

第9章 ASET(超先端電子技術開発機構)

- 基盤技術開発を担う研究組合 -

技術研究組合超先端電子技術開発機構(ASET)は、日本のエレクトロニクス産業の競争力を強化する基盤技術開発を行なうために1996年に設立された。超エールエスアイ技術研究組合発足から約20年後に、半導体関連の国家プロジェクトが再び開始されたわけである。ASETの発足とほぼ同時期に産学協同を推進するための(株)半導体理工学研究センター、半導体製造プロセス共同開発のための(株)半導体先端テクノロジーズも設立された。1995年度から通商産業省の超先端電子技術開発促進事業が開始されASETがその研究開発を行なった。この事業は、1998年度に中間見直しを行ない、テーマを変更し2000年度まで継続して行なわれた。それぞれのテーマの開発は、ほぼ予定通り行なわれ、参加組合員企業への技術移転が行なわれた。その後もASETは、代替フロンプロジェクト、HALCAプロジェクト、MIRAIプロジェクトなどの実施委託先となった。それぞれの開発自体は、計画通り行なわれ、産業界への移転も行なわれた。

開発の経過を概観しながら、ベルギーのIMECとの比較も随時行ない、国家プロジェクトの役割と運営を考えていく。

1. ASETの誕生

技術研究組合超先端電子技術開発機構(ASET¹)は、日本のエレクトロニクス産業の競争力を強化する基盤技術開発を行なうために1996年に設立され、ほぼ同じ時期に産学協同研究推進組織として(株)半導体理工学研究センターSTARC(Semiconductor Technology Academic Research Center)と半導体製造プロセスの共同開発のための組織として(株)半導体先端テクノロジーズ Selete(Semiconductor Leading Edge Technologies, Inc.)が設立された。産学協同を推進するSTARC、基盤技術研究開発を実施するASET、企業間の共同活動の場としてのSeleteがそれぞれの役割を果たす事が期待されたわけである。これらの組織を設立するには、1994年に設立された半導体産業研究所(SIRIJ:Semiconductor Industry Research Institute)の技術プロジェクトATLASが大きな役割を果たしたと言われている。¹ASETはそれ以来、半導体から、磁気記憶、液晶まで電子デバイスを中心とした幅広い分野で研究開発を行ってきた。2007年8月現在の組合員企業数は37社である。

発足当初は、1995年度から開始された通商産業省の超先端電子技術開発促進事業を受けて、半導体関連、磁気ディスク関連、液晶関連のテーマの開発を行なった。プロジェクトの参加企業は17社であった。²その後1999年度から2003年度までNEDO次世代半導体デバイス等基盤技術プログラム中のPFC代替プロセス技術開発プロジェクトの委託を受けて

¹ ASETは、半導体製造技術・製造装置、磁気ディスク技術、液晶ディスプレイ技術の分野をカバーしているが、ここでは主に半導体関連について述べた。

PFC代替ガスを使用するドライエッチングプロセス技術の研究開発を行ない、ドライエッチングを用いない新配線プロセスを開発した。³また、ミレニアムプロジェクトのひとつとして実施されたNEDOの超高密度電子SI技術プロジェクトの委託を1999年度から2003年度まで受けた。さらに、2001年度から2007年度まで半導体MIRAIプロジェクトの委託を受けた。この委託ではASETと産総研次世代半導体研究センターが共同研究体を作って研究開発を行なった。この委託はMIRAIプロジェクトの計画変更に伴い、2010年まで延長された。2005年度からは、マスクD2Iプロジェクトの委託を受けている。2006年度からは三次元積層プロジェクトの委託を受け、2007年度からはセキュア・プラットフォーム・プロジェクトの委託を受けて研究開発を実施している。

研究成果の実用化については、ASETが1998年度補正予算でNEDOから委託を受けて実施した「大口径・高密度プラズマ処理装置の開発」が、2003年に第2回産学官連携推進会議産学官連携功労者表彰内閣総理大臣賞を受賞し、東北大学大見忠弘教授と東京エレクトロン株式会社東哲郎社長が表彰された。また、ASETが1995年度から2000年度にわたりNEDOからの委託を受けて実施したプロジェクト「超高感度媒体 & 新機能素子・成膜」が、2005年に第4回産学官連携推進会議産学官連携功労者表彰経済産業大臣賞を受賞し、東北大学中村教授、山口元 ASET 第二研究部長(現東北学院大学非常勤講師)と日立 GSTの城石執行役員(元ASET技術委員)が表彰されるなどの成果を上げている。⁴

図1.にこれまでのASET全体の研究開発の推移を示した。また、ASETの事業費推移は図2.のようになっている。このようにASETの研究開発は多岐にわたっているが、ここでは半導体関連プロジェクトの研究開発を中心に、第2節では超先端電子技術開発促進事業について、第3節から第9節で、超高密度電子SI技術、PFC代替プロセス技術、F2レーザーソグラフィ技術、半導体MIRAIプロジェクトなどについて概観していく。

