年別公開 / 公表・登録件数推移を示す。件数全体では 1996、1997 年頃から急速に増加しており、日本公開特許で見ると 10 年前と現在では特許出願は約 2.5 倍のペースとなっているものと推定される。

表 4 に出願人国籍別に見た出願先国の 10 年間の出願状況を示す。出願先国としては、日本、米国が圧倒的に多く、韓国、台湾など半導体製造及び半導体製造装置産業の盛んな国々に集中している。

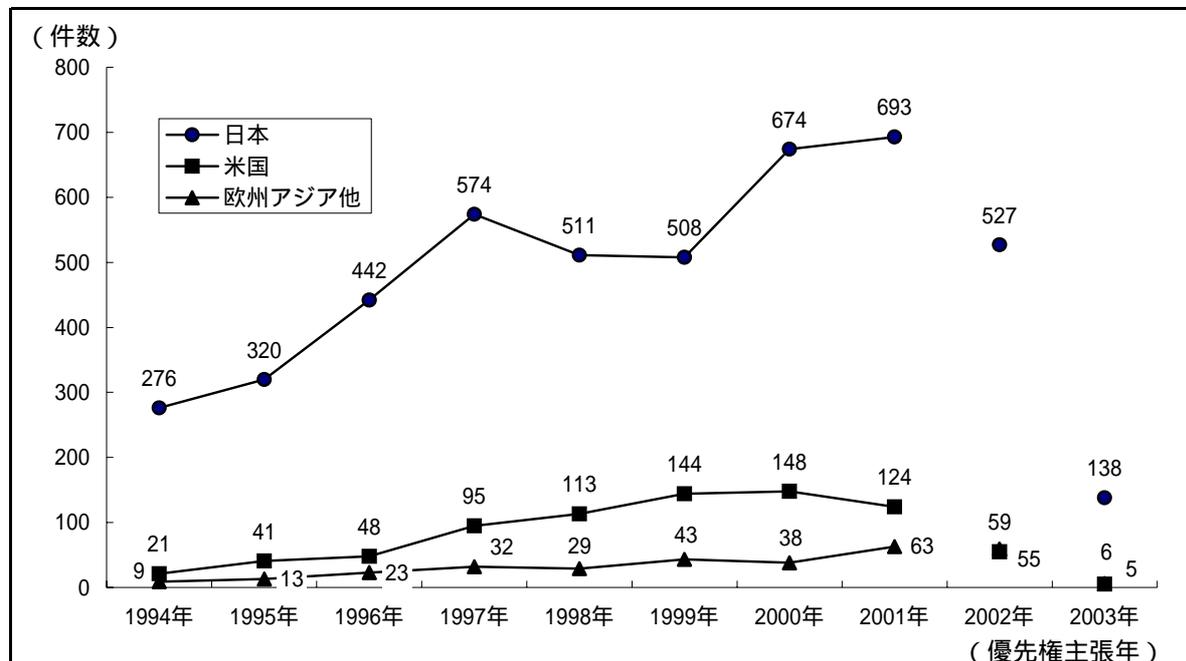
一方、登録特許で見ると日本は米国の半分以下に留まっており（図 6、図 7 参照）米国に比べ、特許取得に消極的である。

表 3 出願先 3 地域の出願年別公開 / 公表・登録特許件数推移

(件数)											
優先権主張年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	合計
日本	276	320	442	574	511	508	674	693	527	138	4,663
米国	21	41	48	95	113	144	148	124	55	5	794
欧州アジア他	9	13	23	32	29	43	38	63	59	6	315
合計	306	374	513	701	653	695	860	880	641	149	5,772

注：日本は ATMS、米国は Claims、欧州アジア他は WPI の検索結果を元に対象外の技術に関する特許文献を除いた数値である。

図 4 出願先 3 地域の出願年別公開 / 公表・登録特許件数推移



注：米国は登録特許件数、それ以外は公開 / 公表特許件数

表4 出願人国籍別出願先国別出願件数

(件数)

	公開/公表特許件数		登録特許件数	
	日本	欧州アジア他	日本	米国
アイルランド	0	1	0	1
イギリス	8	4	0	1
イスラエル	2	0	0	0
イタリア	4	0	0	1
欧州特許	38	7	0	2
オーストリア	1	0	0	1
オランダ	2	0	0	0
カナダ	1	0	0	0
韓国	105	144	19	21
シンガポール	1	0	0	1
スイス	2	0	0	0
スウェーデン	4	0	0	1
台湾	5	69	0	13
中国	0	8	0	0
デンマーク	0	1	0	0
ドイツ	31	54	2	8
日本	3,857	0	327	125
ノルウェー	1	0	1	0
フィンランド	0	1	0	0
フランス	14	14	2	4
米国	587	0	20	615
ロシア連邦	0	12	0	0
合計	4,663	315	371	794

図5 日本を出願先国とする公開/公表特許の主要出願人国籍別年推移

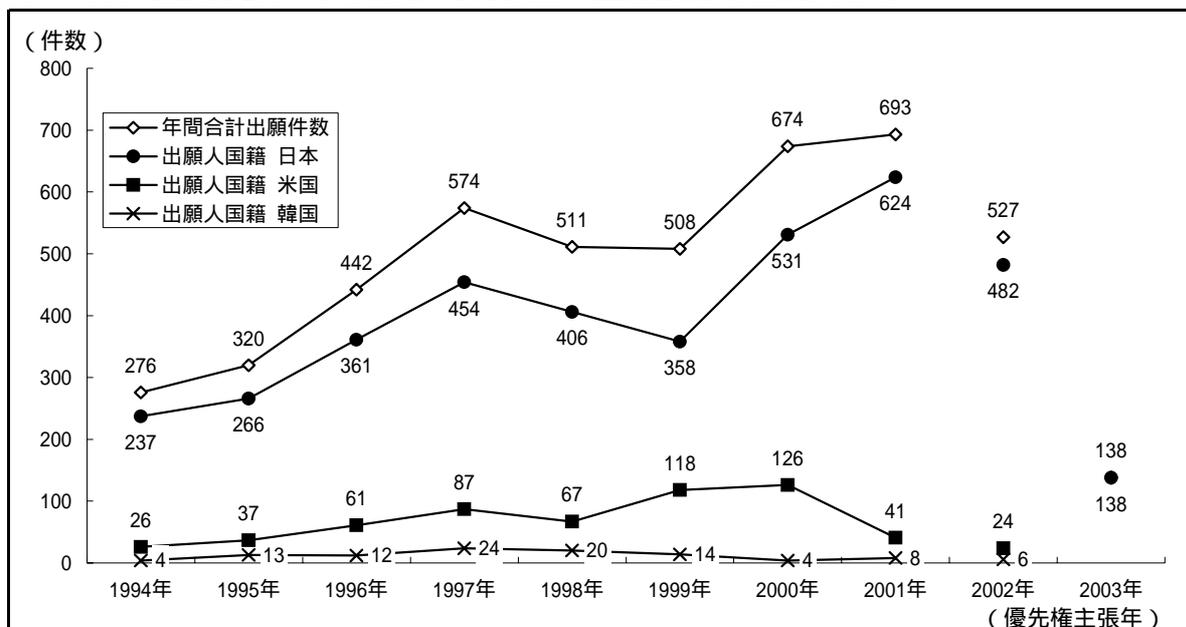


図6 米国を出願先国とする登録特許の主要出願人国籍別年推移

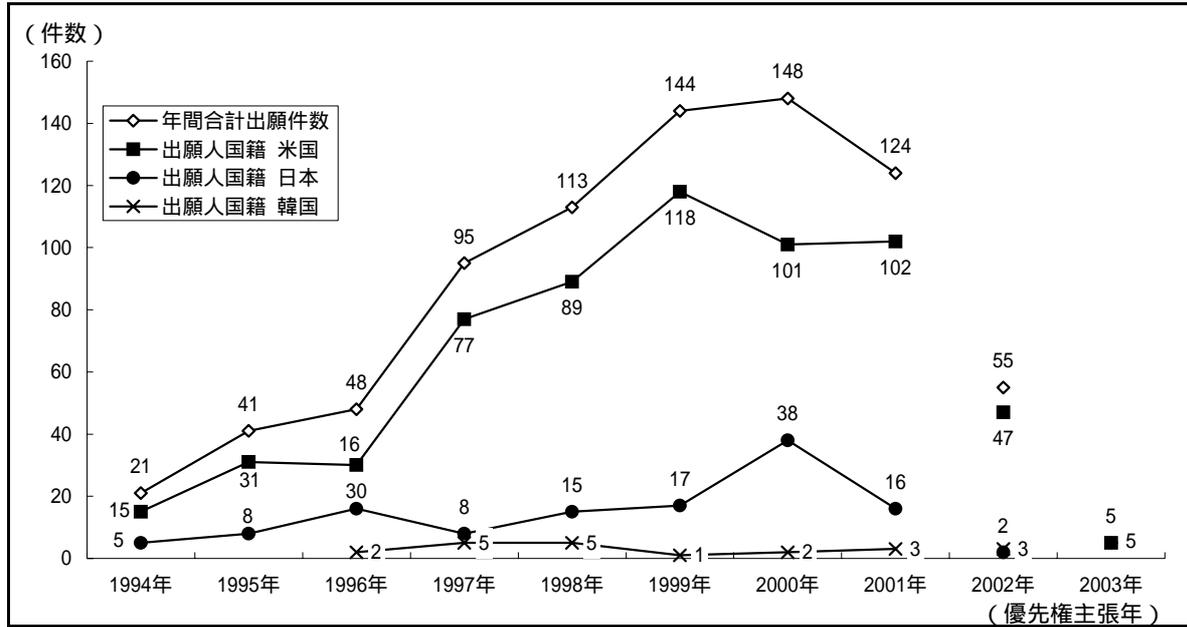
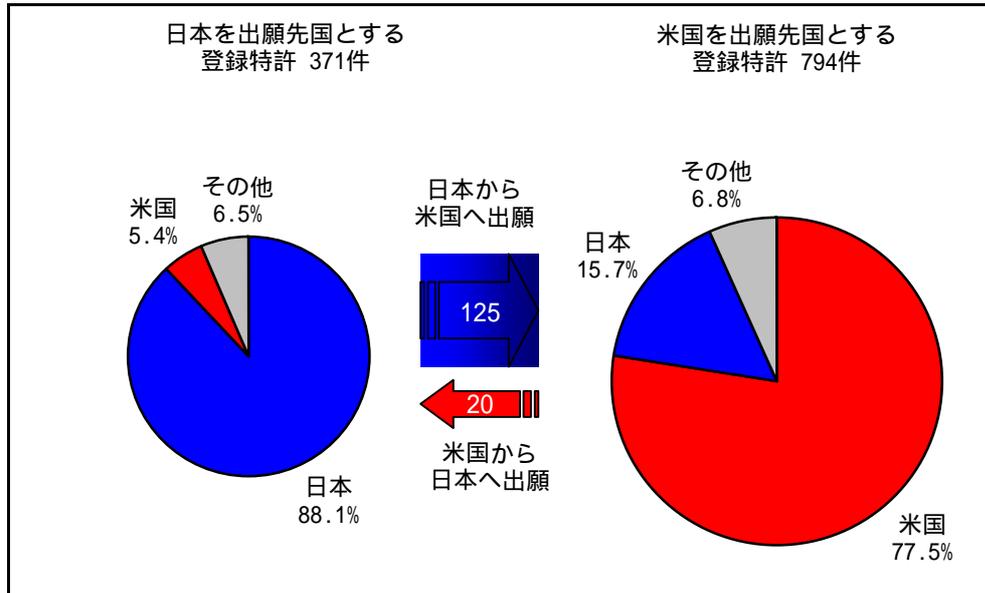


図7 日米を出願先国とする登録特許の出願件数収支



第4節 技術区分別動向分析

日本を出願人国籍とする特許出願 3,857 件及び米国を出願人国籍とする登録特許 635 件について技術区分別動向を示す。

表5 日本を出願人国籍とする公開/公表特許の技術区分別出願件数推移

優先権主張年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	合計
A 工場生産管理技術	18	33	57	52	39	52	54	61	58	23	447
B 品質管理技術	29	28	27	40	32	44	33	32	47	8	320
C 短納期化技術	4	6	7	8	9	7	9	11	5	0	66
D イールド向上技術	1	6	4	2	3	6	11	9	3	1	46
E 複数製造装置プロセス管理技術	10	10	21	9	21	18	39	85	27	3	243
F 搬送管理技術	46	37	42	78	35	20	24	50	38	16	386
G クリーンルーム管理技術	1	3	2	6	3	3	4	3	3	1	29
H 単体製造装置プロセス管理技術	128	143	201	259	264	208	357	373	301	86	2,320
合計	237	266	361	454	406	358	531	624	482	138	3,857

