

研究評価委員会
「次世代半導体微細加工・評価基盤技術の開発」(中間評価)分科会
議事録

日 時：平成25年8月27日(火) 10:00~17:50

場 所：大手町サンスカイルーム D室(朝日生命大手町ビル27階)

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 宮本 岩男 東京理科大学 基礎工学部 電子応用工学科 嘱託教授
分科会長代理 石原 直 東京大学 大学院工学系研究科 特任教授
委員 伊藤 順司 住友電気工業株式会社 研究統轄本部
パワーシステム研究開発センター 常務執行役員/副本部長/センター長
委員 上野 巧 信州大学 ファイバーイノベーション・インキュベータ 特任教授
委員 笹子 勝 パナソニック株式会社 オートモティブ&インダストリアルシステムズ社
セミコンダクター事業部 マニュファクチャリング総括
プロセス開発センター 次世代技術グループ グループマネージャー
委員 鈴木 章義 キヤノン株式会社 NGL第2開発部 フェロー
委員 西山 岩男 九州工業大学 大学院工学府 電気電子工学専攻 非常勤講師

<推進者>

岡田 武 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 部長
関根 久 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 統括研究員
吉木 政行 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主幹
寺門 守 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主幹
金里 雅敏 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主任研究員
青山 敬幸 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査
明日 徹 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査
遠目塚 幸二 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査
間瀬 智志 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主任
田中 博英 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 職員

<実施者>

渡邊 久恆 株式会社 EUVL 基盤開発センター 社長
森 一朗 株式会社 EUVL 基盤開発センター 取締役
稲垣 謙三 株式会社 EUVL 基盤開発センター 取締役
井上 壮一 株式会社 EUVL 基盤開発センター 部長
渡辺 秀弘 株式会社 EUVL 基盤開発センター 部長
井谷 俊郎 株式会社 EUVL 基盤開発センター 部長
東 司 株式会社 EUVL 基盤開発センター 部長
福永 健二 株式会社 EUVL 基盤開発センター 部長
増富 理 株式会社 EUVL 基盤開発センター 副部長

東木 達彦 株式会社東芝セミコンダクター&ストレージ社 部長
伊藤 信一 株式会社東芝セミコンダクター&ストレージ社 主幹
平野 隆 株式会社東芝セミコンダクター&ストレージ社 主査
谷 昇 株式会社東芝セミコンダクター&ストレージ社 参事
泊 一修 株式会社東芝セミコンダクター&ストレージ社 参事
杉本 健 JSR 株式会社 執行役員
竹下 浩介 JSR 株式会社 課長
林 直也 大日本印刷株式会社 フェロー
殿森 博志 大日本印刷株式会社 部長
岡林 理 レーザーテック株式会社 社長
楠瀬 治彦 レーザーテック株式会社 副社長
宮井 博基 レーザーテック株式会社 スタッフエンジニア
木村 憲雄 株式会社荏原製作所 精密機器事業部長
寺尾 健二 株式会社荏原製作所 電子線検査装置事業室長

<企画調整>

中谷 充良 NEDO 総務企画部 課長代理

<事務局>

竹下 満 NEDO 評価部 部長
保坂 尚子 NEDO 評価部 主幹
柳川 裕彦 NEDO 評価部 主査

一般傍聴者 2名

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、分科会の設置、資料の確認
2. 分科会の公開について
3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について
4. プロジェクトの概要説明
 - 4.1 「事業の位置付け・必要性」及び「研究開発マネジメント」について
 - 4.2 「研究開発成果」及び「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み」について

(非公開セッション)

5. プロジェクトの詳細説明
 - 5.1 EUV マスクブランク欠陥検査技術開発
 - 5.2 EUV マスクパターン欠陥検査技術開発
 - 5.3 EUV レジスト材料技術開発
6. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて
 - 6.1 プロジェクト成果の活用の概要説明
 - 6.2 EUV マスクブランク欠陥検査装置事業化計画
 - 6.3 EUV マスクパターン欠陥検査装置事業計画
 - 6.4 EUV マスク事業計画
 - 6.5 EUV レジスト事業計画
 - 6.6 メモリ事業への EUVL 技術適用計画
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定、その他
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、分科会の設置、資料の確認
 - ・開会宣言（事務局）
 - ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1-1、1-2に基づき事務局より説明。
 - ・宮本分科会長挨拶
 - ・出席者（委員、推進者、実施者、事務局）の紹介（事務局、推進者）
 - ・配布資料確認（事務局）
2. 分科会の公開について

