

平成27年度実施方針

電子・材料・ナノテクノロジー部

1. 件名：プログラム名 ITイノベーションプログラム
(大項目) 次世代半導体微細加工・評価基盤技術の開発(超低電力デバイスプロジェクト)

2. 根拠法
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号ニ

3. 背景及び目的・目標
本プロジェクトは、第3期科学技術基本計画における国家的・社会的課題に対応した研究開発の重点分野である情報通信分野に位置づけられるため「ITイノベーションプログラム」の一環として実施する。また、我が国のIT機器の消費電力量を低減させる革新的な技術開発が必要とされていることから「低炭素社会を実現する超低電力デバイスプロジェクト」の一環としても実施する。その上で、我が国の半導体関連産業(デバイス、装置及び材料)の国際競争力を強化するため、回路線幅(Half Pitch、以下、「hp」という。)10nm台(現状30nm台)の次世代の半導体微細化技術を開発し、“究極の”半導体微細加工技術である極端紫外線(Extreme Ultra Violet、以下、「EUV」という。)露光技術を構築するマスク関連評価技術、レジスト評価技術等を平成27年度までに確立することを目的とする。

本プロジェクトでは、以下の研究開発を行う。

研究開発目標① EUVマスク検査・レジスト材料技術開発
[共同研究事業(NEDO負担率:1/2)]

hp10nm台の技術領域における課題を解決する。

中間目標(平成25年度)

- (1) EUVマスクブランク欠陥検査技術開発

hp16nm微細加工技術に対応するEUVマスクブランクの許容欠陥の指標、および、EUVマスクABI(Actinic Blank Inspection: 以下、「ABI」という。)装置において6インチブランク全域にわたり位相欠陥を検出する際の欠陥検出感度や検出確率などの指標を明確化し、これらの指標に対応可能なEUVマスクブランク検査基盤技術を確立する。また、hp11nmに対応するABI技術における課題を明確にする。

- (2) EUVマスクパターン欠陥検査技術開発

hp16nm微細加工技術に対応するEUVマスクパターンの許容欠陥の指標、および、EUVマスクPI(Pattern Inspection、以下、「PI」という。)装置において6インチブランク全域にわたりパターン欠陥を検出する際の欠陥検出感度や検出確率などの指標を明確化し、これらの指標に対応可能なEUVマスクパターン検査基盤技術を確立する。また、hp16nmに対応するPI技術における課題を明確にする。

- (3) EUVレジスト材料技術開発

解像度hp16nmのレジストについて、LWR(Line Width Roughness、以下、「LWR」という。)、感度、アウトガスの合否基準を策定し、それらの基準を満足するレジスト材料を開発する。また、hp11nmに対応するレジスト材料における課題を明確にする。

最終目標(平成27年度)

(1) EUVマスクブランク欠陥検査技術開発

hp11nm以細の微細加工技術に対応するEUVマスクブランクの許容欠陥の指標、および、EUVマスクABI装置においておよび6インチブランク全域にわたり位相欠陥を検出する際の欠陥検出感度や検出確率などの指標を明確化し、これらの指標に対応可能なEUVマスクABI基盤技術を確立する。

(2) EUVマスクパターン欠陥検査技術開発

hp11nm以細の微細加工技術に対応するEUVマスクパターンの許容欠陥の指標、および、EUVマスクPI装置において6インチブランク全域にわたりパターン欠陥を検出する際の欠陥検出感度や検出確率などの指標を明確化し、これらの指標に対応可能なEUVマスクPI基盤技術を確立する。

(3) EUVレジスト材料技術開発

解像度hp11nm以細のレジストについて、LWR、感度、アウトガスの合否基準を策定し、それらの基準を満足するレジスト材料を開発する。また、開発したEUVレジストをベースに他のレジスト材料を組み合わせることにより、hp11nm以細のレジスト技術を実現する。

研究開発項目② EUVマスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発
[委託事業]

平成23年度末までに以下の目標を達成する。

(1) EUVマスクブランク欠陥検査装置開発

hp16nm以細に対応するABI装置の設計を完了させると共に、装置構成において核となる要素技術の有効性を明確化する。

(2) EUVマスクパターン欠陥検査装置開発

hp16nm以細に対応するPI装置の設計を完了させると共に、装置構成において核となる要素技術の有効性を明確化する。

(3) EUVレジスト材料基礎研究

得られた知見や新規技術に関する研究成果が、hp16nm以細へのレジスト材料開発にとって有効であることを示す。

平成27年度末までに以下の目標を達成する。

(4) EUVレジスト材料設計及び評価基盤技術開発

高解像度微小面積露光機(HSFET:High NA Small Field Exposure Tool、以下、「HSFET」という。)の総合収差を、0.6nmRMS(Root Mean Square)以内(現在:0.7nmRMS)とすることを目標とし、hp11nm以細対応のEUVレジスト材料における材料設計手法及び評価の基盤技術を開発する。