注：H区分の単体製造装置プロセス管理技術には装置レシピを含んでいる。

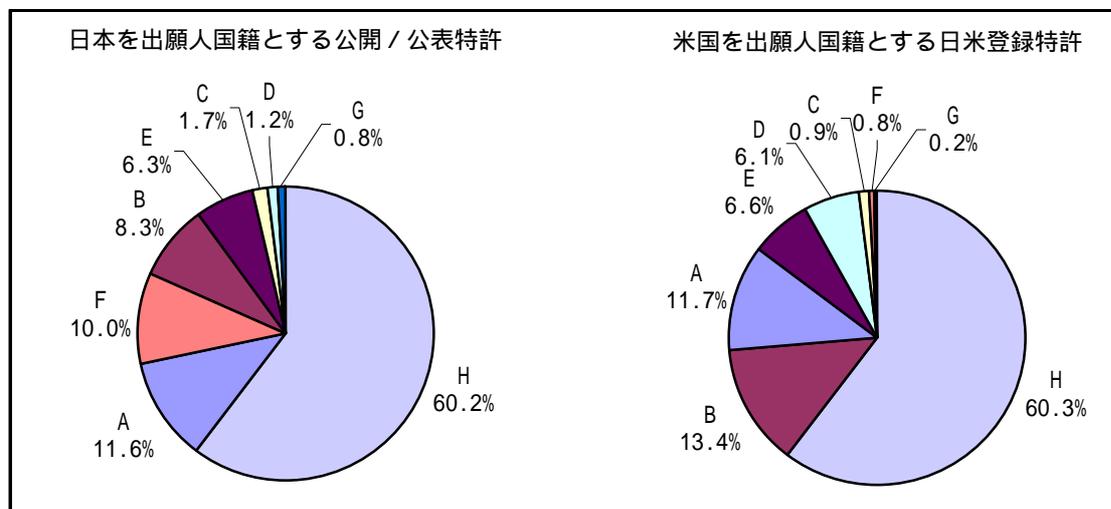
日本公開/公表特許に含まれる日本出願人国籍の件数。

表6 米国を出願人国籍とする技術区分別登録特許出願件数推移

優先権主張年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	合計
A 工場生産管理技術	1	2	0	9	8	21	6	17	9	1	74
B 品質管理技術	2	2	1	9	6	16	26	13	9	1	85
C 短納期化技術	0	0	0	1	1	3	0	0	1	0	6
D イールド向上技術	0	1	1	1	6	12	8	5	5	0	39
E 複数製造装置プロセス管理技術	4	3	3	1	5	4	8	9	5	0	42
F 搬送管理技術	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	5
G クリーンルーム管理技術	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
H 単体製造装置プロセス管理技術	14	24	21	60	66	64	55	58	18	3	383
合計	21	32	30	81	92	120	105	102	47	5	635

注：H区分の単体製造装置プロセス管理技術には装置レシピを含んでいる。日本と米国の登録特許における米国出願人国籍の件数

図8 日本と米国を出願人国籍とする集団の技術区分別構成比比較



日本を出願人国籍とする公開／公表特許のうち最も多いのは技術区分 H (単体製造装置プロセス管理技術／装置レシピ) である。この部分は半導体製造プロセス全体を広くカバーする個別の要素技術をすべて含むため、日本に限らず多くなっている。

また、技術区分 A (工場生産技術)、技術区分 B (品質管理技術)、技術区分 E (複数装置管理技術) の 3 つは日米を問わず共通して多いと言える。A と B は従来からある総合的な管理技術であり、一方 E はネットワークを中心とした新しい管理技術とも言えよう。

日本の特徴は技術区分 F (搬送管理技術) が多いことで、反面、米国に比べて技術区分 B (品質管理技術) が比較的少ないことが挙げられる。技術区分 F (搬送管理技術) は 1997 年にピークを迎えたあと、2000 年以降再び急増する傾向を示している。

第 2 章 詳細分析結果

第 1 節 プログラムに関する特許

本調査では、半導体製造装置プロセス管理技術のなかでも、特にソフトウェア関連特許に注目している。

半導体製造装置プロセス管理技術は、最終的にはソフトウェアによって実現される技術であり、特に個々の製造工程を具体的に記述した制御プログラムである装置レシピや、多数の装置レシピを使い分けるプログラム管理の技術が重要である。

今回、日本を出願先とする公開／公表特許 4663 件のうち、プログラムに関するものは 926 件、同じく登録特許では日本は 371 件中 75 件、米国を出願先とする登録特許では 794 件中 207 件であった。表 7、図 9～11 に出願年別推移を示す。

表 7 出願先国別出願件数および登録件数に占めるプログラムに関する特許件数

優先権主張年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	合計
日本を出願先とする出願件数	276	320	442	574	511	508	674	693	527	138	4,663
プログラムに関する特許	36	33	61	97	117	109	119	166	151	37	926
出願人国籍が日本	29	24	53	73	98	82	77	148	137	37	758
出願人国籍が米国	5	6	7	19	12	23	41	7	3	0	123
日本を出願先とする登録件数	46	54	63	76	68	36	19	5	4	0	371
プログラムに関する特許	6	9	7	14	22	12	3	2	0	0	75
出願人国籍が日本	4	7	6	11	21	11	1	2	0	0	63
出願人国籍が米国	1	0	0	2	1	1	2	0	0	0	7
米国を出願先とする登録件数	21	41	48	95	113	144	148	124	55	5	794
プログラムに関する特許	5	11	19	21	28	37	44	29	12	1	207
出願人国籍が日本	1	2	3	2	2	3	6	2	0	0	21
出願人国籍が米国	4	9	16	18	25	33	35	27	11	1	179

注：日本は ATMS、米国は Claims の検索結果を元に対象外の技術に関する特許文献を除いた数値である (詳細は本編第 1 章第 2 節 1. を参照)。なお、日本を出願先とする登録特許は出願件数の内数である。

図9 日本公開/公表特許に占めるプログラムに関する特許の割合と出願人国籍分布

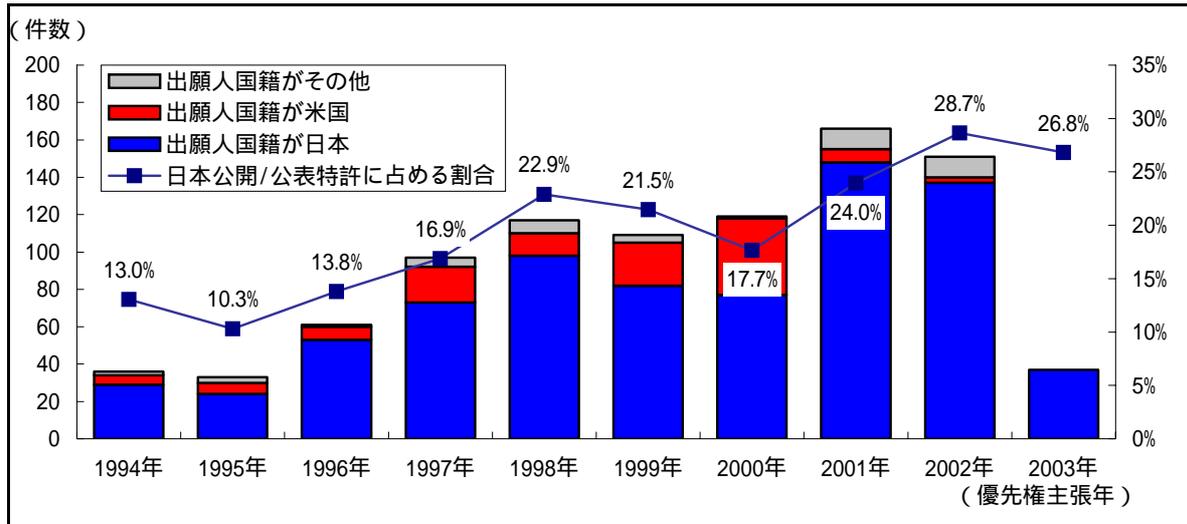


図10 日本登録特許に占めるプログラムに関する特許の割合と出願人国籍分布

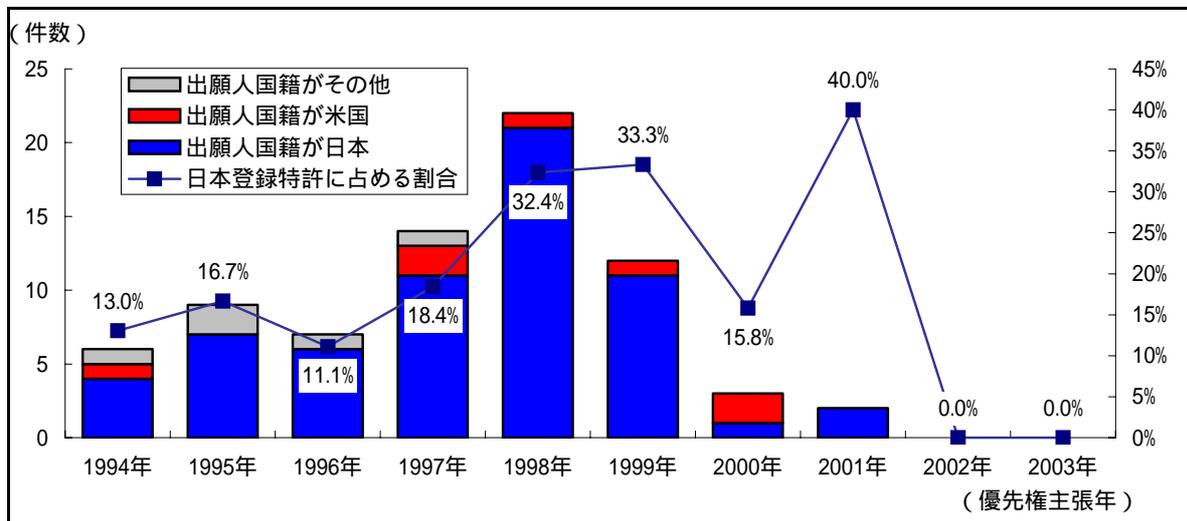
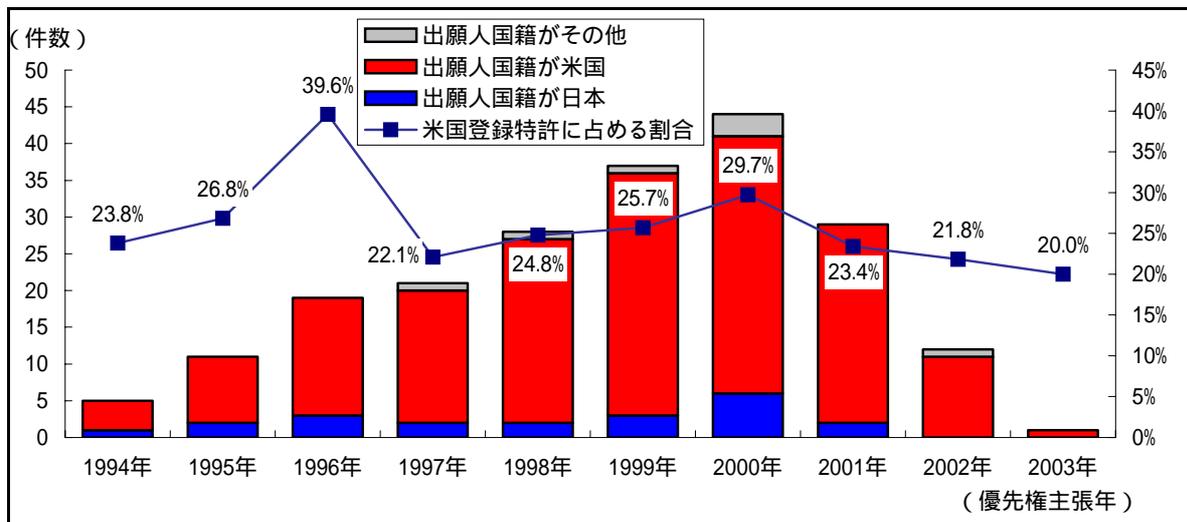


図11 米国登録特許に占めるプログラムに関する特許の割合と出願人国籍分布

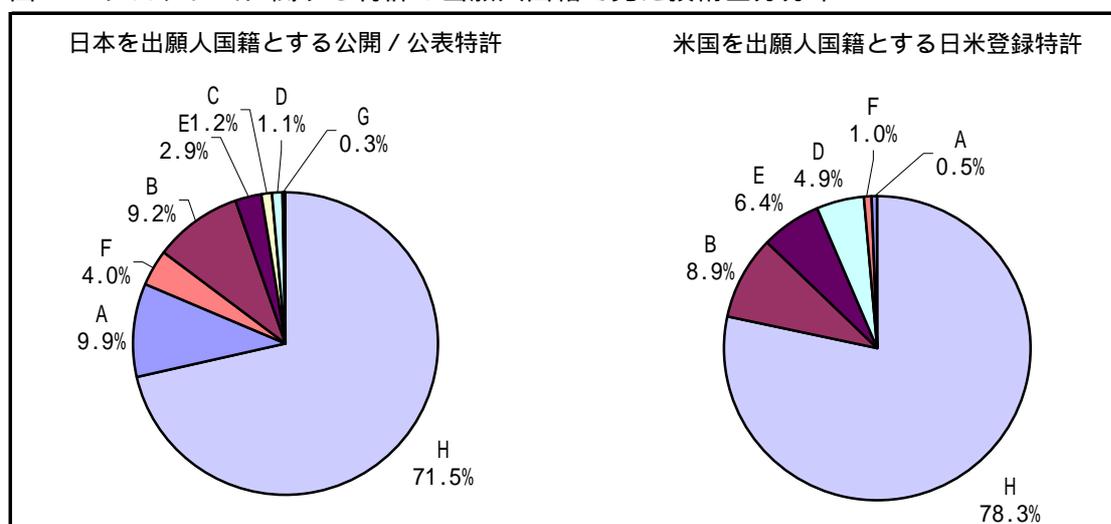


米国の登録特許においては、プログラムに関する特許の登録特許にしめる割合は1996年に一端ピークを迎えたものの、98年以降じりじりと増加傾向にある。直近の2002年、2003年の出願分もすでにかかなりの件数が現れており、今後さらに増加すると予想される。