事務局より資料 2-1 及び 2-2 に基づき説明し、議題 5「プロジェクトの詳細説明」から議題 7「全体を

通しての質疑」を非公開とすることが了承された。

3. 評価の実施方法及び評価報告書の構成

評価の手順を事務局より資料3-1～3-5に基づき説明し、了承された。

また、評価報告書の構成を事務局より資料4に基づき説明し、事務局案どおり了承された。

4. プロジェクトの概要説明

(1) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント

推進者より資料5-2に基づき説明が行われた。

(2) 研究開発成果及び実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み

実施者より資料5-3に基づき説明が行われた。

【宮本分科会長】 どうもありがとうございました。

ただいまの説明に対してご意見、ご質問があればお願いします。技術の詳細については後ほど議題5で議論するので、ここでは主に事業の位置付け、必要性、マネジメントについてご意見をいただければと思います。よろしくお願いします。

【柳川（事務局）】 実施者の皆様にはお願いです。右前方で速記者が記録を取る都合上、恐れ入りますがメインテーブル前列以外の方は発言の際に所属とお名前をお願いします。

【宮本分科会長】 まず事業の位置付けや必要性について何かご意見はございますか。

【伊藤委員】 NEDOの説明資料の39分の9ページ、「他研究機関の開発状況」の図です。EUV（極端紫外線）は半導体産業のこれからのプラットフォーム技術なので非常に重要だと思います。一方、日本はいつも技術で一先懸命頑張りますが、その果実はほかの国が取るというパターンが、最近特に半導体で見受けられます。これだけの規模で国のプロジェクトをやっているのは大変重要ですが、果実をしっかり取らないといけないという意味では、すみ分けの図がかなり大事だと思います。

私は1回だけ中間評価的なものに出たような気がしますが、私の記憶では、その時はステッパーそのものの開発もやっていたように思います。今回は選択と集中で、マスクとレジストに集約しています。これはある意味でいいことだと思いますが、逆に言うと、マスクとレジストで日本が世界のマーケットをちゃんと取れるのかというところがすごく心配です。

したがってこの図では、ある種のアライアンス的なイメージが共有されているのかどうかです。あまりカルテルっぽくやってはいけません、「日本はマスクとレジストで頑張る。ASML（オランダに本部を置く半導体製造装置メーカー。半導体露光装置（ステッパー、フォトリソグラフィ装置）を販売する世界最大の会社）は装置そのものをやる。米国はこれをやる」という3極のすみ分けが、当事者同士である程度のイメージとして共有されているのかどうか、すごく気になります。

「日本はマスクとレジストで頑張る」と言っても、最後になって「マスクやレジストは汎用品ですね」ということで技術がどんどん使われると、日本の研究開発投資が無駄になる可能性もあります。これは微妙なところですが、将来のビジネスにおけるお互いのすみ分けはすごく大事なことで、これに対してNEDOがどういうアクティビティをされているのかが少し気になります。

【吉木（推進者）】 資料にも書いてありますが、SEMATECH（アメリカが官民共同で行なっている半導体製造技術研究組合）は、ブランク欠陥検査に関しては日本メーカーに任せる意向を表明しています。具体的に文書を交わすところまでは、我々は関知していませんが、体制のところでは世界的にIMEC（ベルギーに本部を置く国際研究機関。リソグラフィ技術など次世代エレクトロニクス技術の開発に取り組んでいる）などと技術の交流をしながら、我々として進むべきところをやっているつもりです。

【関根（推進者）】 7～8ページを含めて9ページに至っていますが、伊藤委員のご指摘のとおり、3極における明確なすみ分けの文書を交換しているわけではありません。これは今後進めるべきところかも

しませんが、露光装置メーカーが ASML という 1 社しかないのは事実です。その中で IMEC があって、今後の 3300 を 11 社に展開していくので、露光装置についてはなかなか難しい状況です。

そういう位置付けの中で日本は、技術優位性、産業競争力の維持を目指しています。ブランクについては国内メーカー全体のシェアが 90% ぐらいなので、これの維持・拡大が一つの目的です。マスクは国内が約 40% なので、これの拡大、レジストは国内が 80% 弱なので、これの維持・拡大です。拡大は難しいかもしれませんが、マスクとブランクパターンの検査装置を含めた事業の市場展開を支持するという意味で、開発拠点を日本において、それを国際展開していくという位置付けで活動しています。

【宮本分科会長】 どうもありがとうございました。いまの件に関連してほかにご意見、質問はありますか。

【西山委員】 私は最初から EUV にかかわって、これまでの変化を見ていますが、それぞれが全部の技術をやって学会レベルで健全に競争すればいいという時代から、デバイスメーカーも装置メーカーも淘汰が進んで、各極で全部の技術をやるのがだんだんできなくなっています。