ASETプロジェクト	内 容	金額(億円) (H18まで)	H7 95	H8 96	H9 97	H10 98	H11 99	H12 00	H13 01	H14 02	H15 03	H16 04	H17 05	H18 06	H19 07	H20 08	H21 09
超先端電子技術	半導体 EB直描	高速電子ビーム直接描画装置の開発	27	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	マスクEB	高精度EBマスク描画装置の開発	22	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	EBリソグラフィ	超高精度EB描画技術の開発	17	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	X線等倍	X線等倍リソ (PXL) 技術の開発	72	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	X線縮小	X線縮小リソ (EUV) 技術の開発	75	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	ArFリソグラフィ	ArFリソグラフィ技術の開発	17	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	プラズマ	プラズマ技術の科学的解明	25	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	クリーニング	表面クリーニング技術の開発	8	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	磁気 磁気記録	40Gbit/in ² 級ハードディスク基盤技術	57	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	液晶 反射型液晶	反射型液晶デバイス及び材料基盤技術	82	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
EUVプロセス技術	EUVマスクレジストプロセスの開発	27	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	高効率製造プロセス	プラズマ装置、エキシマレーザー等の開発	29	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
製造装置	シミュレーション	FTP及びプローブカードの開発	4	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	F2リソグラフィ	F2光源及び関連技術の開発	20	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
PFC代替プロセス技術	エッチングでのPFC使用量削減及びPF Cを使用しないプロセスの開発	60	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
超高密度電子SI技術	三次元高密度実装技術及び光電気複合実装技術の開発	47	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
光実装部品標準化プロジェクト	ボード用光コネクタ、アクティブインタポータの標準化	1	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
MIRAIプロジェクト(第1~3期)	High-kゲートスタック、Low-k層間絶縁膜及び将来のデバイスプロセス基盤技術開発の開発	201	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
HALCAプロジェクト	多品種少量生産にも対応可能な省エネ型半導体製造プロセスの開発	82	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
マスクD21プロジェクト	マスクの設計、描画、検査を全体として最適化するシステムの研究開発	14	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
三次元積層プロジェクト	高速、低消費電力、低コストな三次元積層の設計、プロセス技術の開発	0.1	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
セキュアプラットフォーム	情報セキュリティを向上させるための統合アクセス基盤技術の開発	—	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

図 1. ASET 研究開発推移⁵

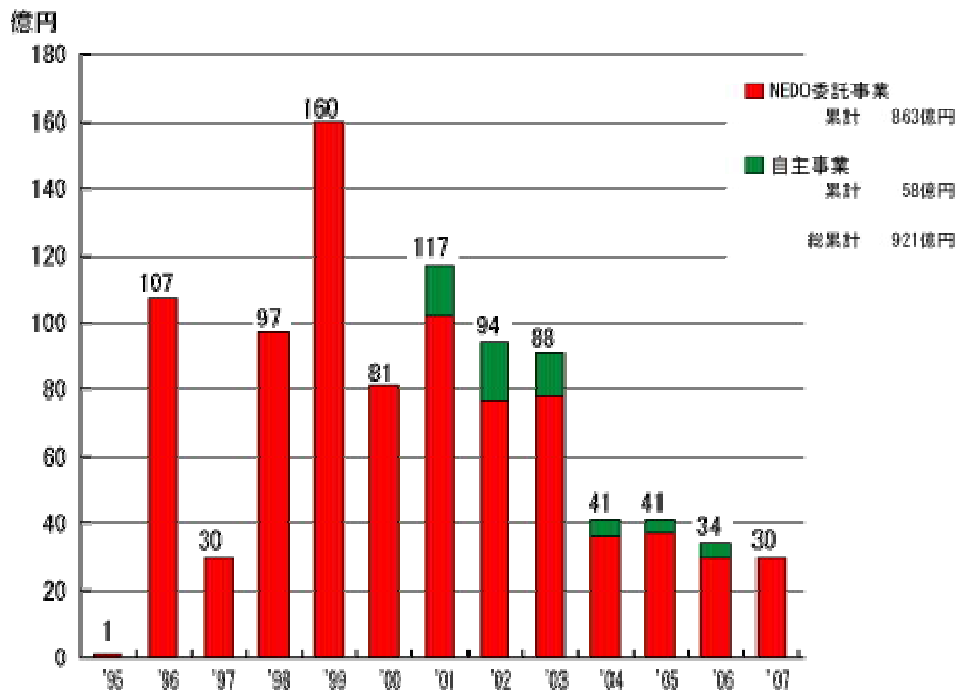


図 2. ASET の事業費の推移⁶

2. 日本の競争力を強化する基盤技術開発を

超先端電子技術開発促進事業は、1995 年度補正予算によって経済産業省情報技術開発プロジェクトとして開始され、NEDO から研究開発資金が提供された。1996 年 2 月 29 日からこの研究開発は開始された。以下、主に ASET の年次報告会資料及び NEDO の年次報告