さらに日本は、公開／公表特許、登録特許のいずれを見ても増加を続けていることがわかる。

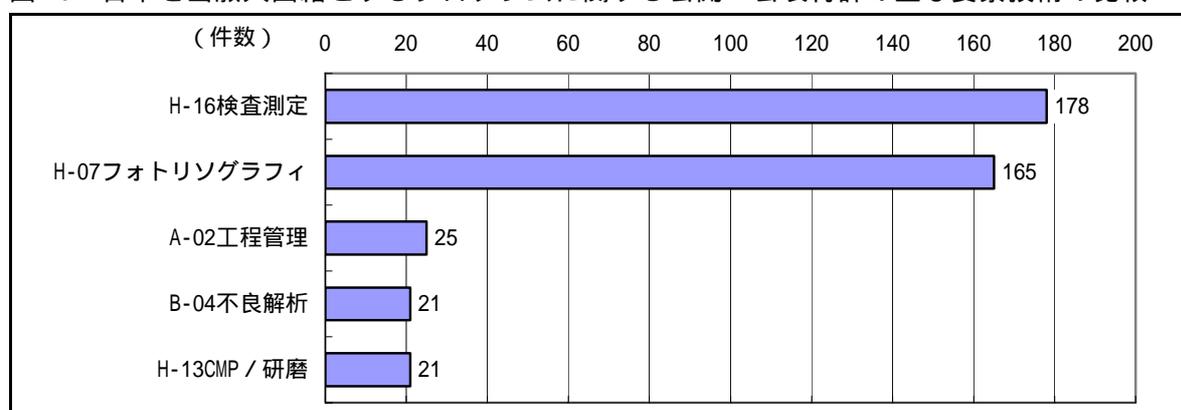
日本を出願人国籍とするプログラムに関する公開／公表特許の技術区分別分布及び米国を出願人国籍とする登録特許の技術区分別分布を図12に示す。それぞれの母集団と比較すると日米ともに単体製造装置プロセス管理技術が大幅に増加し、品質管理技術も増加した。一方、日本の特徴であった搬送技術はプログラム特許としては比率は低下している。

図12 プログラムに関する特許の出願人国籍で見た技術区分別分布



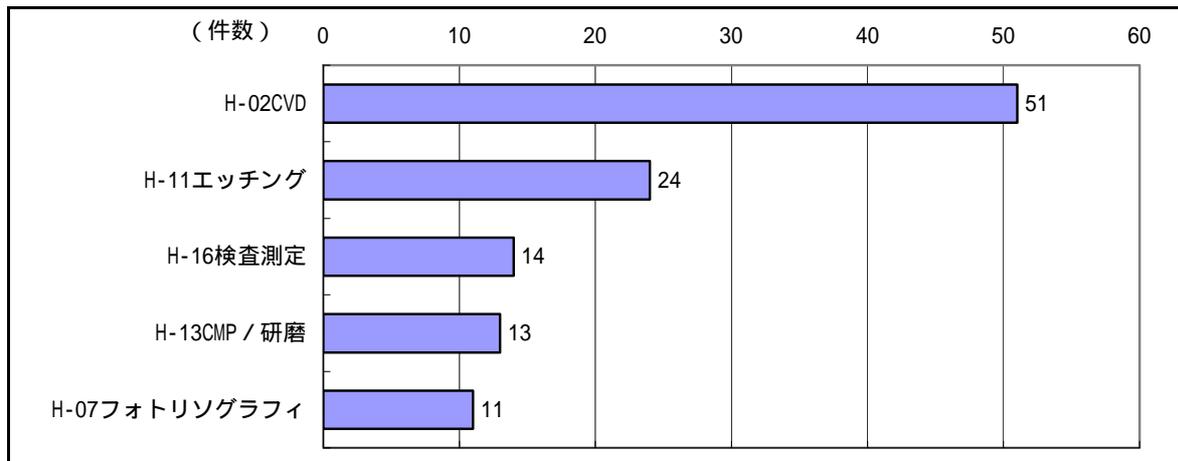
プログラムに関する特許に含まれる主要要素技術を図13、図14に示す。特許を出願している日米の半導体製造装置メーカーの得意とする分野の違いが表れていると見られる。

図13 日本を出願人国籍とするプログラムに関する公開／公表特許の主要要素技術の比較



注：日本公開／公表特許から抽出。

図 14 米国を出願人国籍とするプログラムに関する登録特許の主要要素技術の比較



注：日米の登録特許から抽出。

第 2 節 レシピに関する特許

プログラムに関する特許のうち、注目すべき特許として、レシピに関するものを抽出している。

レシピに関する特許は、日本公開 / 公表特許ではプログラムに関する特許 926 件のうち 155 件、米国登録特許ではプログラムに関する特許 207 件のうち 46 件となっている。図 15、図 16 に示したように、日米ともにプログラム特許の増加傾向に符合してレシピ特許も増加傾向にある。

表 8 レシピに関する特許の出願年別推移

優先権主張年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	合計
日本公開 / 公表特許	3	2	10	15	20	24	34	26	17	4	155
出願人国籍 日本	2	2	8	11	17	16	12	25	15	4	112
出願人国籍 米国	1	0	2	4	2	8	22	0	2	0	41
出願人国籍 英国	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
出願人国籍 韓国	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
米国登録特許	0	1	2	3	8	9	8	11	3	1	46
出願人国籍 米国	0	1	2	3	8	7	8	10	3	1	43
出願人国籍 日本	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
出願人国籍 フランス	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

図 15 日本公開特許におけるレシピに関する特許の出願年別推移

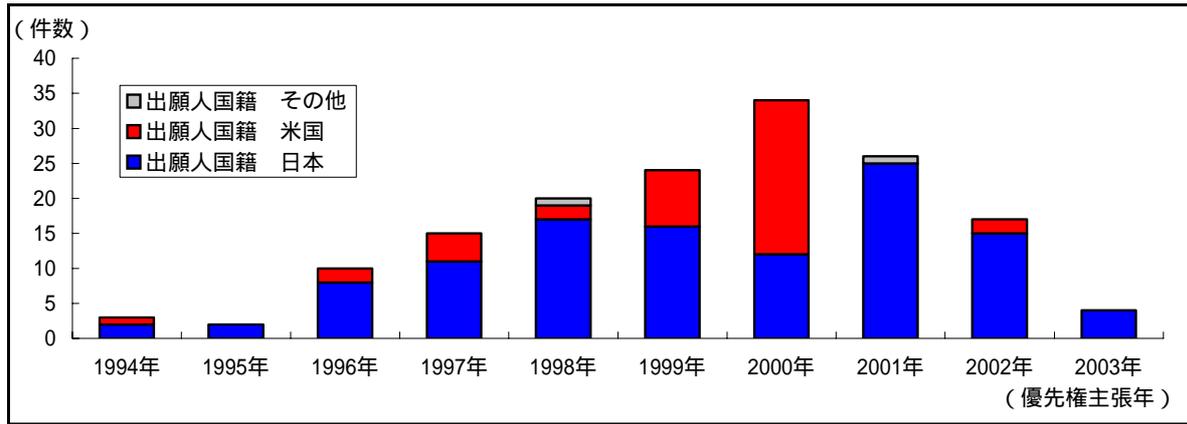
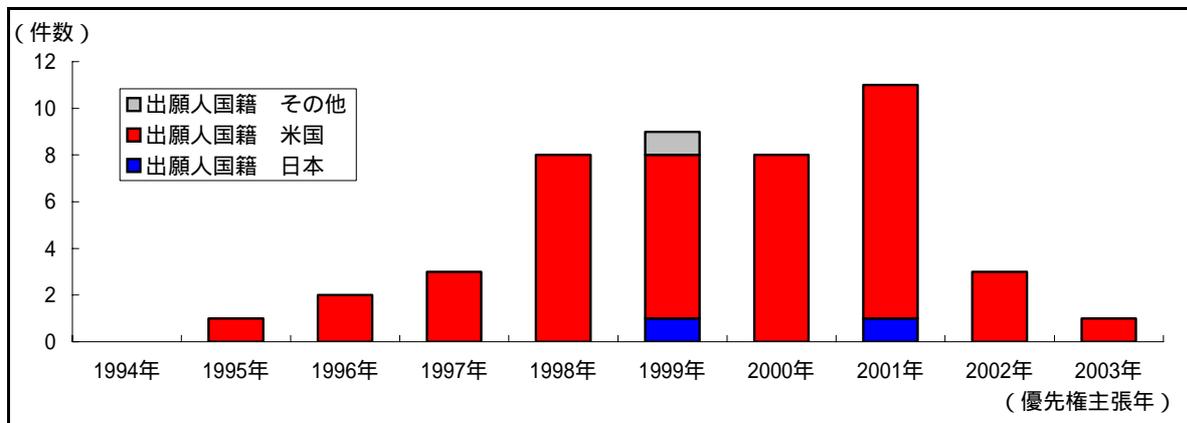
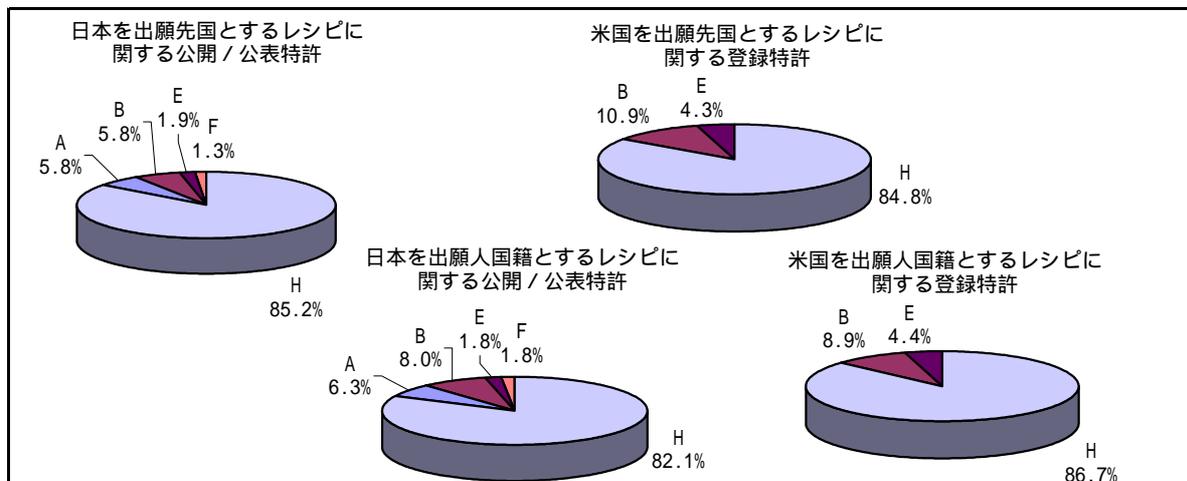


図 16 米国登録特許におけるレシピに関する特許の出願年別推移



レシピに関する特許の技術区分別分布は以下のとおりである。ほとんどが単体製造装置プロセス管理技術 / 装置レシピの技術区分となっている。

図 17 レシピに関する特許の出願先国別技術区分と日米の出願人国籍で見た技術区分分布



第3節 イールドに関する特許

今回の調査では、注目したキーワードとして“イールド”があり、これについても特許を抽出して動向を調査した。

日本公開/公表特許 4663 件のうち“イールドあるいは歩留”というキーワードが含まれる特許件数は 214 件。米国登録特許では“Yield”を含む特許は 794 件中 65 件であった。

表 9 日本を出願先国とする公開/公表特許の出願人国籍別出願件数推移

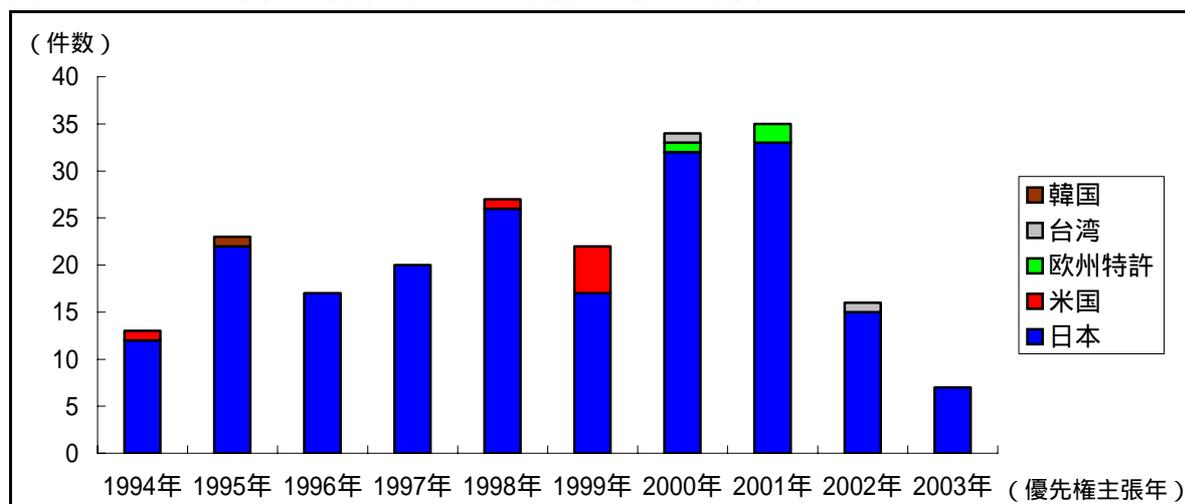
優先権主張年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	合計
欧州特許	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3
韓国	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
台湾	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
日本	12	22	17	20	26	17	32	33	15	7	201
米国	1	0	0	0	1	5	0	0	0	0	7
合計	13	23	17	20	27	22	34	35	16	7	214