ですから技術も国際的に分業して、全体でバランスを取らなければいけません。これはシステム技術なので、どれかが欠けるとだめになりますが、そういう大きな技術を国際的に分業してやるという非常に難しいフェーズに入っているのではないかと思います。

今回のプロジェクトで光源と装置、システム関係が抜けているのも、淘汰という観点があると思いますが、いままでは EUVA（技術研究組合極端紫外線露光システム技術開発機構）という組織があったので、技術者は技術研究のレベルをちゃんと把握できていたと思います。それがなくなったので、少なくとも情報収集という意味では力を抜かずに、何かの手で、欠けているところの情報収集だけはきちんとやっていただきたいと思います。

海外のメーカーは情報収集が上手なので、日本のマスクのブランクの開発を非常によく見てわかっていると思います。ですから逆に、たとえば光源や装置のところで情報不足にならないように、NEDO のマネジメントベースでも、ぜひ工夫をお願いできればと思います。

【宮本分科会長】 どうもありがとうございました。いまのことに対して NEDO から何かありますか。

【吉木（推進者）】 10 ページにも書いてありますが、光源に関してはほかのプログラムでも支援して、情報収集は随時行っているの、そのへんは大丈夫だと考えています。

【宮本分科会長】 どうもありがとうございました。ほかにも先生方から何かございますか。

【笹子委員】 最大の目的は低消費電力化ですが、NEDO はほかにも 3 次元化や低消費電力の回路のプロジェクトを実施しています。他のローパワー化に対するプロジェクトと今回のプロジェクトのすみ分け、役目、重要度について補足説明をしていただければと思います。また、この目的は IT ですが、「ストレージメモリだけ」と指定されている理由もお願いします。

【青山（推進者）】 ほかのプロジェクトは、たとえばデバイスの低消費電力を目指すプロジェクトがありますが、その基盤になる微細化の技術と位置付けられると思います。それからストレージメモリだけを対象にしているわけではなくて、6 ページの NEDO のマップに描かれているように、半導体全般を視野に入れて、その中の一つとしてストレージのことを言っています。

【笹子委員】 いまは 3 次元化の方向もありますが、それに対してこのプロジェクトはどのような位置付け、重みかという補足説明もお願いします。

【青山（推進者）】 3 次元化自体は高機能化と高集積化と位置付けられると思いますが、低消費電力の強力な武器としては微細化が非常に優れています。ですから 3 次元化の方向にも進むでしょうが、微細化も極限まで進めなければいけないという位置付けで、このプロジェクトを進めております。

【宮本分科会長】 よろしいですか。

【岡田（推進者）】 少し補足します。時間軸上では、微細化が手前で 3 次元化は少し先に置いています。

【宮本分科会長】 どうもありがとうございました。

【鈴木委員】 日本はマスク、レジストは非常に強いのですが、世界的には SEMATECH でもマスク検査のプロジェクトをやっていますね。それも含めて日本が勝つシナリオは何か考えられているでしょうか。

【青山（推進者）】 まずブランクス検査方式は、この領域で EUV のマスクブランクスを評価する技術として、唯一我々が行っている ABI の方式が世界的にも認められているので、この方式が必ず主流になると思います。

一方でマスクのパターンは、将来的には EUV 光を用いた検査方式などが出てくるとは思います、まだスケジュールが明確ではありません。しかし現実的に実用化はごく間近に迫っているのでは何かの方法が必要です。ですから我々は、主流になる前の電子方式を用いて先に市場に投入することでシェアを獲得したいと思っています。

【上野委員】 国際的なすみ分けといっても、最終的にはたぶん各メーカーがどれだけ活躍できるかにかかっていると思います。これはマネジメントになるかもしれませんが、この開発では各企業の要望あるいは満足度というかたちでフィードバックがかかっているのかを伺いたいと思います。

【渡邊（実施者）：PL】 デバイスメーカーの要望とフィードバックについてご説明します。ブランクス検査装置の場合、メーカーはメーカーA社ですが、メーカーB社を含めたデバイスメーカーからユーザーニーズとして要望が来て、プログラムコミティで議論し仕様をブランクス検査装置メーカーに伝えます。その開発成果はリサーチメモや月報、季報、あるいはプログラムコミティレポート、ステアリングコミティレポートの形で還元します。議論して開発されたブランクス検査装置を買うのはブランクスメーカーやマスクメーカーです。これらはすべて日本のメーカーですがマスク検査装置の場合は、デバイスメーカーは皆自分でマスクショップを持っているので海外デバイスメーカーも顧客となります。