書をもとにプロジェクトの目的、推移、成果を概観する。プロジェクトは、2000 年度まで行なわれ、その成果は超高密度電子 SI 技術、EUV プロセス技術開発プロジェクト、半導体 MIRAI プロジェクト、マスク D2I プロジェクト、などに引継がれた。超先端電子技術開発促進事業には、大別して半導体関連、磁気ディスク関連、液晶関連の 3 つのテーマがあったが、ここでは半導体関連テーマについて概観する。

この事業は、「次々世代(2010 年以降)に実用化が予測されている、半導体デバイス、の先端的要素技術の研究開発」を目的としていた。超 LSI 技術については、先端的要素技術として、「100nmレベルの微細加工技術の実現」を目指した。具体的には、リソグラフィの 4 テーマ、電子ビーム直接描画システム技術、超高精度遮光システム技術、等倍 X 線露光技術、ArF レーザ露光技術、それに超先端プラズマ反応計測・分析・制御技術、超微粒子制御クリーニング技術を加えた 6 テーマの研究開発を推進した。⁷ASET の研究成果は公開され、毎年春に成果報告会を開いた。⁸

開発期間は 5 年間であったが、1998 年度までをフェーズ 1、その後をフェーズ 2 とした。フェーズ 1 終了時点で中間評価を行なった。その結果、電子線直接描画技術と電子線マスク描画技術は統合され電子ビームリソグラフィ技術となり、主にマスク描画装置の開発研究を行なった。また、1998 年度から EUV 露光技術が開発テーマに加わり EUV 露光技術に関する要素技術の研究開発を 2001 年度まで行った。以下、1995 年度から 2001 年度までの開発経緯をまとめた。

2.1 電子ビームリソグラフィ技術

電子ビーム直接描画システムと電子ビームマスク描画技術の開発を行なった。電子ビーム直接描画システム技術の研究開発では、単一の電子線源を用いるシングルコラム方式と、複数の電子線源を用いるマルチコラム方式の二つの方式についての研究開発を行なった。フェーズ 1 の主な目標は、解像度 150nm、描画速度はシングルコラム方式で 1 時間あたり 8 インチウェーハ 10 枚、マルチコラム方式で 1 秒あたり 1cm²であった。ⁱ超高精度遮光システム技術の研究開発フェーズ 1 の目標仕様は、解像度 100nm、CD10-30nm、アドレス単位 2.5nm というものであった。フェーズ 1 の目標は 1997 年度で達成し、1998 年度からは、ふたつのテーマは統合されて電子ビームリソグラフィとなり、研究開発期間を 2001 年度までとし、その中で電子ビームマスク描画技術の開発を引き続いて行なった。電子線源としては、マトリクスパターン MIM ソースとマスク EB の技術開発を行なって比較検討した結果、マスク EB を採用した。また、新しいビーム輪郭測定技術を開発した。日立、東芝、日本電子の 3 社が ASET で開発した技術を採用してマスク描画装置を商品化した。その結果、日本メーカーの電子ビーム描画装置世界シェアは、2000 年に 49%だったものが 2005 年で 85%となった。⁹