注：便宜上、優先出願国を出願人国籍としているため、欧州特許庁 European Patent Office(EPO)への出願を優先出願としている特許については、出願人国籍を欧州特許と表記している。

表 10 米国を出願先国とする登録特許の出願人国籍別出願件数推移

優先権主張年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	合計
韓国	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
台湾	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
日本	1	2	2	0	2	0	2	3	0	0	12
米国	1	4	2	5	7	12	6	9	4	0	50
合計	2	6	4	6	10	13	8	12	4	0	65

図 18 イールドに関する日本公開/公表特許の出願年別推移



注：便宜上、優先出願国を出願人国籍としているため、欧州特許庁 European Patent Office(EPO)への出願を優先出願としている特許については、出願人国籍を欧州特許と表記している。

図 19 イールドに関する米国登録特許の出願年別推移

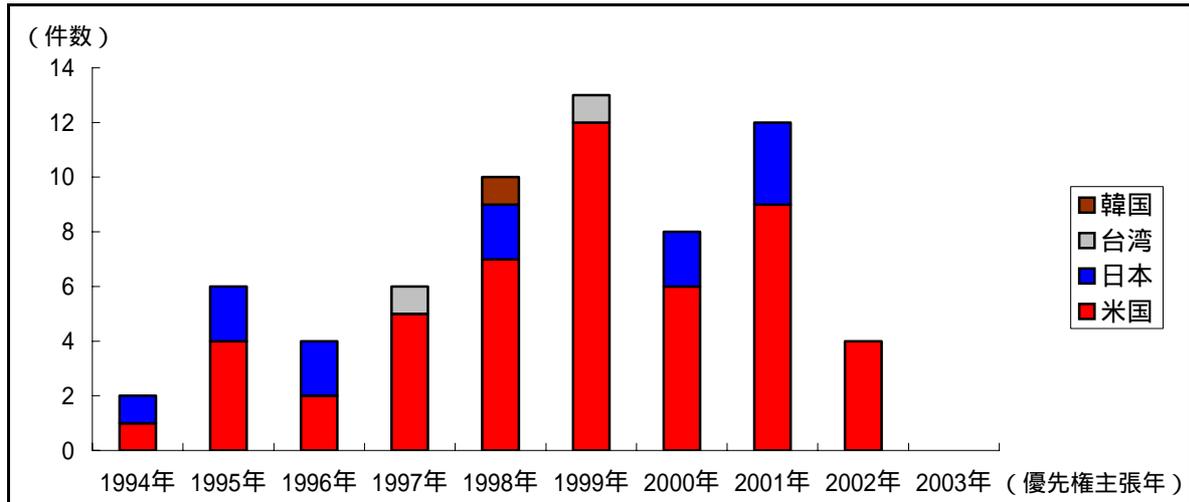
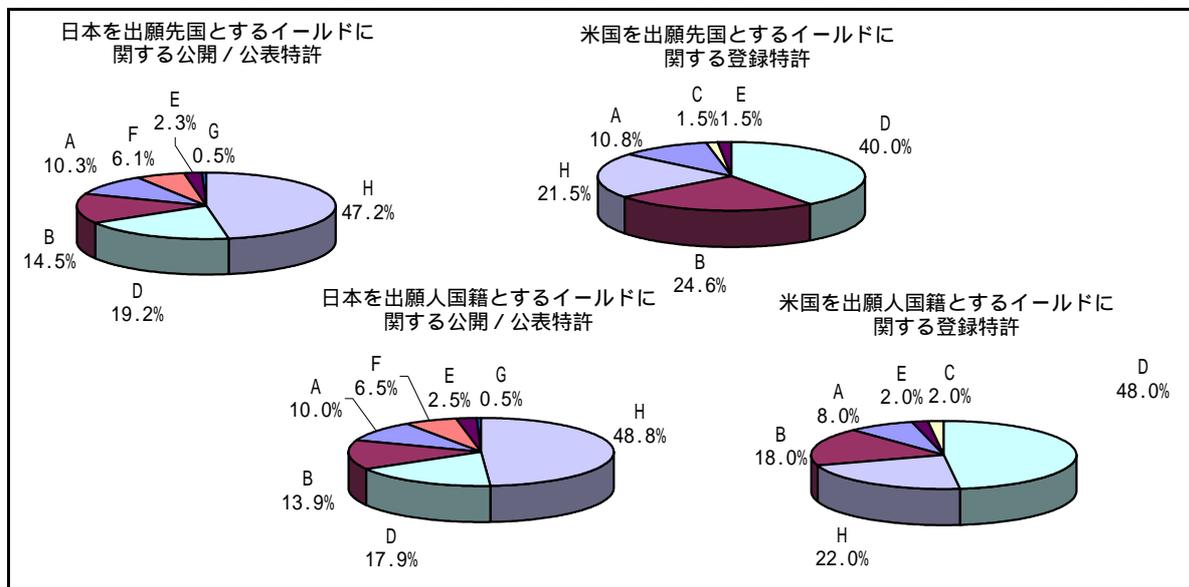


図 20 イールドに関する特許の出願先国別技術区分と日米の出願人国籍で見た技術区分分布



イールドに関する特許に含まれる主要要素技術を図 22、図 23 に示す。日本の特許出願人は半導体メーカーが大半で（図 21 参照）、比較的幅広い要素技術について出願が見られる。

図 21 イールドに関する日本公開/公表特許の上位出願人

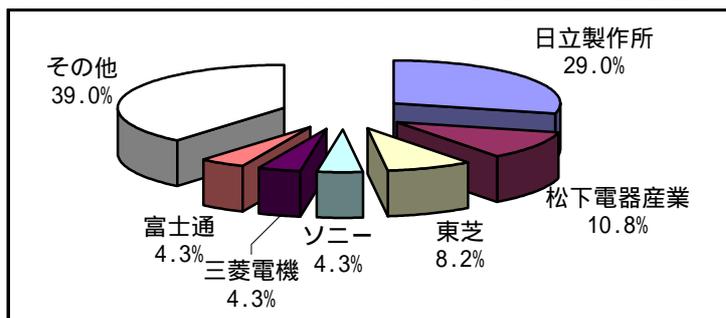


図 22 日本を出願人国籍とするイールドに関する公開 / 公表特許特許の主な要素技術の比較

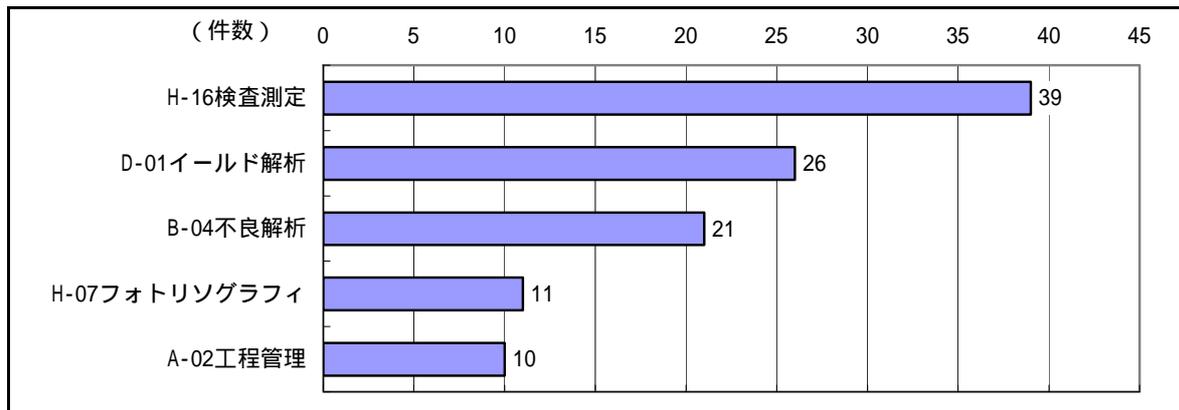
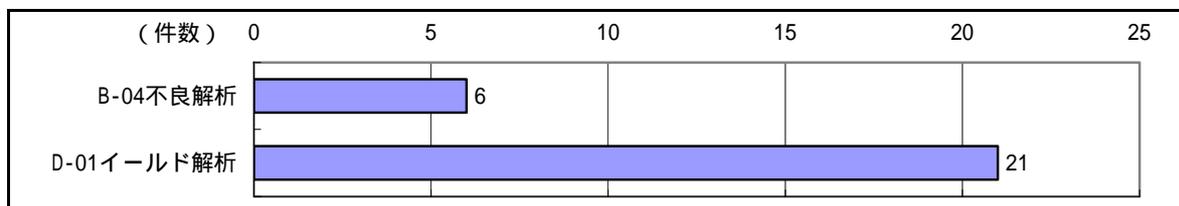


図 23 米国を出願人国籍とするイールドに関する登録特許特許の主な要素技術の比較



第 3 章 半導体製造装置プロセス管理技術のリーダー

第 1 節 特許の上位出願人

本テーマの調査期間の特許出願人を調べた結果を示す。

図 24 は日本を出願先国とする公開 / 公表特許 4663 件の出願人（機関）、図 25 は米国を出願先国とする登録特許 794 件の出願人（機関）である。日米とも有力な半導体メーカーや製造装置メーカーが上位を占めているが、特に AMAT やキャノンは日米ともに上位にランクされ、本テーマにおける特許出願に積極性がうかがえる。

図 24 日本を出願先国とする出願件数に占める上位機関の構成比

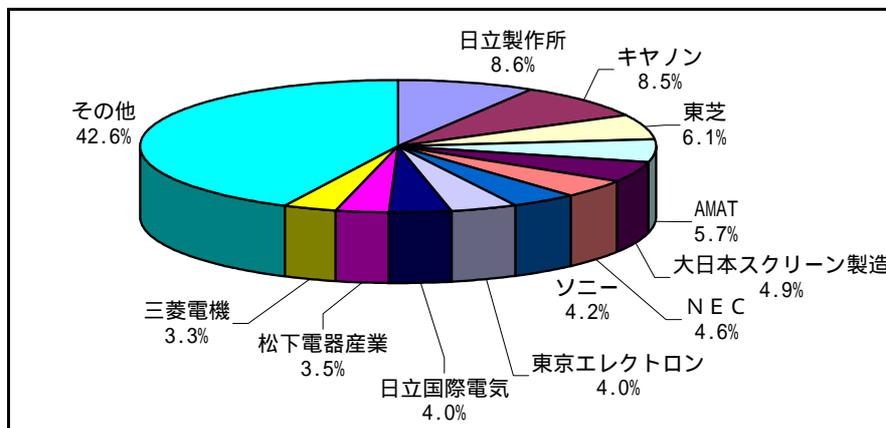
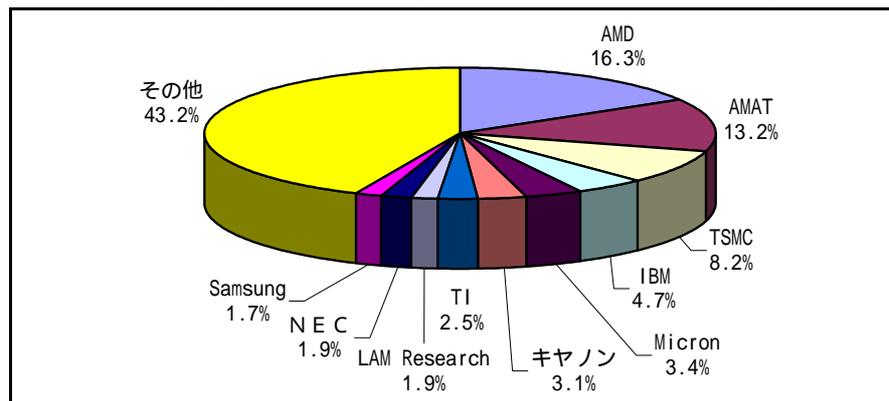


図 25 米国を出願先国とする出願件数に占める上位機関の構成比



第 2 節 大学 / 研究機関 / ベンチャーの出願人動向

1. 大学の出願人動向

本テーマである「半導体製造装置プロセス管理技術」については、生産現場と密接に関わる技術でもあり、半導体製造メーカーおよび半導体製造装置メーカーが中心で、大学による出願はほとんどない。