4. 実施内容及び進捗(達成)状況

4.1 平成22年度(委託・共同研究)事業内容

研究開発項目① EUVマスク検査・レジスト材料技術開発

本研究は、平成23年度から開始。

研究開発項目②EUVマスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発

基本計画に基づき委託先を公募し、応募のあった提案について外部有識者による事前審査を行った。契約・助成審査委員会を経て委託先を決定し、最終目標を達成するため、以下の事業に着手した。

(1) EUVマスクブランク欠陥検査装置開発

EUVマスクABI装置において、高感度・低ノイズ化、高スループットを実現するための要素技術を開発した。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 レーザーテック株式会社、Intel Corp.、Samsung Electronics Co.,Ltd.、SK Hynix Inc.、Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd.)

(2) EUVマスクパターン欠陥検査装置開発

EUVマスクPI装置において、高感度、低ノイズ化、高スループットを実現するための要素技術を開発した。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 株式会社荏原製作所)

(3) EUVレジスト材料基礎研究

EUVレジスト材料の反応機構の解明、レジスト材料やレジストパターン等に関する新規計測・評価技術などについての基礎的研究を実施した。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、大阪大学)

4.2 平成23年度(委託・共同研究)事業内容

研究開発項目① EUVマスク検査・レジスト材料技術開発

(1) EUVマスクブランク欠陥検査技術開発

平成25年度の間目標達成に向けて、下記の成果が計画通り得られた。

hp16nm世代での量産に対応できるABI装置仕様を検討した。検討項目は、高感度欠陥検出モジュール、ステージに関する技術、光学系検討、高感度信号処理システム等である。また、実際の露光試験を行うためアライメント確認用のマスクの準備を行い、ABI装置実機での読み取り評価も終了した。一方、計算機シミュレーションにより位相欠陥の構造の露光へ与える影響に関する評価において、計算環境の整備を終え、必要な技術検討項目に対して評価を継続的に行った。位相欠陥の評価手段として再委託を行っている兵庫県立大学のCSM(Coherent Scatterometry Microscope、以下、「CSM」という。)研究は、装置の組立が終了し、来年度以降性能の検証と実欠陥の評価を行うことを可能とした。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 レーザーテック株式会社、Intel Corp.、Samsung Electronics Co.,Ltd.、SK Hynix Inc.、Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd.、再委託 兵庫県立大学、東北大学)

(2) EUVマスクパターン欠陥検査技術開発

平成25年度の間目標達成に向けて、下記の成果が計画通り得られた。

欠陥画像の忠実な再現性を得るためには数100eV以上の入射電子エネルギーが必要であり、検出電子数を稼ぐためには低エネルギーの画像電子を取り出すことが必要なことを確認した。また、目標感度を達成するために必要なノイズレベルの解析を検出電子数の観点から行い、これを装置仕様にフィードバックした。これらの得られた結果をもとに、委託業務において、高分解能電子光学系の開発とその製作を行った。電子光学系の優位性を試料との相互作用を織り込んだ電子軌道計算より確認した。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 株式会社荏原製作所)

(3) EUVレジスト材料技術開発

平成25年度の中間目標達成に向けて、下記の成果が計画通り得られた。

200サンプル以上のレジスト材料を評価し、解像度、LWR、感度のバランスが良好な「第1次標準レジスト」を選定した。「第1次標準レジスト材料」の限界解像度評価として、超解像露光技術を用いた評価を行い、限界解像度16nmを得た。レジストプロセス開発としては、トップコートプロセス、有機下地膜の有効性・効果を確認できた。

EUVレジスト材料のアウトガスに関する統一的な知見を得るために計5種類のレジストを試作した。また、高出力EUV光を用いたアウトガス評価装置を改良することにより、実験精度の向上を達成した。試作した5種類のレジストにおいて、EUV、電子ビーム照射によるアウトガス起因で形成されたコンタミ膜の比較評価を実施した。EUVと電子ビームの違いによるアウトガス評価結果で異なる挙動を示すデータが一部で得られた。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、再委託 大阪大学、兵庫県立大学)