ⁱ 1 秒あたり 1cm²を大まかに 8 インチウェーハ換算にすると 17 枚程度になる。4 インチ半径の 80%の半径で換算した。

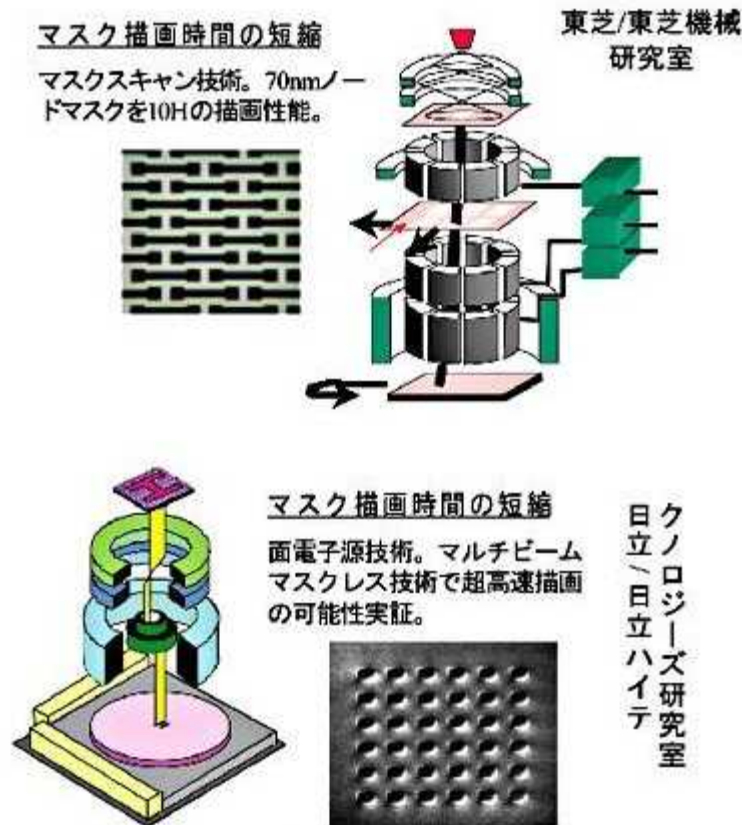


図 3. マスク描画技術¹⁰

2.2 等倍 X 線露光技術

波長 1nm 程度の X 線を使う等倍露光技術の開発を行なった。当時は、ArF 露光の次の露光技術として期待されていた。目標仕様(括弧内は 1998 年度のフェーズ 1 終了時点の目標仕様)は、ハーフピッチ 100nm(130nm)、フルフィールド(スキャンタイプ)、CD 制御 10nm であった。X 線の発生はシンクロトロンで行なうため、シンクロトロンを小型化して低価格化するか、シンクロトロンの周りに何台も露光機を配置して、高価なシンクロトロンを効率的に使用するかしなければならなかった。また、等倍露光であるため、実際に作成する素子と同じ寸法の高精細マスクが必要であった。このための EB マスク描画装置の開発も行なわれた。2000 年度まで研究開発を続け、CD 制御が 8-15nm とやや未達であったが、目標仕様はほぼ達成できた。しかし、シンクロトロンという大型の線源を必要とすることから、なかなか実用化にはなりにくく、製品化は行なわれなかった。

2.3 EUV 露光技術

2001 年度までに、「ハーフピッチ 70nm の技術開発を行なう」事を目標とした。実験露光機、マスク、レジストなどの基本技術を開発し、2003 年度までにアルファツール、2007 年度までにフルフィールドのベータツールを開発する事とした。組合員企業はプロジェクト開始時点で、富

士通、日立、松下、三菱、NEC、ニコン、沖、シャープ、ソニー、SPC、東芝の11社であったが、途中でインテルとサムソン、三洋が加わり、計14社となった。平成11年には、100nmと70nmのライン線幅/間隔(L&S)パターンを実験的に転写した。開発はEUV露光の基本技術(非球面ミラーの計測、多層マスク、レジスト)に注力した。その結果、EUV露光が次世代の最も可能性の高いリソグラフィ技術であると結論付けた。

2002年度以降もEUV露光技術の開発を継続して行なうこととなり、マスク、プロセスと計測はASETでの開発テーマとして継続し、光源開発とシステム開発は新しく発足したEUVAで行なうこととなった。

2.4 ArF 露光技術

世界に先駆けて1995年度に、100nm以下のパターンを描画できる事の可能性を実証し、IEDMで発表した。また、露光に必要な感光剤も開発した。ASETとしての研究開発は1997年度まででそれまでの研究成果をSeleteに技術移転した。Seleteで300mmウェーハ対応の評価を行ない、半導体メーカー各社はこれらの情報をもとに、自社の製造ラインを確立していった。ASETで行なった研究開発成果は、日本メーカーの感光剤(フォトレジスト)のシェアが1998年に54%だったものが2004年には80%になった事に貢献した。

2.5 超先端プラズマ反応計測・分析・制御技術

フェーズ1で、プラズマ生成と気相プラズマの動態解析を行ない、フェーズ2ではドライエッチングを実現する事を目標仕様とした。1997年度でフェーズ1の目標は達成、フェーズ2で100nm以降のパターン処理に使うフッ化炭素(CF)プラズマの制御法を開発した。SiO₂エッチング/CFプラズマの全体イメージを理解し、プロセスとツールのためのモデルと計測法を提案した。この技術は、Low-k材料などの他の材料及びMEMSやナノテクなどの他の分野にも応用可能である。

2.6 超微細粒子制御クリーニング技術

二流体ジェット及び機能水を併用した微粒子除去技術と光を利用した微粒子検出技術を研究開発した。また、理論的な解析による微粒子除去モデルと界面構造モデルを構築した。1997年度では、直径30nmのSiO₂粒子を散乱光で検出しツインジェットクリーニングで除去できた。その際、DDA法を使った光散乱シミュレーションの結果直径30nmの超微細粒子を検出できることを理論的に証明し、これに基づいた超微細粒子検出器を作り、直径30nmの超微細粒子を検出できることを実証した。東芝、TI、日立の3ヶ所で体系的な研究を行い、実際のシステムを制御するのに有効であることを示した。この技術を島田理化で商品化した。