日本の公開 / 公表特許においては、大学からの出願は 20 件と極めて少なく、同一機関あるいは個人で 2 件以上のものは以下の 2 つしかない。また、個人出願はすべて企業等との共同出願となっている。企業との共同研究は 20 件中 8 件ある。

米国の登録特許においては、大学からの出願は 794 件中わずか 2 件と皆無に等しい。

表 11 日本を出願先国とする公開 / 公表特許の大学による出願（2 件以上のもの）

出願人（敬称略）	件数
コロンビア大学	3
大見忠弘(東北大学) *1、*2	2

注：*1 日本酸素と共同出願 *2 ウルトラクリーンテクノロジー開発研究所と共同出願

2. 研究機関の出願人動向

研究機関も極めて少ない。なお、日本の公開 / 公表特許では、民間の研究を目的とする企業である株式会社半導体先端テクノロジーズ (Selete) が 20 件、株式会社半導体エネルギー研究所が 15 件ある（両社とも共同出願を含む）。一方、米国の登録特許は一層少なく、シンガポールの研究機関である Institute of Microelectronics (IME) が 2 件とトップとなっている。

表 12 日本を出願先国とする公開 / 公表特許の研究機関による出願件数

出願人	件数	出願人	件数
科学技術振興機構	9	北九州産業学術推進機構	1
工業技術研究院(台湾)	3	熊本テクノポリス財団	1
産業技術総合研究所(AIST)	3	理化学研究所	1
科学技術庁	1	合計	19

3. ベンチャーの出願人動向

この分野ではベンチャー企業の出願も少ない。なお、ベンチャーの定義は必ずしも明確でないが、ここでは大学発ベンチャー(大学の特許や研究成果を事業化する起業、大学教員や学生による起業、大学やTLOが出資した起業)、スピノフベンチャー(企業に眠る有望な資源を既存組織から切り離す起業)および経済産業省・地方自治体などのベンチャー振興施策の対象企業をベンチャーとして取り上げた。

日本に4件、米国に1件出願しているファブソリューションは、NECからのスピノフベンチャーとして知られる。日本に4件、米国に2件出願しているPDF Solutionsは、米国カーネギーメロン大学からの大学発ベンチャーとして知られる。

表 13 日本を出願先国とする公開 / 公表特許のベンチャーによる出願件数

出願人	件数	備考
ファブソリューション	4	NECからのスピノフベンチャー
PDF Solutions	4	大学発ベンチャー(Carnegie Mellon Univ.)
ウルトラクリーンテクノロジー開発研究所	1	大学発の技術の事業化
つくばセミテクノロジー	1	いばらきベンチャー企業育成ファンド
ナノジオメトリ研究所	1	神奈川県創造的中小企業振興事業

表 14 米国を出願先国とする登録特許のベンチャーによる登録件数

出願人	件数	備考
PDF Solutions	2	大学発ベンチャー(Carnegie Mellon Univ.)
ファブソリューション	1	NECからのスピノフベンチャー

第3節 詳細分析における特許出願人別分析

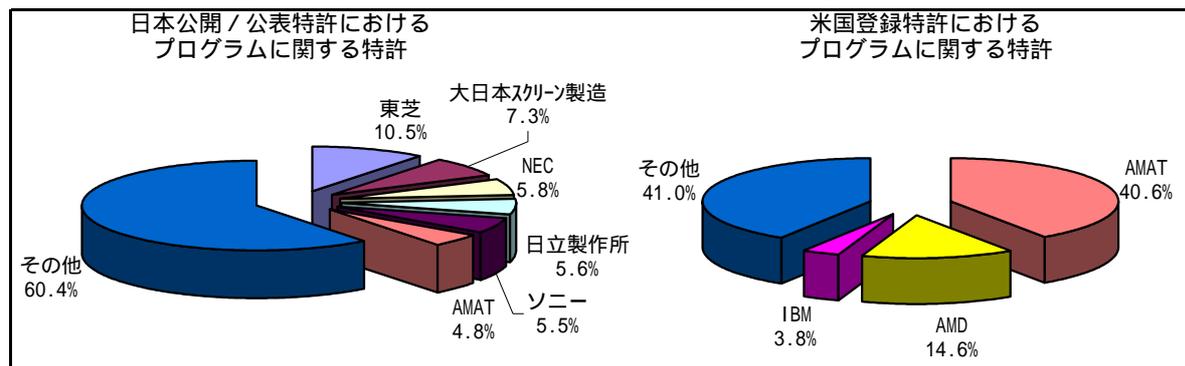
本テーマでは詳細分析として、プログラムに関する特許、レシピに関する特許、イーロードに関する特許などを抽出して、動向分析を行なっているが、それぞれの分析で判明した特許出願人について日米で大きな特徴が見られた。

1. プログラムに関する特許の出願人別上位ランキング

日本の公開／公表特許においては、プロセス管理技術全体では最上位にいた日立、キヤノンに代わって東芝、大日本スクリーン製造が上位に上がってきている。また、米国登録特許で圧倒的に多数の出願件数を有するアプライドマテリアルズ(AMAT)社も6位になっている。

米国の登録特許においては、アプライドマテリアルズ社(AMAT)とアドバンスド・マイクロ・デバイセズ社(AMD)が突出しており、この2社で50%を超える。プロセス管理技術全体では上位にいたTSMCは、プログラム特許はほとんどない。

図 26 プログラムに関する特許の日米における上位人出願人の比較



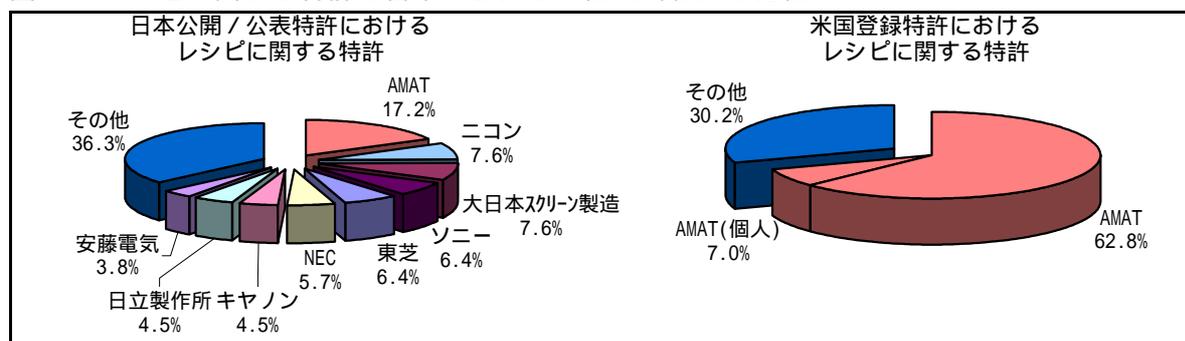
2. レシピに関する特許の出願人

レシピに関する日本公開／公表特許では、アプライドマテリアルズ社(AMAT)が27件でトップとなっている。2位のニコン、大日本スクリーン製造は12件ずつでアプライドマテリアルズの半分の件数にも及んでいない。

米国登録特許では、機関数はわずか10機関であり、個人出願の3件もアプライドマテリアルズ社(AMAT)に所属していることから、同社が実質7割を占めている。

このように、レシピに関する特許では、アプライドマテリアルズ社(AMAT)の出願が圧倒的に多いことがわかる。

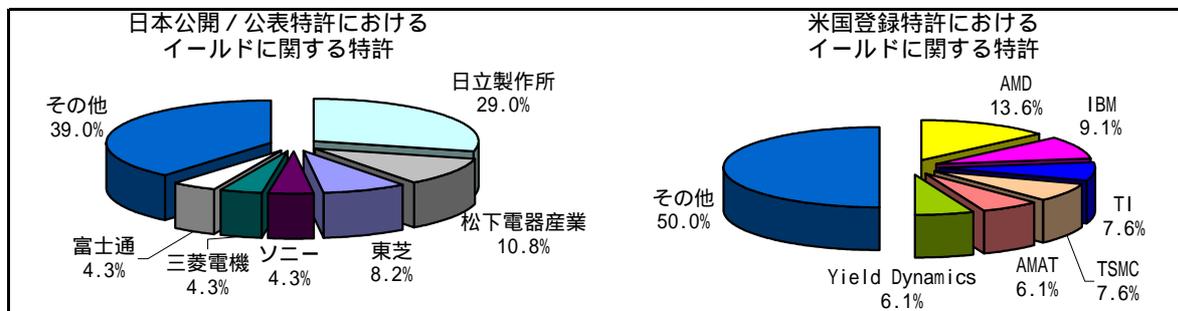
図 27 レシピに関する特許の日米における上位人出願人の比較



3. イールドに関する特許の出願人

日本の出願人は半導体メーカーに集中しているのに対して、米国では新興のイールドマネジメント企業を含むさまざまな種類の出願人が登場している。

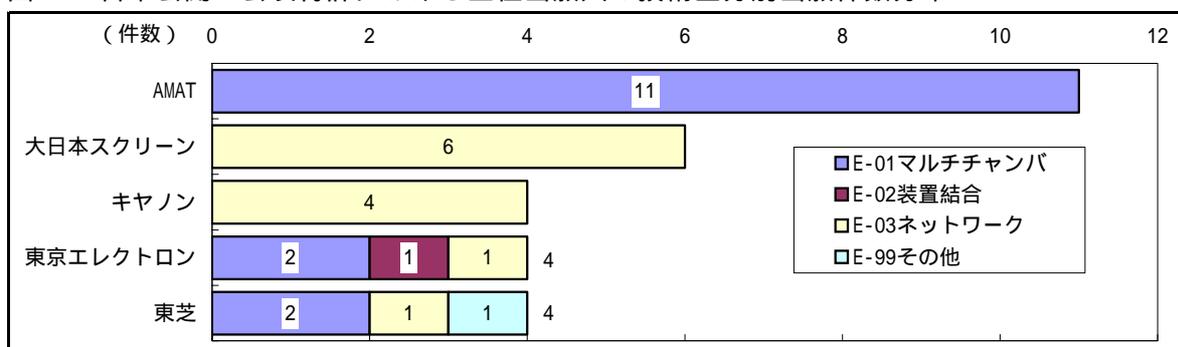
図 28 イールドに関する特許の日米における上位出願人の比較



4. 複数製造装置プロセス管理技術に関する特許の出願人

この節の最後に、イールドを除く他の詳細分析項目（プログラム、レシピ）に横断する形で含まれる重要な要素技術である複数製造措置プロセス管理技術について、主要な出願人を掲げる。他の分析と同様にアプライドマテリアルズ（AMAT）社の突出が見て取れる。

図 29 日本公開 / 公表特許における上位出願人の技術区分別出願件数分布



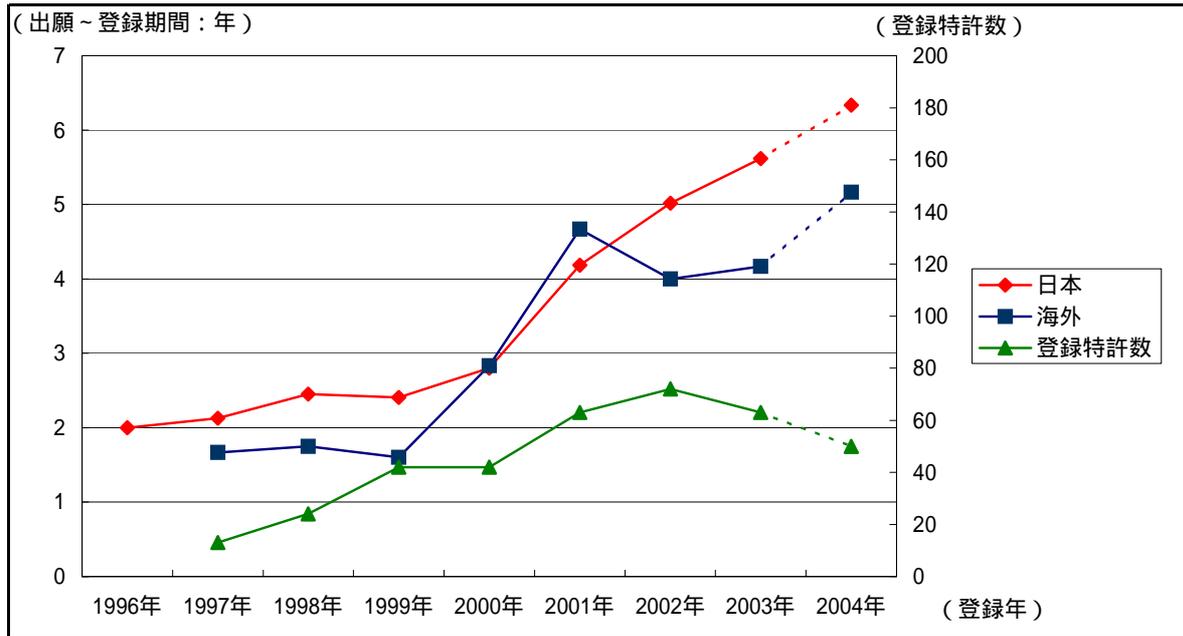
第 4 節 特許出願から登録までの期間に関する考察

特許による保護を得るために、特許出願から特許取得までの所要期間を短くすることが、原則的には望ましい。しかしながら、日本における特許取得に要する期間は半導体分野の一般的な技術のサイクルと比較しても長い。