研究開発項目②EUVマスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発

(1) EUVマスクブランク欠陥検査装置開発

hp16nm以細に対応するABI装置の設計を完了し、装置構成において核となる要素技術の有効性を確認し、目標を達成した。

研究開発項目①で検討された、hp16nm世代での量産装置の仕様を実現するために、最適な照明光学系、対物光学系およびシステム全体の検討と基本設計を行った。光学シミュレーションにより検査光学系での結像画像の解析を行い、開発装置の光学系の構成を決定した。この過程で、各々の要素部品に要求される取り付け精度を確認し、求められた精度を実現するために必要な装置の機械的な構造を振動解析等の計算機シミュレーションにより最適化し、装置の基本設計を完了した。これと合わせ、前記の装置仕様であるhp16nm世代のEUVマスクブランクを製造するために必要とされる欠陥検出感度において45分以内での欠陥検査を実現するために必要なEUV光源の仕様を定めた。この仕様を満たす光源を選定するために、光源評価のための測定系テストベンチを製作し、EUV光源性能評価法を確立した。これら方法を用いて、市販されている4種類のEUV光源性能の比較評価を行い、EUVマスクブランク欠陥検査装置のEUV光源として選定した。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 レーザーテック株式会社、Intel Corp.、Samsung Electronics Co.,Ltd.、SK Hynix Inc.、Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd.)

(2) EUVマスクパターン欠陥検査装置開発

hp16nm以細に対応するPI装置の設計を完了させ、装置構成において核となる要素技術の有効性を示し、目標を達成した。

既存の試験電子光学系を用い、電子投影光学系により得られる試料の画像を、電子の入射エネルギー等の電子光学系の光学条件を変化させて取得し、開発目標であるhp16nm世代の量産装置に必要な光学条件を確認した。この結果を基に、電子ビーム結像光学系および電子ビーム照明光学系に対する要件を絞り込み、光学系の設計・製作を行った。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 株式会社荏原製作所)

(3) EUVレジスト材料基礎研究

EUVレジスト材料の反応機構の解明、レジスト材料やレジストパターン等に関する新規計測・評価技術などについての基礎的データが得られ、当初の目標を達成した。具体的には、下記の成果が得られた。

酸アニオン固定型のレジスト中における酸拡散をモデル化し、シミュレーションコードを製作した。このシミュレーションにより、レジストプロセスの露光量、クエンチャー濃度、露光後熱

処理時間依存性を明らかにした。逆解析モデルにレジスト溶解点のパターンサイズ依存性を考慮可能とし、実際の露光結果に適用することにより、微細化に伴うレジスト溶解特性の劣化を評価した。hp16nm以細のレジスト設計では微細構造からのレジスト溶解特性の改善が重要になることを明らかにした。

モンテカルロシミュレーションにより、二次電子による解像度ボケ、量子収率の波長依存性を明らかにした。波長5nm程度までは、hp11nmにおいて解像度ボケは許容範囲であり、酸の発生効率もほとんど影響を受けないが、吸収係数が小さくなるため感度が著しく低下することが分かった。

液中 AFM (Atomic Force Microscope: 以下、「AFM」という。)を用いたレジスト膜厚薄膜化による影響の解析を行った。その結果、レジストのプラットフォームによって、溶解挙動が異なることが明らかになった。また、レジストの薄膜化によってクラスターサイズが縮小していることが明らかになった。これにより、レジストを薄膜化することで、LWR を低減できる可能性が示唆された。一連の研究から、液中 AFM がレジストの反応機構の解析に極めて有用であることが分かった。

EUVレジスト材料の電子ビームによるアウトガス評価装置の仕様を決定した。この仕様に基づき、実際に電子ビームによるアウトガス評価装置を導入し、導入評価装置が露光装置メーカー提案のアウトガス評価手法の仕様を満たしていることを確認した。また、アウトガス物理分析装置が評価に問題無いことを確認した。実際に、露光装置メーカーの汚染膜標準サンプルを用い当該装置で測定した結果、十分な測定精度があることを確認した。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、大阪大学)

4.3 平成24年度(共同研究)事業内容

研究開発項目① EUVマスク検査・レジスト材料技術開発

(1) EUVマスクブランク欠陥検査技術開発

ABI装置として必要な制御機能の組み込みが完了し、実際のEUVブランク全域にわたる欠陥検査が可能であることを確認した。このABI装置により、hp16nm世代に対応するABI装置として必要な仕様性能を達成した。

ABI装置仕様を決定するために実際に露光試験を行い、位相欠陥を吸収体パターンで被覆する欠陥緩和技術により、欠陥の影響を解消できることを確認した。ABI装置の更なる高度化として、高感度欠陥検出を実現するための光学ユニットを作製し、hp11nm世代のABI装置技術の検討を開始した。また、EUV露光シミュレーションにより、hp16nm世代においてウェハ像に影響を及ぼす位相欠陥の大きさを提示した。

位相欠陥の評価手段として再委託を行っている兵庫県立大学のCSMによる評価技術の開発は、照射光の集光により小領域化を達成し、試料上の位相欠陥の信号取得に成功した。また、この取得信号と欠陥構造のつき合わせにより、取得信号が欠陥構造の相違により変化することを確認するなど、CSMによる欠陥の解析を開始した。