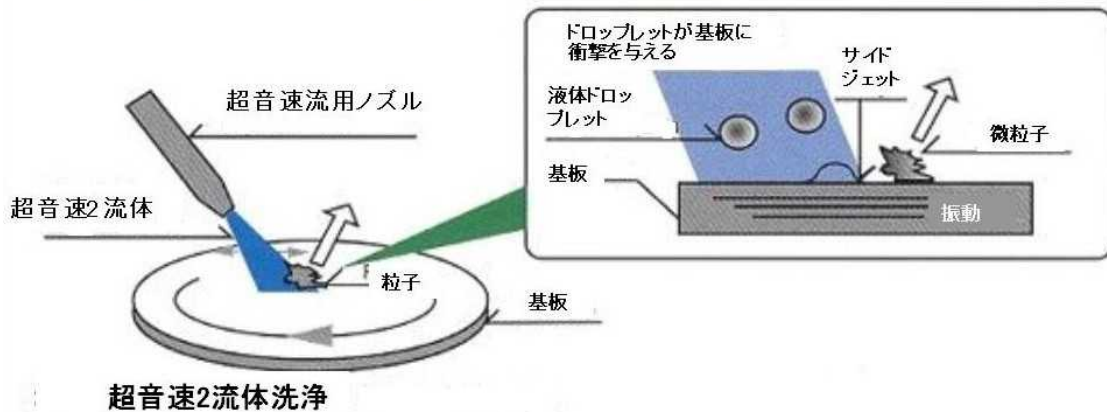


図 4. 超音速 2 流体洗浄¹¹

2.7 研究成果のまとめ

この時期の研究成果としては、電子ビーム直接露光技術、マスク用電子ビーム露光技術、電子ビームマスク描画時間の短縮、X線等倍露光技術による100nmのパターン描画技術、EUVマイクロフィールド露光機による40nmライン線幅/間隔(L/S)の描画、ArF露光技術での100nm以下のパターン形成技術実証。直径90nmのコンタクトホールを形成できるドライエッチング技術などがある。研究成果の実用化としては、100nmレベルのArF単層レジストパターン、高誘電率ゲート絶縁膜成膜装置、EBマスク描画装置、狭スペクトラムArFレーザなどがあげられている。¹²

表1.に平成12年度末の自己評価と商品化状況をまとめた。

表1. 自己評価と商品化

超先端電子技術 半導体 (第一研究部) プロジェクト 自己評価と商品化		
	平成12年度末の自己評価と許諾請求	商品化
電子ビーム直接描画システム技術	自己評価:100 1/2研究室が許諾請求	
超高精度遮光システム技術	自己評価:100 3/3研究室が許諾請求	日立、東芝、日本電子で商品化
電子ビームリソグラフィ技術	自己評価: H13 研究中	
X線等倍露光技術	自己評価:50 波及効果がなかった	
EUV露光技術	自己評価: H13 研究中 EUVLが次世代の最も可能性の高いリソグラフィ技術であると結論付けた	マスク、プロセスと計測はASETプログラムとして継続し、光源開発とシステム開発は新しく発足するEUVAで行なう。
ArFレーザー露光技術	自己評価:100	
超先端プラズマ反応計測・分析・制御技術	自己評価:95 わかりやすさ不足	
超微細粒子制御クリーニング技術	自己評価:100 許諾請求有	島田理化で商品化

注 ASET年次報告会資料1998年から2001年とASETホームページから作成

2.8 集中研と分散研を組み合わせた研究開発体制

超先端電子技術開発促進事業は、ASET が委託先となったが、組合員企業に研究拠点を置く分散研方式と、ASET の研究施設で組合員企業の研究者が研究開発を行なう集中研方

式の組み合わせで研究開発を行なった。シンクロトロンがあった厚木に X 線関連のテーマを集め、露光装置があった横浜に ArF レーザ露光と超先端プラズマ技術のテーマを集めてそれぞれ集中研とし、それ以外のテーマは、組合員企業に研究拠点を置くという体制であった。年度ごとのテーマと研究開発体制を表 2 にまとめた。

表 2. 超先端電子技術開発促進事業半導体関連テーマの研究開発体制の推移

研究項目	サブテーマ	研究開発体制	1995 (H7)	1996 (H8)	1997 (H9)	1998 (H10)	1999 (H11)	2000 (H12)	2001 (H13)
1 電子ビーム直接描画システム技術	マルチカラム	富士通・アドバンテスト	⇒	⇒	⇒	⇒			
	シングルカラム	日立	⇒	⇒	⇒	⇒			
1 電子ビームリンググラフィ技術	高精度大面積転写技術	日立					⇒	⇒	
	電子光学系高精度制御技術	東芝・東芝機械					⇒	⇒	
	ビームモニター技術	日本電子					⇒	⇒	
2 超短波長電磁波露光技術	X線等倍露光技術	厚木研究センター	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	
	EUV露光技術	厚木研究センター				⇒	⇒	⇒	⇒
	X線等倍の配線技術への応用	厚木研究センター						⇒	
3 ArFレーザ露光技術		横浜研究センター	⇒	⇒	⇒				
4 超高精度遮光システム技術	電子ビーム描画システム制御技術	東芝・東芝機械	⇒	⇒	⇒	⇒			
	超高精度・高電流密度電子工学技術	日本電子	⇒	⇒	⇒	⇒			
5 超先端プラズマ技術		横浜研究センター	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	
6 超微粒子制御クリーン技術	2流体ジェット微粒子除去技術	島田理化	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	
	シミュレーションによるクリーニング評価技術	TI	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	
		日立				⇒	⇒	⇒	
		東芝				⇒	⇒	⇒	
NEDO成果報告書平成7年版から平成13年版をもとに作成									
このプロジェクトは、平成7年度補正予算で平成8年2月29日にスタートした									
中間見直しにより、研究項目番号が変わったものもあるが、当初の番号のままとした									