企業によっては、意図的に特許取得のタイミングを制御することもあり得るが、平均的に特許化が遅いのは、半導体技術の技術進展のスピードを考慮すると、望ましい傾向ではない。

できるだけ早期に特許化して、特許化した技術を積極的に活用することが企業にとっても、また、技術普及という特許制度の趣旨からも望ましいことであり、今後の日本出願人の特許取得のスピードに対する戦略性が求められる。

図 30 日本特許：特許出願～登録期間（日本出願人、外国出願人）



注：2004年のデータは、2004.11.27調査時のデータ

第5節 標準化の動向

半導体製造技術全般の標準化は、主に米国 SEMI (Semiconductor Equipment and Materials International) などの工業会団体において進められているが、半導体製造プロセス管理技術に関するものは90年代中頃までは少なかった。

高度な技術と多額の投資が必要な300mm製造ラインでは、技術面からも投資効率の面からも標準化の必要性が高く、SEMI、International Sematech (I3001)、Seleteなどが国際的に協調して標準化を進めてきた。それに牽引されて、従来の製造装置についても標準化が盛んになった。中でも、複数の製造装置間を結ぶインタフェース部分は、製造装置ユーザ（半導体メーカ）にとっても製造装置メーカにとっても統一のメリットが大きい。

ハードウェアでは、FOUP (Front Opening Unified Pod) などの搬送ポッドの標準化や、クラスタツール・モジュール間のインタフェースの標準化などが盛んに進められてきた。また、90年代末からは装置のコンピュータ化、自動化の進展とともに製造装置ソフトウェアの重要性が認識されるようになり、通信やデータ処理、ジョブ管理などのソフトウェアの標準化が急速に進んでいる。

このうち、搬送ポッド標準については、関連特許の存在が知られている。

まず、SMIF (Standard Mechanical Interface) の基本特許として、米国 HP 社が1983年に出願した US4532970 などが知られている。SMIF を製品化するとともに業界標準として普及を推進したのは、1984年に創立されたスタートアップ企業の米国 Asyst 社であった。Asyst 社でも、HP 社に続いて SMIF に関する複数の基本特許を出願している。

一方、1990年代の中頃には、SMIF と同様の搬送ポッドにおける新しい業界標準として、FOUP

が提唱された。FOUP はドイツ Jenoptik 社の発明によるもので、基本特許として 1994 年に
出願された DE4425208 などがある。FOUP の開発元の Jenoptik 社は、保有特許とともに 1999
年に米国 Brooks Automation 社に買収されたため、現在 FOUP に関するライセンスは Brooks
Automation 社が行っている。

SMIF、FOUP はともに米国 SEMI で標準化が進められ、SMIF は 150mm～200mm ウェーハ、FOUP
は 300mm ウェーハまでの SEMI Standard として標準化されている。

SMIF、FOUP に関する関連特許の概要を表 15、16 に示す。

表 15 SMIF の関連特許

特許番号	出願年	出願人	名称
US4532970	1983	HP	Particle-Free Dockable Interface for Integrated Circuit Processing
US4534389	1984	HP	Interlocking Door Latch for Dockable Interface for Integrated Circuit Processing
US4674939	1984	Asyst	Sealed Standard Interface Apparatus
US4674936	1985	Asyst	Short Arm Manipulator for Standard Mechanical Interface Apparatus
US4676709	1985	Asyst	Long Arm Manipulator for Standard Mechanical Interface Apparatus
US4724874	1986	Asyst	Sealable Transportable Container Having a Particle Filtering System

表 16 FOUP の関連特許

特許番号	出願年	出願人	名称
DE4425208	1994	Jenoptik	Einrichtung zur Kopplung von Be- und Entladegeräten mit Halbleiterbearbeitungsmaschinen
US565586	1995	Jenoptik	Device for Coupling Loading and Unloading Devices with Semiconductor Processing Machines
JP8046011	1995	Jenoptik	移載装置を半導体加工装置に連結する装置

注：基礎出願は DE4425208。US56586 と JP8046011 はそれに基づく優先権出張出願。

つぎに SEMI における半導体製造装置プロセス管理技術に関する標準化動向について示す。

本調査のテーマである半導体製造装置プロセス管理技術の中で、搬送技術、通信技術や装
置管理技術は、複数製造装置間のインタフェースや製造装置のインテグレーションを実現す
る上で重要である。SEMI でもこれらの分野の標準化を重点的に進めており、各製造装置メー
カでも SEMI スタンドへの対応を進めている。概要を、表 17～18 と図 31 に示す。

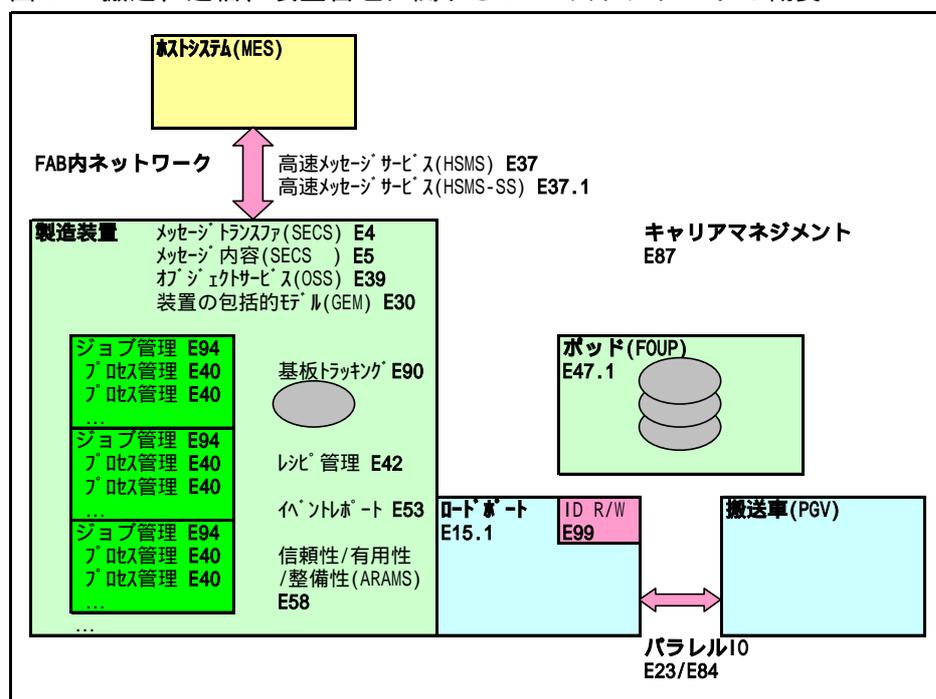
表 17 搬送、通信、装置管理に関する SEMI スタンドの概要（ハードウェア）

番号	内容
E10	製造装置の信頼性/有用性/整備性（RAM）
E15	ツールロードポート仕様
E15.1	300mm 装置ロードポート
E19.4	200mm ウェーハ標準メカニカルインタフェース（SMIF）
E20～E22、E24～E26	クラスタツールモジュールインタフェース
E23	パラレル I/O インタフェース（ハード/ソフト）
E47.1	300mm ウェーハ用ボックス/ポッド（FOUP）
E84	拡張パラレル I/O インタフェース（ハード/ソフト）

表 18 搬送、通信、装置管理に関する SEMI スタンドの概要 (ソフトウェア)

番号	内容
E4	通信スタンダード 1、メッセージトランスファ (SECS-)
E5	通信スタンダード 2、メッセージ内容 (SECS-)
E23	パラレル I/O インタフェース (ハード/ソフト)
E30	通信およびコントロールのための包括的モデル (GEM)
E37	高速 SECS メッセージサービス (HSMS)
E37.1	高速 SECS メッセージサービス (HSMS-SS)
E38	クラスタツールモジュール通信 (CTMC)
E39	オブジェクトサービススタンダード (OSS)
E40	プロセス管理スタンダード (PM)
E41	例外処理スタンダード (EM)
E42	レシピ管理スタンダード (RMS)
E53	イベントレポート
E54	センサ/アクチュエータネットワーク (SAN)
E58	自動化による信頼性/有用性/整備性 (ARAMS)
E84	拡張パラレル I/O インタフェース (ハード/ソフト)
E87	キャリア管理仕様 (CMS)
E90	基板トラッキング仕様
E94	コントロールジョブ管理暫定仕様
E99	キャリア ID リーダ/ライタ機能

図 31 搬送、通信、装置管理に関する SEMI スタンドの概要



第4章 研究論文の動向と注目出願人の動向

第1節 研究論文の動向

半導体製造装置プロセス管理技術は、広く半導体製造技術のなかに含まれて扱われてきたため、特に専門の学会はないが、従来から半導体製造国際シンポジウム（ISSM）では半導体製造装置プロセス管理技術に関する発表があるため、調査を行なった。その結果、1999年から2004年までの6年間で合計704件の研究発表があったうち、半導体製造装置プロセス管理技術は204件もあり、順調に増加傾向にあることが明らかとなった（図32参照）。各研究発表論文の第1著者の所属先所在地を見ると表19のようになり、日本、米国、台湾に集中していることがわかった。また、中国は参加して日が浅いものの全体で9件の発表のうち、5件が半導体製造装置プロセス管理技術に関するもので、今後が注目される。

図32 ISSMにおける研究発表論文に占める半導体製造装置プロセス管理技術論文の割合

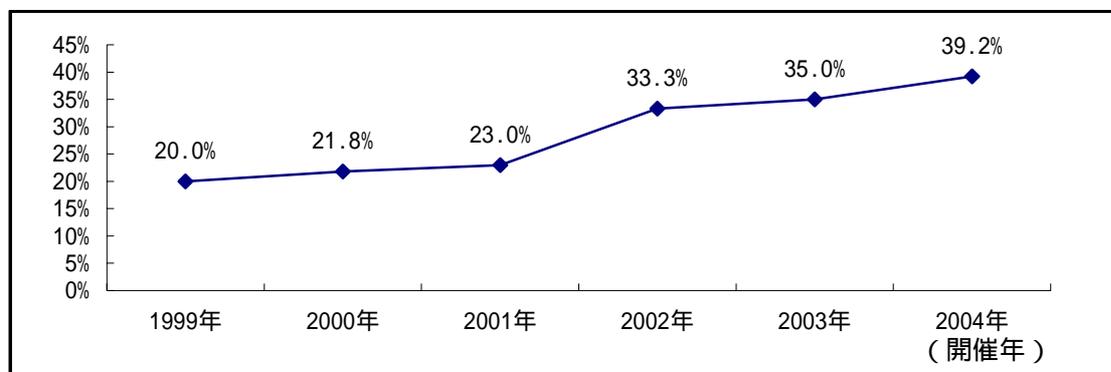


表19 半導体製造装置プロセス管理技術発表論文の第1著者の所属先所在地別発表件数

	(件数)						
	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	合計
アイルランド				1	1		2
イスラエル			1				1
オーストリア						1	1
オランダ	1		1		1		3
カナダ						1	1
韓国					1	2	3
シンガポール			1				1
台湾	3	6	5	14	10	5	43
中国					3	2	5
ドイツ	2	1	1	1	1	3	9
日本	7	9	12	13	8	20	69
フランス						1	1
米国	9	8	7	10	15	14	63
マレーシア					1		1
メキシコ					1		1
合計数	22	24	28	39	42	49	204

つぎに、ISSM 研究発表論文の 6 年間合計での技術区分別分布を図 33 に、また、発表件数上位の要素技術を図 34 に示す。特許と異なり各区分ともコンスタントに論文が出ているが、要素技術ではイールド解析と生産効率化に関するものが群を抜いており、研究活動の活発なことがうかがえる（両要素技術とも近年発表が増加する傾向が見られる）。