マスクの検査装置に関しても同様です。このメーカーはメーカーC社ですが、デバイスメーカーであるユーザーからの希望にに合わせて売るといふビジネスです。プログラムコミティや個別の会話の中で仕様が決まっていくので、いろいろな意見を反映して開発している状況です。

【石原分科会長代理】 渡邊 PL のプレゼンの最後の「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み」です。いま装置の話が出ていましたが、レジストはデバイスメーカーのプロセス開発で一番重要な材料の一つだと思います。この絵でもレジストはかなり早い時期にリリースされる格好ですが、世界中のデバイスメーカーはできるだけ早くレジストが欲しいと思います。

装置関係は特許を固めておいて使い方をどうのこうのということがありますが、レジストは渡せば使ってしまいます。そこからのフィードバックの情報は、EIDEC（株式会社 EUVL 基盤開発センター）を経由しないでレジストメーカーに直接返るのでしょうか。

【渡邊（実施者）：PL】 両方です。レジストメーカーとデバイスメーカーの間で直接やり取りする中身は我々のコントロール外ですが、アウトガスや RLS (Resolution, Line width-Roughness, Sensitivity) を改善したい、あるいは原因を追究したいというときは EIDEC に話が来ます。我々のプロジェクトの装置を使って自ら評価して、我々の中で議論した結果、レジストが高度化されます。

【伊藤委員】 資料の 21 ページにリソグラフィの動向の図があって、0~5、5~10、10~20、20 以上に色分けされていますが、これは「10~20 は ArF（エキシマレーザー）である程度行ける」という図でしょうか。

【渡邊（実施者）：PL】 これはデバイスによって違うと思いますが、特にフラッシュでは、現在は ArF が走っているのが現実です。

【伊藤委員】 この図が主張する点を聞いていますが、10~20 は ArF と EUV のバトン領域なのでしょう

か。

【渡邊（実施者）：PL】 はい。DRAM（半導体メモリの1種）系とMPU（超小型演算処理装置）は、2016年前後にEUVに切り替わるだろうということです。

【伊藤委員】 この領域でArFからEUVにだんだん変わっていくエントリー領域という意味で書かれているのですね。わかりました。

それから24ページの「EIDECプロジェクトの概要（1）」です。hp（ハーフピッチ）22nmは量産化が困難だと判断して、16nmで量産へ持っていくことにストラテジーを変えています。22でできなかったのが16ではできるとするのは、どういう理屈でしょうか。

【渡邊（実施者）：PL】 16nmでできることは、もちろん22nmでもできますが、22nm世代に間に合わせられなかったということです。

【伊藤委員】 それは現在の話だから、むしろやる意味がないと判断したのですか。

【渡邊（実施者）：PL】 現在すぐに適用できるなら始めたいと思いますが、「今日、全セットがそろいますか」と言うと、光源の明るさも含めて、残念ながらそろえられません。「22nmは今日の世代なので間に合わなかった」という意味です。表現が悪かったかもしれません。

【宮本分科会長】 いまは50Wぐらいしかできていませんが、何年か後に200～250Wに行くかということ、なかなか難しいところがあると思います。それでも実際に使われる可能性があるとお考えですか。

【渡邊（実施者）：PL】 光源メーカーであるサイマー社も大変苦戦しており、開発加速するためにASML社が買収して、さらにインテルが資金的に支援している構造になっています。「間に合うか」ではなくて、「間に合わせろ」という勢いで大きなお金が動いているので、意気込みとしては期待できますが、技術のことで、そう簡単ではありません。ただ「2016年までに達成しろ」というプレッシャーをかけながら皆で協力して達成させたいという雰囲気になっているのではないかと思います。

【宮本分科会長】 たとえば100Wしかできなくても、メーカーはそれを使って実際に物をつくろうと思っているのですか。

【渡邊（実施者）：PL】 先端グループは「100Wでも量産を始める。EUVのデバイスとして不満だけども量販を始める」と言っています。性能は不満だけど、始まったら性能が良くなってコストが下がるという意味で、「100点から出発するのではなくて、50点だけども出発する」とデバイスメーカーははっきり言っています。そういうことは過去のリソグラフィでもあったと思います。

【関根（推進者）】 西山委員からのご指摘のように、ベンチマークは非常に重要だと思います。当然海外のベンチマーク+ArFのベンチマーク、そしてレジスト材料の開発で50Wでもできるかもしれない。我が国は、これを含めてレジスト材料の開発を進めています。