3. 超高密度電子 SI 技術

1999 から 2003 年度まで、半導体や電子部品を超高密度に実装するための三次元実装技術、光電気複合実装技術及び最適配線構造設計に関する技術を研究開発した。¹³ LSI チップ間の最短配線を可能とする三次元積層技術、ボード内の高速大容量伝送を可能にする光・電気複合実装技術、信号の高速化に伴って生じる不要電磁輻射を抑えるための最適配線構造設計技術の 3 要素が一体となって超高密度電子 SI 技術を達成することを目標とした。

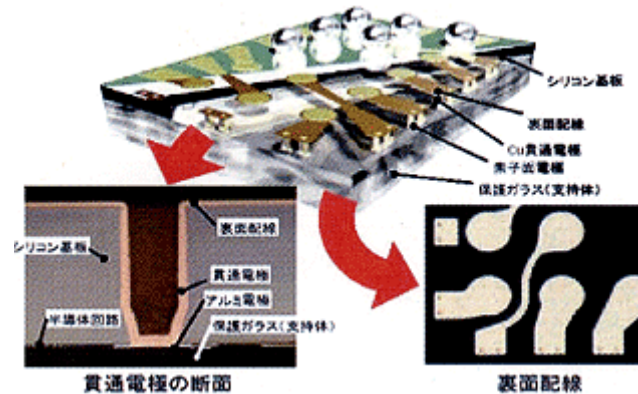


図5 超高密度三次元 LSI 積層実装技術

4. PFC 代替プロセス技術

1999 から 2003 年度まで、半導体のエッチング等に広く使用されている地球温暖化効果の高い PFC ガスの使用量を削減し、また PFC を使用しないプロセス、デバイス構造に関する技術の研究開発を行った。

5. F2 レーザリソグラフィ技術

1999 年度から 2001 年度まで、NEDO から研究開発の委託を受けた。F2 レーザを用いた真空紫外領域 (VUV) 光源の超狭帯域化、光学系のパワー損失低減及びガスパーズ・ケミカルクリーンに関する技術の研究開発を行った。2002 から 2004 年度までは自主事業で追加研究を実施した。

6. 半導体 MIRAI プロジェクト

2001 年度から、半導体構造の微細化に対応できる半導体デバイス基盤技術の確立を目的として、次世代半導体材料・プロセス基盤 (MIRAI) プロジェクトを NEDO が実施する事になった。ASET は産総研次世代半導体研究センターと共同研究体を構成し、研究開発を行なった。実施テーマは、高誘電率ゲート絶縁膜材料・計測・解析技術開発 (High-k)、低誘電率絶縁膜材料・計測・解析技術開発 (Low-k)、将来のデバイスプロセス基盤技術開発であった。2001 年度から 2003 年度までを第 1 期、2004 年度から 2005 年度までを第 2 期とし、ハーフピッチ 65nm から 45nm のデバイスに必要な技術開発を行なった。その成果のうち、実用化開発に移行できるものは、2005 年度末に産業界に移転された。

2006 年度からは第 3 期として、ハーフピッチ 45nm 以下で必要な技術開発を行なう事となった。ASET は産総研次世代半導体研究センターと共同研究体を作って新構造 CMOS トランジスタ関連技術開発を行なった。

MIRAI プロジェクトの実施は、ASET と産総研の共同研究体、Selete、EUVA と実施体が分かれている。ASET が実施したテーマの詳細については、第 10 章半導体 MIRAI プロジェ

クトの記述の中で記述したので、参照されたい。

7. マスク D2I プロジェクト

2006年度から、「マスク設計、描画、検査の3工程を通して総合最適化を図ることによって低コスト、短 TAT のマスク製造技術の実現」を目的として、実施されている。石原直東京大学大学院教授がプロジェクトリーダーとなった。マスク製造コストの約8割以上をしめる設計、描画および検査の3工程を通した総合最適化を図ることによって、低コスト、短 TAT のマスク製造技術の実現を目指している。

マスク設計、描画、および検査の総合最適化を目指す解決策として、各工程に共通的なマスクデータ処理技術、繰返しパターンを利用した描画・検査高速化技術、パターン重要度を利用した描画・検査合理化と高速化技術、並列化を利用した描画・検査高速化技術等の開発を行った。これにより、ハーフピッチ 45nm におけるマスク設計・描画・検査に要する時間を、この技術を用いないハーフピッチ 65nm の場合の 1/2 以下にするためのマスク設計・描画・検査総合最適化の基盤技術確立を目指した。以下の3つの研究開発テーマについて研究開発を行っている。¹⁵

マスク設計データ処理技術の研究開発

マスク描画装置技術の研究開発

マスク検査装置技術の研究開発

8. 三次元積層技術

従来の三次元積層技術の限界を打ち破る、高速・低消費電力・低コストの積層技術に関して、設計・プロセス技術の両面から先導的研究を行なった。2007年度に NEDO から先導研究を受託し、2008年度から「多機能高密度三次元集積化技術」に名称を変更して、5年間の予定で、テスト、設計、基礎共通の3つのテーマについて研究開発を行なう。