図 33 ISSM 研究発表論文 204 件の技術区分別分布

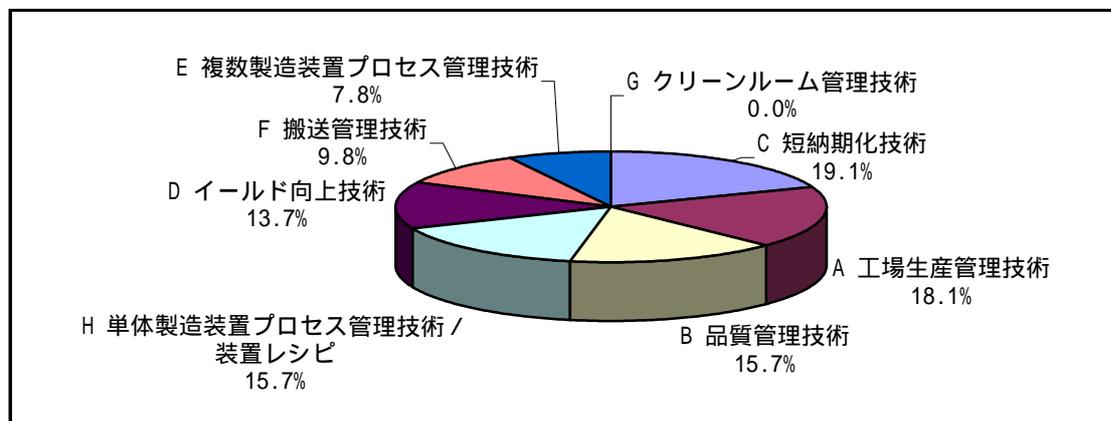
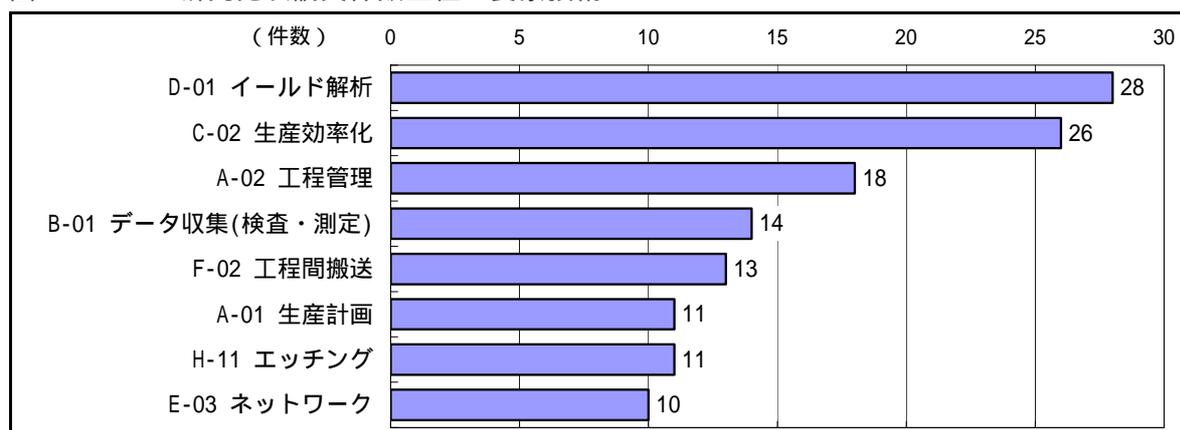


図 34 ISSM 研究発表論文件数上位の要素技術



特に台湾からは TSMC を筆頭にイールド解析や生産効率化に関する論文が多く(台湾からの全発表件数の 48% が半導体製造装置プロセス管理技術)、今後も注目される。また、発表件数トップのインテルは生産効率化や工程間搬送(この要素技術では半分以上)で多くの論文発表が見られる。

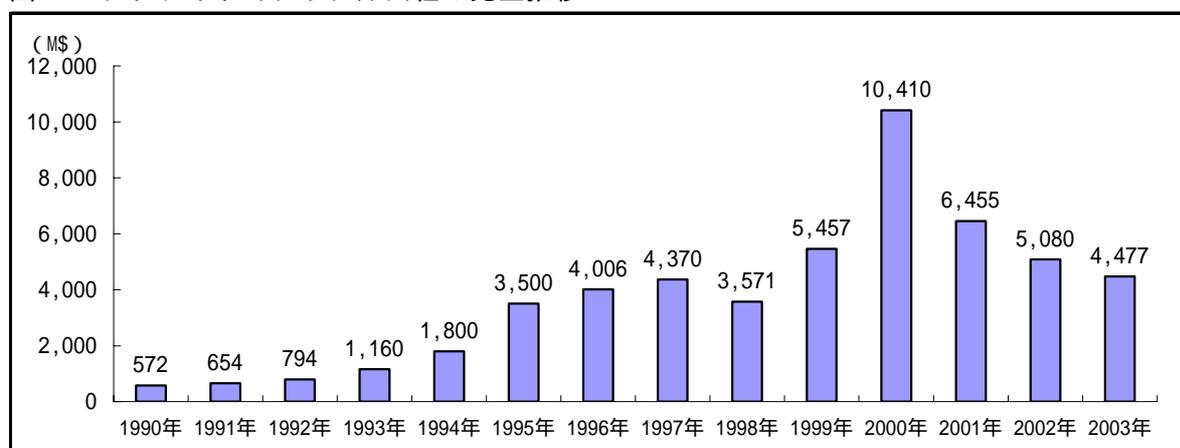
日本は、半導体製造装置プロセス管理技術に関する論文の総件数ではトップであるものの、ISSM の全発表件数に占める半導体製造装置プロセス管理技術に関する論文の割合は 22% で台湾、米国より低調である。

- ISSM における半導体製造装置プロセス管理技術に関する論文発表上位機関 -
- 1 位 : Intel (23 件) 2 位 : TSMC (17 件) 3 位 : Spansion (11 位)
- 4 位 : Macronix (10 件) 4 位 : 国立台湾大学 (10 件)

第 2 節 注目出願人の動向

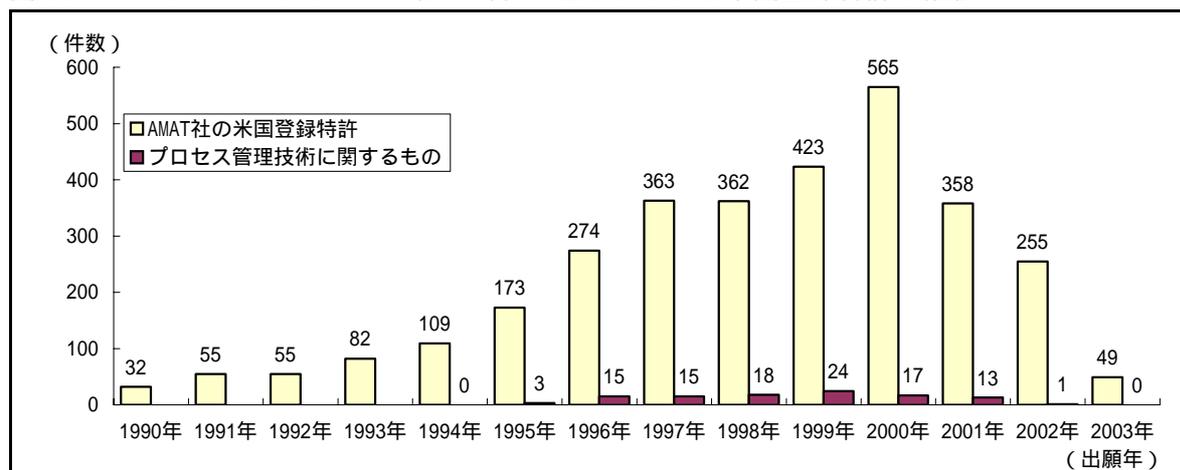
特許動向分析において本テーマにおける重要な出願人であるアプライドマテリアルズ社について、その売上推移と米国登録特許の出願年推移を以下に比較した。なお、参考として今回調査対象となっている期間について、本テーマである半導体製造装置プロセス管理技術全技術区分に関する特許の合計の推移も加えてある。これを見ると、売上の伸びにつれて出願件数も増加していることが見て取れるが、1996年から1999年にかけては売上の伸び以上に特許出願件数が伸びていることがわかる。また、この時期がプロセス管理技術に関する出願が出てきた時期と一致していることも特徴的である。

図 35 アプライドマテリアルズ社の売上推移



注：2002年まで暦年ベース。2003年は会計年度（2002年11月から2003年10月末）

図 36 アプライドマテリアルズ社が出願人となっている米国登録特許の推移



注：AMAT社の米国登録特許の件数は米国特許商標庁データベースを使用し、検索式として、AN/("Applied Materials") and APD/1/1/1990->12/31/1990を基本に1年づつ2003年まで繰り返した結果である（検索日：2005年3月3日）

第5章 注目される市場の動向

イールドマネジメントをビジネスとして展開するという動きは、近年になって活発になってきている。歩留り向上のためのノウハウがビジネスとして展開できるようになってきた背景には、膨大なデータ量を高速処理できる計算機技術の発展と In-Situ でのモニタリング技術の向上があげられる。

装置シミュレーションにおいては、物理・化学的なモデルをベースとする必要があり、しかも、複数の物理現象が組み合わさって実際のプロセス反応が進行するため、それらの物理・化学反応の膨大な量の情報を高速かつ並列に、極めて多量の計算を必要とする高度な数値的解析手法を用いて瞬時に処理していく必要がある。

その一方で、歩留向上と短納期化の促進を図るためには、莫大な費用と労力をかけて実験・実測を繰り返していたのでは追いつかず、装置シミュレーション技術の利用がより重要となってくる。

そして近年、計算機技術の能力が著しく向上してきたことから、In-Situ でのモニタリング技術の向上とあいまって、装置シミュレーション技術が進展してきている。しかも計算機の能力向上はデータの蓄積を容易にし、これらのノウハウを“ソフトウェア”としてビジネス化する素地を生み出したといえる。

以下にイールドマネジメントを専業とする企業の売上と主要顧客を示す。

表 20 イールドマネジメントを専業とする企業の主要顧客

(千ドル)

企業名	売上 (2003年)	主要顧客
HPL Technologies, Inc.	12,701	
iSEMICON, Inc.	NA	三星電子、Anam半導体(韓国)、TSMC
Mirero Inc.	NA	三星電子、三星SDI、三星電子部品、LG電子、LGセミコン(現ハイニックス)、LG電子、LG化学、現代電子(現ハイニックス)、Anan半導体、三和コンデンサ、等の韓国企業。
PDF Solutions, Inc.	42,526	東芝、ソニー、松下電器、エプソン
Yield Dynamics, Inc.	NA	AMD、ザイリンクス、NS、マイクロン、サイプレス、Spansion、コネクサント、フィリップス、東芝、シャープ、NEC、沖電気、TSMC等
Syntricity, Inc.	NA	Agilent、AMCC、Atheros、Atmel、Broadcom、Cirrus Logic、Cisco Systems、Conexant、Cymer、eSilicon、Genesis Microchip、Legerity、Lexmark、Mindspeed、Motorola、Peregrine Semiconductor、Prominent Communications、Qlogic、Qualcomm、RF Micro Devices、SemTech、Sharp、Sigmatel、Silicon Laboratories、Silicon Wave、Skyworks Solutions、Sun Microsystems、Tundra

第6章 分析結果と提言

第1節 分析結果

本テーマの調査分析結果の要点を表21に示す。

表21 調査分析結果の要点

特許動向分析	
1)	レシピ特許を含むプログラム特許では、日米での出願人分布は大きな違いがある。米国登録特許では、アプライドマテリアルズ社（AMAT）、アドバンストマイクロデバイス社（AMD）の上位2社でプログラム特許全体の55.2%を占めており、この2社は明らかに戦略的に特許を取得していると思われるのに対して、日本は大手半導体メーカーや製造装置メーカーが、横並びで特許出願しているように見られる。東芝や大日本スクリーン製造はプログラム特許出願に関しては積極性がうかがえるが、AMATのようにレシピに集中するといった戦略性はまだ見られない。
2)	レシピ特許は1996年から急に増加している。特に日本で顕著。米国では1996年以降緩やかに増加傾向にある。レシピ特許の大半は、AMAT社によって出願されている。日本への出願、米国への出願の双方に共通した傾向である。
3)	早い時期からレシピ特許を多く出願しているのはAMAT社であるが、その後日本企業も含め多方面から出願がなされるようになったものの、AMAT社のように大量に出願している企業は他に見当たらない（図27参照）。
4)	イールドに関する特許を見ると、日本の出願人はイールド向上が常に要求されるIDMが大半である。一方、米国では新興のイールドマネジメント企業を含むさまざまな種類の出願人が見られる。イールドマネジメント分野は、ベンチャー企業も多く自社技術の特許化を進めている。
5)	各詳細分析から抽出されたプログラム特許のうち、イールド向上技術以外で注目される複数製造装置プロセス管理技術を見ると、やはりAMAT社の出願が最も多い。
6)	日米ともに大学、研究機関による出願は非常に少なかった。リーダ的存在も特に無く、産学連携もこれまでのところ少ないが、今後、半導体製造プロセスの高度化の進展により管理技術も高度化していくため、大学のもつ基礎的研究の積極的活用が必要になると考えられる。
研究開発動向分析	
1)	ISSMにおける論文発表では、プロセス管理技術のウエートは大きく、上昇傾向にある（1999～2004年で倍増）。発表者は但し、企業が大半（大学では台湾大学が目立つのみ）を占めているが、特許で注目されたアプライドマテリアルズ社（AMAT）はほとんど発表していない。
2)	国別では、日本、米国、台湾が大半を占めており、それ以外の国は非常に少ない。ただし、中国は2003年より参加しているが、2年間で9件の発表のうち、プロセス管理技術に関するものが5件あり今後の動向が注目される。
市場動向分析	
1)	プロセス管理技術それ自体が市場として成り立つのはイールドマネジメント分野のみで、米国のベンチャー企業が先行して市場拡大している。日本のIDMは有力顧客になっているが、将来的にただ頼ることなく、独自技術のレベルアップは極めて重要である（表20を参照）。

第2節 提言

今回の調査結果から、この分野ではAMAT社やAMD社のように戦略的に特許を取得している企業の存在が明らかになった。その戦略の大きな柱は「ソフトウェアの知財化」である。さらにAMAT社を見ていくと、単体製造装置のレシピだけでなく複数製造装置のレシピにも着目している。これはシステム化の方向に進んでいる表れと見られる。

また、本テーマの日本の登録特許について、出願から登録までの期間を見ると全体的に登録までの期間が長くなる傾向にあり、技術革新の早い半導体技術分野にあっては望ましいことではない。