さらに今後2年半でやっていくのは、まさしくArFのベンチマークです。そこに向けて実用化したときに市場性があるかないかを含めて、そこは企業任せになりますが、そのリスクを背負ってやっていただくので、その情報交換をしながら我々が支援するということだと思っています。

【宮本分科会長】 どうもありがとうございました。予定の時間になりましたので、もし何かあれば後半のときにご質問いただければと思います。本プロジェクトの内容については、この後詳しくお話があると思うので、そのときにご質問をよろしく願います。

プロジェクトの詳細説明にあたり、非公開資料の取り扱いについて事務局より説明があります。

【柳川（事務局）】 昼食後の議題5のプロジェクトの詳細説明については、知的財産権の保護の観点から非公開となります。それでは全員がそろっているところですので、非公開資料の取り扱いについて事務局から説明させていただきます。

【保坂（事務局）】 本プロジェクトの評価対象テーマ及び非公開資料の取り扱いについて事務局から説明いたします。お手元の資料2-3及び2-4をご準備ください。

資料 2-3 に記載のとおり、本日配布している非公開資料は本プロジェクトの評価のためにのみ使用し、厳格に守秘することとしております。また秘密情報は善良なる管理者の注意をもって取り扱う必要があります。

守秘義務につきましては、評価委員の皆様には委員承諾のときにご誓約いただいております。また NEDO 職員には、我々 NEDO の機構法に基づいて秘密保持義務が課せられております。また評価業務を支援している委託先のシンクタンクへは、委託誓約書において守秘義務を課しております。

次に非公開資料の取り扱いですが、配布資料 2-4 です。1 に記載のとおり、非公開資料には非公開資料であると判別できるように注意書きを加えるなど、公開資料と区別しています。また 2 に記載のとおり、非公開資料は電子データでは取り扱わず、紙面のみの取り扱いとしております。

なお今後の非公開資料の回収方法ですが、事務局である評価部及び推進部署それぞれの責任において非公開資料を回収します。また回収した資料は、保管するものを除いて推進部、実施者へ確実に返却いたします。

なお評価委員の皆様におかれましては、非公開資料は評価作業終了直後に事務局で回収しますので、それまでの間、紛失なきよう善管注意をもって管理いただけますようお願い申し上げます。以上です。

【宮本分科会長】 どうもありがとうございました。それでは予定の時間がまいりましたので、ここで昼食の休憩に入りたいと思います。その前に事務局から案内があります。お願いします。

【柳川（事務局）】 昼食後の詳細説明については、EIDEC 以外の皆様は退場をお願いします。

(非公開セッション)

5. プロジェクトの詳細説明

省略

6. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

6. まとめ・講評

【宮本分科会長】 それでは最後の議題 8 「まとめ・講評」に移りたいと思います。これから各委員からの講評をお聞きします。なお非公開セッションの内容に関しては、この場で触れないようにしていただきたいと思います。まず西山委員から、よろしくをお願いします。

【西山委員】 今日一日ご苦労様でした。私はそちら側に座ったことは何度もありますが、こちらはもう少し楽なのかと思っていたら結構大変でした。私は技術屋なので、技術的に細かい質問はいくらでもあって、限られた時間ではできなくて、そういう点では欲求不満になるところもあります。これは講評なのでざっくりとしたお話ですが、全体としては Selete（株式会社半導体先端テクノロジーズ）から出て 2 年経って、非常に着実に進展しているという印象を持ちました。

三つの技術領域について私の感想を述べます。アクチニクは Selete の延長ですが、この 2 年間非常に着実な印象を受けました。特に Review Mode ができあがって、もう見えているということで心強く思います。EUV の欠陥を低減する一つのやり方として、パターンで隠すという話が何度も出ているので、それをぜひ早めの実証して有効性を確認していただければと思います。

パターン検査は、特に EB を用いるパターン検査は、私はあまりファミリアでないこともあります

が、苦言を言わせていただくと事業原簿が少し読みにくい印象でした。ターゲットがどこにあって、いまどこに行っているのか、技術が見にくいところがあったので、気をつけていただければと思います。シミュレーションなのか実測なのか、パッと見てよくわからないところもありますが、これは私の理解不足もあるかもしれません。

レジストは、私に近いのはレジストのアウトガスです。EUVの装置が入ったせいもあるかもしれませんが、これも Selete の時に比べると、かなりシステムティックに進んでいる印象を持っています。

技術的な詳細の中で言い切れなかったのですが、一つお願いします。レジストのアウトガスは、もう少しダイナミックな効果を考えてほしいと思います。チョロチョロゆっくり出てくるのか、光が当たった時だけパッと出てくるのかによってインパクトが変わります。