9. セキュア・プラットフォーム プロジェクト

経済産業省からの委託を受けて、2007年度から約3年間の予定で研究開発を行なう。グリーン ITなどを促進するため、様々なサーバで稼動していたアプリケーションシステムを新しいサーバシステムに統合し、効率よく稼動させる動きが活発になっている。そのためにこれまで稼動していたアプリケーションシステムをそのまま新しいサーバで稼動させるための仮想化技術などが開発されている。これらの技術を活用して、ひとつのサーバシステム上で複数の OS 環境を安全に管理運用出来る技術を開発する。そのため、Virtual Machine(仮想機械)技術及び統合アクセス制御技術の開発を行なう。

10. 超先端電子技術開発促進事業と IMEC との違い

超先端電子開発促進事業のいずれのプロジェクトも、目標性能はほぼ達成し、成果の商品

化についても、ArF液浸リソグラフィが使われたために実用化に至らなかった等倍X線露光技術を除いては、研究成果は組合員企業によって商品化されている。そういう見方からすれば、この事業はプロジェクトとしては成功であったと評価されている。一方、国費を使って大きな事業を実施したにもかかわらず、世界における日本の半導体メーカーのシェアは向上していない、むしろ低下の一途をたどっている。¹⁶日本の半導体メーカーの世界シェアが1990年ごろをピークに低下し続けている事は事実であり、超先端電子技術開発促進事業の目標性能はほぼ達成したが、半導体産業の世界的な地位向上はまだ実現されていない。国家プロジェクトの進むべき道を見出すために、他のプロジェクトとの比較が一つの視点を与えてくれるのではないかと考え、筆者が担当したIMECとの構造的な違いを簡単に述べてみたい。

共同プロジェクトと組合員企業の関係で言えば、超先端電子技術開発促進事業の場合はプロジェクト開始時点で研究開発するテーマは決まっており、そこに半導体各社が参加し、集中研究方式か分散研方式で研究開発を行なった。IMEC が IIAPⁱを提案し、それに興味を持った半導体各社が IIAP に参加するのと同じ様に見える。しかし、IMEC の場合は、IMEC が全責任をもってプログラムを決定し、参加企業を募集する。また、IIAP 参加企業は技術者を IMEC に派遣する事を求められ、研究開発は IMEC の中で行なわれる。そのため、研究者同士の相乗作用も起こしやすい。勿論、参加企業の要望によってプログラムを変更する事はあるが、IMEC 自身がプログラムの変更を決める。IMEC にとっての顧客は半導体各社や製造装置メーカー、材料メーカーであり、顧客を引き付ける魅力的な IIAP を提案し多くの半導体企業などが参加することで、IMEC 自体の存在意義と開発方針の妥当性を確認し続ける。

超先端電子技術開発促進事業の場合は、計画を立案し資金を提供する NEDO がプロジェクトの委託先を公募し、ASET を選択した。半導体メーカー、装置、材料メーカーは ASET の組合員企業となる。公募に対する具体的な研究内容と計画は参加を予定している各社が共同で検討し ASET としての提案を行なうが、正式な決定は NEDO の決定として行なわれる。研究開発を進めていく過程で開発方針の変更が必要となれば、ASET 等が変更を提案し、正式な決定は NEDO の決定として行なわれる。

研究開発方式は、組合員企業の研究者が 1 ヶ所に集まって研究開発を行なう集中研方式と、組合員企業で分担して研究開発を行なう分散研方式のいずれかであるが、事業全体としてはテーマごとに分かれて研究開発する分散研方式であることが多い。例えば超先端電子技術開発促進事業の場合は、「次々世代(2010 年以降)に実用化が予測されている、半導体デバイス、の先端的要素技術の研究開発」という事業の旗のもとに研究者が 1 ヶ所に集結したわけではない。また、そのミッションを実現するために適切な研究開発活動が行なわれているか、そのためにはテーマそのものを含めて変えなければならぬ事はないか、を俯瞰的な視点で ASET として常に考えている必要がある。そのために参加企業との間で技術委員会、技術協議会などが設置され、変化が必要とされる時にはフレキシブルな対応がとられているが、タイム

ⁱ IMEC Industrial Affiliation Program の略称で開発費用、リスク、開発能力、知的財産権を共同利用することを狙いとした IMEC の産業界との共同研究の新しいビジネスモデル

リーな対応をすることはなかなか難しかったと思われる。

例えば等倍 X 線露光の研究開発は、当初計画どおりに行なわれた。しかし、等倍 X 線露光テーマの進行状態を当初計画に従って評価するだけでは、F2 が次世代の主流ではないかということになった時に、ASET としてどのように判断して研究開発を継続したのか、が明確にならない。