これらのことから、以下のキーワードが浮かび上がった。いずれも英語では「S」で始まることから、「シリコンイノベーションを促進させるための4S」と呼ぶこととし、提言の軸とする。

- (1) 特許戦略の立案 (Strategy)
- (2) ソフトウェア特許の積極的取得 (Software)

- (3) システム化技術に対する特許取得 (System)
- (4) 時間的優位性を確保するための特許 (Speed)

(1) 特許戦略の立案 (Strategy)

特許戦略は、特許戦略単独で議論できるものではなく、自社の事業戦略、研究開発戦略と三位一体をなすもので⁽¹⁾、特にバリューチェーンを意識して、利益の出るポジショニングを模索することが重要である。その上で、各企業が自社のビジネスモデルを確立し、それに合致した特許戦略を構築するのが原則である。

今回の調査における特許取得地域(表 3~4、図 4~7 参照)と特許取得対象技術(表 5~6、図 8 参照)を例に取ると、日本企業は特許取得地域では、日本のみならず米国でも以前より盛んに特許を取得する動きが見られるものの、近年成長が著しいアジア地域では、中国などを見ても特許取得の動きはそれほど見られていない。

アジア、特に中国市場の成長性は半導体に限らず各方面から言われているだけに、この地域でのビジネスを優位に進めるために特許の取得はより重要になると考えられる。

一方、コアテクノロジーに対する特許取得を考えると、まず、特許情報などを用いて、自社の技術力や他社の動向について確認し、自らの相対的ポジショニングを確認することが重要である。その際、留意すべきは、単に特許件数が集中しているところが重要な分野と判断し、その分野のみへ集中することは、よく検討する必要がある。相対的に優位性のある技術が自社のコアコンピタンスであり、そこを中心に研究開発戦略を構築しなければ成功は難しい。イールドに関する分野を例にとれば、イールドマネージメントには検査測定技術とイールド解析技術が不可欠な要素技術と仮定されるので、2つのシナリオが考えられる。一つは、検査測定を中心にしたイールドマネージメントシステムの提案であり、もう一つはイールド解析を中心に検査測定技術を具備したイールド管理システムの提案である(図 22,23、表 9,10 参照)。

特許戦略は、新興のイールドマネージメント企業のビジネス展開に見られるように、自己解析と相対的解析の結果に基づき、オリジナルなものを構築しなければならない点に留意する必要がある。

(2) ソフトウェア化特許の積極的取得 (Software)

付加価値という視点から半導体産業を見直すと、従来のハードウェア部分に加えてソフトウェア的な要素にシフトしてきているといえる。例えば、半導体設計に用いる半導体 IP や、本テーマである半導体製造装置におけるレシピ(表 8、図 15~17 参照)、生産性向上のためのイールド情報(表 9~10、図 18~20 参照)、各種シミュレーションプログラムやそこで利用するモデルなどは、高付加価値ソフトウェア資産の一例である。半導体関係の特許出願傾向を見ても、ソフトウェア関連の特許は増加傾向にある(表 7、図 9~11 参照)。

この傾向は、半導体産業のビジネスモデルを再構築する上で大変重要である。なぜなら、ハードウェア産業は、基本的にコストを競争軸とするため、その指針はコスト競争力の強化に向かうが、ソフトウェア産業は、必ずしもコストは競争力の源泉ではない。ソフトウェア産業では、コストにかわって、創造性が重要な競争軸となる。創造性という軸であれば、当然ながら、特許が重要な役割を果たす。

歴史を振り返ると、半導体産業は徐々にソフトウェア主導に移行している傾向が見られる⁽²⁾。たとえば、90年代に急成長をしたシリコンバレーのファブレス企業は、半導体IPというソフトウェア資産を活用⁽³⁾し、それと対をなして成功を収めた台湾のシリコンファンダリは、装置レシピというソフトウェア資産を上手に活用⁽⁴⁾している。近時においては、イールド情報というソフトウェア資産をうまく活用するベンチャ企業が活躍している。

また、これらのソフトウェア資産は、2001年1月10日から施行されている「プログラム」クレームの活用も検討する必要がある⁽⁵⁾。例えば、装置レシピを例にとると、装置レシピは、技術的には製造方法の発明であるが「プログラムあるいは記憶媒体特許」として取得することによって、特許権行使の対象を広げることができる。なぜなら、「製造方法」の発明と「プログラムあるいは記憶媒体」では、訴訟の相手方が大きく変わるからである。仮に他社のデバイスの製造方法が、特許権侵害をしている装置レシピを利用して製造された場合を想定してみる。デバイスの製造方法の特許に基づいて特許侵害訴訟をしていく場合には、デバイスを製造しているデバイスメーカーを直接提訴することとなる。しかし、現実的には、デバイスメーカー同士は通常、クロスライセンスをしているので、デバイスメーカー同士が争うケースは少ない。その結果、レシピを供給する相手に対して、責任を問うことはできない。つまり、自分たちに被害を与える装置レシピの提供者は、デバイスメーカーの庇護下でビジネスを展開することが可能となる。

一方、「プログラムあるいは記憶媒体」特許としておくと、特許権者は装置レシピの供給者に対して、直接特許訴訟が提起できるのである。技術自身のソフトウェア化に併せて、特許取得のあり方にもソフトウェア化に適した取得方法があることに留意する必要がある。

(3) システム化技術における特許取得 (System)

半導体装置産業においては、単体の製造装置だけでなく、複数機能を一台の装置に統合あるいは複数装置を有機的に結合したシステム化技術も重要である。

それを背景として、技術区分:複数製造装置プロセス管理技術/レシピのうちの要素技術、マルチチャンバ (E-01) やネットワーク (E-03) における注目出願人の特許出願の伸びが注目される。

このシステム化技術は、ソフトウェアとハードウェアの融合領域であり、それを意識した特許出願が望ましい。ソフトウェアの重要性については前述したが、日本の製造装置メーカーが持つコアコンピタンスであるハードウェア技術と組み合わせることによって、よりシステムとしての価値を高めることが出来る。

また、このシステム化技術では装置と装置を結ぶインタフェース分野が重要であり、その分野の特許取得を忘れてはならないだろう。

ハードウェア面では製造装置間を接続する搬送技術、ソフトウェア面では製造装置間でデータや制御信号をやり取りするプロトコル技術がこれに該当する。このようなインタフェース分野に関する特許は、将来標準化特許になりうる可能性もあり、戦略的に特許を取得しておくことが望ましい。逆に保有特許が標準として採用されるための標準化活動も重要である。

(4) 時間的優位性を確保するための特許 (Speed)

近時、半導体産業において、スピードの重要性が上げられることが多い。特に、設計に着手してから半導体チップを手にするまでのTurn Around Time(TAT)の短縮化は、半導体ビジネスにおける重要な競争力の一つである⁽⁶⁾。

ところが、このスピードに対する要請は、特許戦略においては、これまで強く意識されてこなかった。それは、特許数のみが評価軸であり、時間軸という意識が希薄だったことによる。そこで、特許戦略にあたっては、時間軸を意識した特許取得ということが重要となる(図30参照)。

特許において時間軸を考慮する際、3つの観点が存在する。

一つ目は、技術自身が時間を要素とする分野である。この分野は、研究開発としてはすでに重要な分野として研究も進められていることから、時間というものを効果の対象として、特許を取得することとなる。

二つ目は、特許取得自身のプロセスを短期化するという観点である。技術開発の進展が早い半導体分野では、研究開発成果をなるべく早く特許化して、特許付き技術移転できる等のメリットを享受する方が理にかなっている。

三つ目は、特許審査処理能力の向上である。特許制度の有効活用のためには、スムーズな特許審査が必須条件である。そのためには、特許庁の努力に加えて、出願人、外部調査機関等の協力により、効率的な審査処理プロセスを確立する必要がある。

これらの指針に基づき、以下に各プレーヤへの提言をおこなう。

1) 半導体メーカーへの提言

- (1) 半導体ビジネスがボーダレスであることを考慮すると、国内特許偏重を改め(改善が見られるものの)特許取得地域は、広く市場可能性のある世界を対象とし、国内特許偏重を再考する。(Strategy)
- (2) イールドマネージメント等の研究開発のスピードを考慮すると、早期に特許取得し、積極的に活用することが重要である。時間的優位性を確保する意識をもつ。(Speed)
- (3) 半導体ビジネスの付加価値が、ハードウェアからソフトウェアにシフトしている点を意識する。レシピ、イールド、シミュレーション、ビジネスモデルの構築などの、ソフトウェア資産に対する特許化の意識をもつ。(Software)
- (4) ソフトウェア技術情報の流出(レシピ、イールド情報等)例えば不良チップの廃棄等にも十分注意する。法的保護が必要な技術は、特許取得を積極的に行う。(Strategy, Software)

今後日本の半導体企業は、自らを IDM(垂直統合型デバイスメーカー)として生き続けるのか、ファンドリとしての道を切り開くのか、ビジネスモデルを確立することが求められる。そこで、以下の点については、IDM 型ビジネスモデルとファンドリ型ビジネスモデルに対応して提言を行う。

IDM 型ビジネスモデルの場合

- ・ IDM として総合力を生かすために、複数装置間の制御、工場管理等、システム全体に関する特許取得を検討する。(System)
- ・ 自社技術については、複製物が容易に作成できるソフトウェア関連技術について、特許を取得すべき技術情報と、トレードシークレットとする技術情報の識別を明確にし、技術情報管理を徹底する。(Strategy)

ファンドリ型ビジネスモデルの場合

- ・ ファンドリとして競争力を高めるためには、短納期化を重視したビジネスモデルを構築する。(Speed)
- ・ 先端技術の優位性を生かし、中国等に建設されるファンドリが必ず直面する特許の問題に対して優位な地位を確保し、技術移転、技術指導を視野に入れたビジネスモデルを検討する。そのためには、当然のことながら、中国等をはじめとして技術輸出先国においても必要な特許を取得する。(Strategy)
- ・ これまで製造コスト低減のための内向きの技術として積極的に意識されることの少なかったイールドマネージメント技術であるが、それ自体がソフトウェアとして流通可能な時代になったことを意識して行動する。場合によっては、外部委託することも視野に入れる。但し、技術情報流出には十分留意する。(Software)

2) 半導体製造装置メーカーへの提言

- (1) 半導体ビジネスの付加価値が、ハードウェアからソフトウェアにシフトしていることを意識する。特に、装置レシピを生かした差別化を十分に検討する。(Software)
- (2) 最近の中古半導体製造装置の世界的拡散を踏まえて、国内特許偏重を改め、特許取得地域は、広く市場可能性のある地域で取得する。(Strategy)
- (3) 今後、ビジネス上、重要性が増すと予想されるイールドマネージメントの基礎となるイールド関連情報の検出技術、評価技術を中心に特許取得を検討する。(Strategy)
- (4) 日本の半導体装置メーカーは、個別の装置において高性能・高品質を誇るが、部分最適に陥らないように留意し、その個性を生かしたシステム全体を構成したときのパフォーマンスの向上を目指す。(System)

3) ベンチャ企業への提言

- (1) 半導体分野の付加価値がソフトウェアに向かい、かつソフトウェアビジネスは投資負担が小さいことを考慮すると、産業構造的には、ベンチャ企業に好機であり、

レシピプロバイダ、イールドマネージメント、シミュレーション分野などの有望領域にベンチャ企業活躍の機会がある。(Software)

- (2) ベンチャ企業は、特許取得無しに、大企業の追い上げを振り払うことは困難なので、自社のオリジナリティ技術の早期特許化に尽力すること(Speed)。この点で、米国のベンチャ企業が自国にとどまらず、日本に対しても特許取得している点を参考にする。(Strategy)
- (3) 半導体製造装置は、多種多様に渡り、複雑なインタフェースが不可避であるが、境界領域であるため比較的、大手製造装置企業が見落としやすい分野なので、ベンチャ企業は、このインタフェース部に注力して搬送技術、プロトコル等の最適化を図ることを検討する。(System)

4) 大学への提言

- (1) 技術分野として、シミュレーションのモデリング、検証の効率化プログラムなど、投資負担が小さく、かつ数学的解析・理論性が高い分野は、大学に優位性がある(Software)。企業が抱えるイールド解析の問題点に理論的な分析・解析手法を提供することで企業とWIN-WIN関係を構築することが望まれる。(Strategy)

参考文献

1. 村中敏彦,「勝ち組は知財で攻める」日経マイクロデバイス, 2004年8月号、pp.47-57
2. 垂井康夫監修,「日本半導体50年史」, 半導体産業新聞、2000年4月, p.464-468
3. 特許出願技術動向調査報告「半導体設計支援技術(EDA)」, 特許庁編, 平成15年3月
4. 特許出願技術動向調査報告「LSIの多層配線技術」, 特許庁編, 平成16年3月
5. 「特許・実用審査基準, 第 部特定技術分野の審査基準、第1章コンピュータ・ソフトウェア関連発明」, 特許庁
6. Mikata, Y.; Mitsutake, K.; Arikado, T.; Okumura, Agile fab concepts for cost effective and QTAT mini fab K.; Semiconductor Manufacturing Symposium, 2001 IEEE International, 8-10 Oct. 2001 pp.7 -10