露光装置はスキャン露光なので、何秒もかかってチョロチョロ出てくるのであれば、その間に当たった部分は離れてしまって、そこのアウトガスは完全にスペック外になると思います。早い遅いはスキャンのスピードとの関係ですが、そのへんを加えると良いと感じました。全体としては非常に着実に進展していると思います。以上です。

【鈴木委員】 今日はどうもありがとうございました。非常にチャレンジングなことをやっているのがよくわかりました。だんだん絞られてきて、いま日本が得意とするマスクとレジストに来てしまったという印象ですが、ぜひそこを守っていただきたいと思います。技術自体がチャレンジングなので、現実的な落としどころをうまく考えた運営をすれば、EUVが進展した時にEIDECの機能がうまく果たせるのではないかと思います。

具体的に言うと、ブランク検査は私が聞いている限り、非常に有力な技術だという定評があると思います。ただ、どれだけ売れるかという点、マスクに関してはマーケットが小さくて苦労しているので、何らかのかたちでEIDECがうまく支援するといったいいという気がします。

パターンインスペクションは、EUVだけに限らないで、いろいろな展開ができる技術がないかなと感じました。16nmをああいとかたちで検査するのはそんなになので、そのへんを含めて、日本が非常に得意なEUV技術をうまく生かすように指導していただきたいと思いました。

レジストは2年前だったか、マイアミでやったときに日本のレジストメーカーで、化学増幅で限界解像が全然出なかったのが、あるバーターをやっけて急にできるようになって、一気に化学増幅の限界が進んだということがあったと思います。そうすると当たり前のように出てくるので、100点満点は行かなくても、その中で周りを見ながら現実的な指針を出してEIDECを進めていけば、非常にいい競争力を出せる運営ができるように思います。以上です。

【笹子委員】 今日のご苦労様でした。素晴らしい進展を聞かせていただきありがとうございます。戦略的にすみ分けて、日本が強いマスク、レジストにある程度フォーカスするのは非常にいいやり方だと思います。

ただしEUVは3極のどれが欠けても実現できないので、EUVそのものが実現できるように、3極とEIDEC、このプロジェクトが中心となって、ぜひ加速する活動もしていただきたいと思います。

残念ながら、日本の半導体メーカーで微細化をやるプレーヤーが少なくなっているのは事実ですが、半導体のビジネスをやめたわけではありません。必ずファウンダリにお願いしますが、現時点で、すでにArFの液浸でダブルパターンングは四重露光など、非常に高いコストで、あり得ない状況になっています。ぜひEUV実現で低コスト化してほしいという要望は非常に強いし、私個人もそうです。

ですから渡邊PLもNEDOも「これは我が国の全部の半導体メーカーに対しても非常に大きな受益ではないか」ということで、ぜひコストダウンをアピールしていただきたいと思います。

技術的には、マスクブランクスについては差別化が十分できているという印象を持っています。少し不安なのがマスクパターン検査装置で、EUVと現行の光の差別化がまだ不明確なので、ぜひ差別化

のブラッシュアップをしてほしいと思います。

レジストに関しては、日本発のイノベーションで 11nm 突破を期待しています。ぜひ EUV を実用化していただきたいと思います。よろしくお願いします。

【上野委員】 今日ありがとうございました。EUV の難しさをあらためて聞いたような気がします。その意味で、これから実現するためには一層開発を強化しなければいけません、これだけの難しい技術は NEDO のような資金でサポートする必要があることも認識しました。何といても、こういう開発を通じて日本の産業の活性化をするのが NEDO の一番の目的だと思います。

今回は EUV の装置はありませんが、材料、装置、部品という基幹となるところで日本が勝たなければいけません。あとは組み合わせ、すり合わせの技術で、うまくビジネスにしないといけないと思います。

マスクについてはすでに出ていると思いますが、材料開発を担当していた私の経験から言うと、レジストの開発では解像度の評価がきちんとできる装置が必要だと思います。日本はレジストでは世界で 70% のシェアを持っているので、「ここでやればできる」という装置の準備を進めて、それ以上にやれるようにしていただければと思います。

【伊藤委員】 今日久しぶりに EUV の話を聞いて大変勉強になりましたし、専門用語も懐かしく思いました。

今日はマネジメントについて NEDO にしっかりプレゼンをしていただいて、研究開発の責任を持つ EIDEC から成果をしっかり言っていただきました。最後のほうでは事業化に対して、各企業から非常に心強い発表がありました。この 3 部立ては非常に良かったと思います。