現在ではプロジェクトの変更は、実施体である ASET が変更を提案し、NEDO の意思決定として行なわれるようになってきているようである。ⁱしかし、意思決定が行なわれるまでには時間がかかってしまうであろう。もちろん、世の中の主流を追いかけて研究開発を行えば良いというものではないが、ASET の意思決定として続行か中止かがタイムリーに決められるような構造にすることが重要である。

このような意思決定は、個別のプロジェクトの方針や進め方からは出てこない意思決定である。IMEC は F2 リソグラフィの研究開発を進めていたが、ArF 液浸リソグラフィが次世代の技術であることが明確になるとすぐに F2 リソグラフィの研究開発をやめ、ArF 液浸リソグラフィ開発に舵を切った。そうしなければ、IMEC 自体の存続が危なくなるからである。事実、F2 リソグラフィの IIAP に参加していた企業は、全社が ArF 液浸リソグラフィの IIAP に移行した。

このように、半導体各社などにとって魅力的な IIAP を行ない続ける事によって、半導体各社などからの資金も入ってくる。2007 年の IMEC の全予算は、2 億 44 百万ユーロ(1 ユーロ 160 円とすると、約 390 億 4 千万円)であるが、その内フランダース地方政府からの助成金は 39 百万ユーロ(約 62 億 4 千万円)であり、それ以外は、IIAP 参加企業からの資金である。

半導体各社の側から言えば、自社の戦略に対して最良の研究開発を行なっている共同研究開発機関に参加していないと、自社の存続が危なくなる。どの共同研究開発機関にどのテーマで参加するかは意思決定は半導体メーカー自身が自分の責任において行なうものである。このような緊張関係が作れるか否かが共同開発の成否を決めると思われる。

ASET 設立の発端となった超先端電子技術開発促進事業の事業目的に、「次々世代レベルの超先端的な技術の確立を図ることを目的として」という記述がある。このような事業目的を設定した背景には、日本の主力の半導体各社が、微細化をすすめることで世界シェアを取ってきたというそれまでの事実があり、再び微細化の先頭を切って走り、世界シェアを拡大するという思いがあったと思われる。しかし、どういう製品を作り、どのようなマーケットでシェアを拡大するのか、そのためにどんな技術を共同で開発するのかという技術戦略を含めた経営戦略が十分に検討されていなかったのではないと思われる。これは、半導体企業の課題であるが、半導体企業の要請に応えるような基盤技術開発を行なう国家プロジェクトを立案し実施する時にも考慮すべき課題でもある。

前述したが、本章では ASET の事業のうち、主に超先端電子技術開発促進事業の半導体

ⁱ 最近の NEDO では、年度途中での計画変更を認めたり、ある程度研究開発を進めない就先手が読めないプロジェクトも認めたりするなど、柔軟性のある運営も可能にしようとしているようである。

関連について記述した。半導体 MIRAI の事業については、第 10 章で記述した。それ以外の事業については、簡単な記述となっている事を改めてお断りする。(赤城 三男/相崎 尚昭)

¹「半導体共同活動の現状」、上田 潤、半導体産業研究所 Realize 122-123-2
STARC と Selete の設立を提案し、ASET の設立を支援した。

<http://www.realize-at.jp/items/bt/122-123/2/index.html>

² 通商産業省情報技術開発プロジェクトの紹介より

<http://www.gip.jipdec.jp/japanese/project-j/project1-j.html>

³ NEDO 事後評価報告書

<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/hyouka/16h/3/3-2-6.pdf>

⁴ ASET ホームページより

http://www.aset.or.jp/kenkyu/kenkyu_hyosho.html

⁵ ASET ホームページより

<http://www.aset.or.jp/kenkyu/kakudai.html>

⁶ ASET ホームページより

http://www.aset.or.jp/kenkyu/kenkyu_operation.html

⁷ NEDO の概要 1996 年～97 年

http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/nenshi/3color/1996_1997.pdf

⁸ 「技術研究組合超先端電子技術開発機構の活動について」、情報処理振興協会発行『メディア』2000 年 1 月号より

<http://www.nmda.or.jp/nmda/medeia/medeia54.pdf>

⁹ ASET の研究成果、6 ページ

http://www.aset.or.jp/kenkyu/panf_1.pdf

¹⁰ ASET ホームページ完了プロジェクトの研究成果より

http://www.aset.or.jp/kenkyu/kenkyu_seika_comp_1.html

¹¹ ASET ホームページ完了プロジェクトの研究成果より

http://www.aset.or.jp/kenkyu/kenkyu_seika_comp_1.html

¹² ASET ホームページ研究成果と研究成果実用化の例より、

http://www.aset.or.jp/kenkyu/kenkyu_seika_comp_1.html

¹³ http://www.aset.or.jp/kenkyu/kenkyu_comp.html

¹⁴ NEDO 平成 14 年度成果報告書より

¹⁵ 平成 18 年度実施方針より

<http://www.nedo.go.jp/activities/portal/gaiyou/p06018/h18jisshi.pdf>

¹⁶ 例えば、「お付き合いから戦略利用へ」、日経エレクトロニクス 2007 年 1 月 1 日号 図 2