「NEDO の役割は何なのか。単なるファンディングエージェンシーか」という話がありましたが、今日は非常に主体的にプレゼンをして、それに対する質疑応答も一人称でちゃんと語っていただいて、日本のプロジェクトの中で非常に進歩したと大変感銘を受けました。ぜひこの三つの役割分担で、三位一体で、プロジェクトをしっかりやっていただきたいと思います。

コストの話では「なぜこれを選択したか」というイントロダクションのところが少し弱かったように思います。「なぜその技術をやるのか。なぜそこにお金を投じるのか」という理由づけの一つとして、コストで勝たないといけません。半導体はコストで負けて技術では負けていないということでしょうから、最初にしっかり理由を言うと、逆に、非常にわかりやすいと思います。

二つ目に理想論ではなく、ゴールを 100 としたら 60 でもいいから製品を出していくというスタイルにしないと勝てないと思います。もちろん 5 年後の 100 点を目指してやりますが、「いま 60 点ですけど」と言いながら 60 点の製品を出さなければいけません。私は企業でやっていて、つくづくそう思います。必ずしも 100 点の製品は要らない場合があるので、60 点でもいいから中間的なものを積極的に出していくというマネジメントがいいと思います。

あとは標準化が気になりました。3 極のコラボレーションができているのであれば、3 極の力を使って、できるだけいい技術をリーズナブルなコストで出せるように、逆に言うと安かろう悪かろうを排除する標準化の取り組みも片隅で考えるといいと思います。

【石原分科会長代理】 いまの 5 人の委員で言い尽くされていると思いますが、ごく簡単に申し上げたいと思います。いまは EUV と言っていますが、X 線縮小投影と言っていたころに現場にいた者として、これだけの研究開発、技術開発をしていただいていることに感謝の意を表したいと思います。

「100% にならなくても、まず使うところからやるのがいいのではないか」というお話がありましたが、リソグラフィの技術にかかわって上からも言われ、自分でも思っていたのは「精度と解像力とスループットという三つの基本性能を達成するのがリソグラフィだ」ということです。マニファクチャリングになるとコストが関係するかもしれませんが、研究開発の現場ではこの三つなので、その

観点から今日のプレゼンや議論を聞いていましたが、解像力、精度のところは「100%でなくても使おうじゃないか」という観点に立った検討が結構やられているような気がします。

たとえばレゾリューションのところでは DSA を入れる、ほかのものを組み合わせる、精度のところではスムージングという技術がありますが、スループットのところは皆さんの発言で光源の高出力化待ちというイメージが伝わってきて、他人任せになっているような感じを受けました。

そんなことはないと思いますが、スループットを出すにはレジストの感度を上げれば、光源の出力を上げるよりはるかに楽に行くはずだし、少し低いパワーでも使える先を考えるとできると思うので、ここは柔軟な頭で考えていただければと思います。

【宮本分科会長】 皆さん、今日は活発な議論をありがとうございました。私も EUVL の、前のプロジェクトにかかわった者として、キヤノンとニコンがやってくれなかったのが残念です。ASML に牛耳られないようにするにはどうしたらいいか、少し考えなければいけないのではないかと思います。

私は基板の加工をやっていたので、一番初めのブランクスのところ、基板の欠陥は元の材料自身、多層膜をつける前にどのぐらいのレベルでなければいけないのかという話が聞けたら良かったと思います。

そこは問題ないという話であればいいのですが、「そのへんからもう少し頑張らなければいけないのか。形状精度を含めて、粗さというよりは、そこにスクラッチのようなイメージのものがあるのか。多層膜をつけるときにあってはいけないもの、嫌なものがない現状なのか」ということを知りたいと思いました。今日はその上の話しかなかったので少し残念です。基板をつくるブランクスメーカーから、そのへんをもう少し教えていただければ良かったと思います。

2 番目のパターンの検査装置に関しては、笹子委員が心配しているように、転写型のああい装置を実際につくって使うのは、なかなか難しいものを含んでいると思いますが、これから先 hp11nm にも使えるように頑張ってくださいと思います。

レジストに関しては、3 軸とも全部満足するものをつくるのは、現時点では非常に難しいと感じましたが、プロセス、スムージングなど、いくつかのお話がありました。LWR (Line Width Roughness) で 1.3 が 3nm ぐらいでいいのではないかと話で、多少楽になったと感じましたが、この中で一番大変なのはレジストだと思うので、レジストの関係の方にさらに頑張ってくださいと思います。

以上ですが、推進部長あるいは実施者代表から最後に何か一言あればよろしくお願ひします。

【青山 (推進者)】 委員の方の講評の後に少し回答したいところがあります。このプロジェクトで我々が一番考えているのは、ご指摘がたくさんあったコストのところ、デバイスや状況によって必要なコストが上下するので、まだ明確なところは言えませんが、コスト主導の技術になるだろうということで、常にコストについて考えながら、この技術のマネジメントをやっていることをお伝えしたいと思います。

【宮本分科会長】 どうもありがとうございました。もう少し頑張って安いものができればいいと思います。

【渡邊 (実施者) : PL】 私もいろいろなところで話をするとき、「EUV の目的はコストダウンに貢献することだ」と、よく最初のスライドで出しています。ところが「露光機自身の値段が非常に高いのではではないか。光源出力が 250W になるともっと高くなる。それでコストダウンが合うのか」と言われます。本当にスループットを上げてコストダウンするためにはレジストも感度向上で相当貢献しなければなりません。

その中で EIDEC 関連では、レジスト、マスク、スループットという観点で相当頑張らなければいけない余地があります。

基板に関しては全然問題がないわけではなくて、ブランクス欠陥の大半が基板の加工傷やゴミか

ら発生する基板起因のようです。「基板の加工欠陥をゼロにしたい所ですが基板欠陥自身の評価技術がなく、多層膜をつけて初めて欠陥があるかどうかわかる。基板の裸の状態での欠陥検査装置開発してほしい」という依頼があります。検討はしていますが、これは相当難しいようです。ただ、いずれまともに挑戦しなければいけないのではないかと思います。

今日ご指摘いただいたところは、今後いろいろな場面で株主あるいはクライアントと議論していきたいと思います。世界からの期待は大変大きいものがあるので、外国のコメントも含めて、きっちりと実用化に整合させて進めていきたいと思います。引き続きご支援をよろしくお願いいたします。どうもありがとうございました。

【岡田（推進者）】 今日はどうもありがとうございました。まさに最前線の研究なので、NEDOは管理側として国際的な動向を常にウォッチして、ベンチマークを置いて、機動的に動けるマネジメントをしていきたいと思います。このプロジェクトはEUVによる微細化の実現にプライオリティーを置いています。集積化を図るうえでは当然3次元化という話もあります。先を見越したもう一つ上のレイヤーでの政策判断は、経済産業省とも連携して、日本の半導体産業が強くなるための措置をいろいろなかたちで取っていきたくて思っております。今後ともご指導の程よろしくお願いいたします。

【宮本分科会長】 それではNEDO評価部の竹下部長からご挨拶をお願いします。

【竹下（事務局）】 本日は長時間お疲れ様でした。特に評価委員の皆様、ナショプロの中間評価に参加いただきまして、まことにありがとうございます。事務局を代表してあらためて御礼申し上げます。今後2週間で、書面で評点票をいただきますが、ぜひ率直な評価コメント、評点づけ、今後の提言をよろしくお願いいたします。

実施者、推進部の皆様、中間評価に対応いただきまして、まことにありがとうございます。今後2カ月中間評価をまとめます。中間評価はプロジェクトの節目として、プロジェクトの見直しに非常に重要なツールです。ぜひ評価結果を最大限尊重して今後の見直しに活用していただきたいと思えます。以上です。

【宮本分科会長】 どうもありがとうございました。それでは、これで終了とさせていただきます。不慣れでご迷惑をおかけしましたが、長時間にわたりご説明、ご審議を賜りどうもありがとうございました。

9. 今後の予定、その他

10. 閉会

配布資料

- 資料 1-1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 1-2 NEDO 技術委員・技術委員会等規程
- 資料 2-1 研究評価委員会分科会の公開について (案)
- 資料 2-2 研究評価委員会関係の公開について
- 資料 2-3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘について
- 資料 2-4 研究評価委員会分科会における非公開資料の取り扱いについて
- 資料 3-1 NEDO における研究評価について
- 資料 3-2 技術評価実施規程
- 資料 3-3 評価項目・評価基準
- 資料 3-4 評点法の実施について (案)
- 資料 3-5 評価コメント及び評点票 (案)
- 資料 4 評価報告書の構成について (案)
- 資料 5-1 事業原簿 (公開)
- 資料 5-2 プロジェクトの概要説明資料(公開)
事業の位置付け・必要性/研究開発マネジメント
- 資料 5-3 プロジェクトの概要説明資料(公開)
研究開発成果/実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み
- 資料 6-1 事業原簿 (非公開)
- 資料 6-2 プロジェクトの詳細説明資料 (非公開資料)
各研究開発テーマの詳細
- 資料 6-3-1～資料 6-3-5 プロジェクトの詳細説明資料 (非公開資料)
実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み
- 資料 7 今後の予定

以上