今年度より東北大学にEUV顕微鏡の製作を再委託し、顕微鏡の設計と製作を行った。また、光学シミュレーションにより、EUV顕微鏡がhp11nm世代のマスクにおいて位相欠陥の露光影響が観察できることを確認した。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 レーザーテック株式会社、Intel Corp.、Samsung Electronics Co.,Ltd.、SK Hynix Inc.、Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd.、再委託 兵庫県立大学、東北大学)

(2) EUVマスクパターン欠陥検査技術開発

開発を行っているPI装置は、装置本体の機械・電気系が完成し、平成23年度に製作した高解像度電子光学系鏡筒の搭載を完了した。

PI装置の仕様検討としてEUV露光のシミュレーションを行い、hp16nm世代で要求されるパターン欠陥の定義を行った。また、実際の露光実験により、このシミュレーション結果を

確認した。更に、高開口数に想定される、より大きな入射角による照明におけるパターン欠陥の転写性に関しても露光シミュレーションを行い、欠陥に対する仕様がより厳しくなることを確認した。

EUVマスクパターン欠陥検査の基盤技術開発として、平成23年度に製作を行った高解像度電子光学系の評価を行い、hp16nm世代に対応する64nmのマスクパターンが、信号の全振幅に対して0.5以上のコントラストで観察できることを確認した。さらに、高解像度鏡筒が電子透過率の向上をもたらすことを確認した。

電子光学系における電子の軌道シミュレーションにより、電子光学系の運用条件による結像への影響を確認することが可能となった。高解像度の画像を得るための最適な運用条件および欠陥検出に最適な電子光学系の条件の検討をこの軌道シミュレーションにより開始した。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 株式会社荏原製作所)

(3) EUVレジスト材料技術開発

レジスト組成物のスクリーニングとして、樹脂のスクリーニングを行った結果、レジスト感度を向上させる樹脂材料(新規フッ素増感ユニット)を見出した。また、ネガ現像レジストの初期評価を行い、hp16nmレベルの実現可能性があることを確認した。さらに約300サンプルのレジスト材料を評価し、解像度、LWR、感度のバランスが良好な“第2次標準レジスト”を選定した。

レジストプロセス開発としては、現像後に用いるリンス液を、標準レジストと組合せて多数評価し、パターン倒れ改善、LWR改善が見込める新規リンス液を見出した。

レジスト反応解析の一環として、高速液中AFMを用いたレジスト溶解過程の観察を進めた。評価手法の種々工夫により、標準濃度現像液にてラインアンドスペースパターンを観察することができた。また、レジスト反応機構解析シミュレーションを行い、LWRがベース樹脂の脱保護量の揺らぎに相当することを明らかにした。これら得られた知見をレジスト材料開発プロセス開発にフィードバックし、開発に寄与した。

電子ビームを用いたレジストアウトガス評価手法を確立した。EUV光との相関を確認し、求められる評価精度を実現していることを確認した。平成23年度成果の解析により、EUV光照射時に発生するコンタミネーション膜厚に、露光面積に関する補正を加えることにより、EUV光と電子ビームそれぞれの照射時の標準レジストのコンタミネーション膜厚に良好な相関があることが判明した。

標準レジストと同一組成で、光酸発生剤(Photo Acid Generator、以下、「PAG」という。)添加量および溶解抑止基の保護率などの組成比を変えたレジストからのアウトガスによるコンタミネーション膜厚の評価を行った。標準レジストのノンクリーナブル成分分析を行なったところ、EUV光の未露光部分において、PAGのアニオンが検出された。PAGアニオン吸着量の評価結果は今後のアウトガス評価手法の高精度化に寄与すると共に、レジスト材料開発においても、材料設計に対する指針となった。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 東京エレクトロン株式会社、SanDisk Corporation、再委託 大阪大学、兵庫県立大学)

4.4 平成25年度(共同研究)事業内容

研究開発項目① EUVマスク検査・レジスト材料技術開発

(1) EUVマスクブランク欠陥検査技術開発

以下の開発により、hp16nm世代のABIの基礎技術開発を完了した。量産適用技術の評価設備を整備完了し、hp11nm世代への展開については装置の仕様予測を行った。

1) ABI装置高度化

ABI装置高度化は、センサを構成する電気素子の電極構造と配置と、アレイ分割と信

号回路の最適化を行い、高速化と低雑音を同時に実現した。実際に装置を工程で使用する際の操作性等、生産性の向上については、hp16nm世代の量産に適用できるABI装置組上げを行い基本性能について確認を完了した。

2) ABI装置仕様検討

欠陥検出効率向上のための基本仕様をまとめ、暗視野検査での限界性能解析、装置仕様のマスクブランク欠陥のウエハへの転写性を高精度で評価し、位相欠陥のサイズや欠陥位置依存性を転写実験による確認、シミュレーション結果と比較、欠陥サイズ依存性や欠陥位置依存性の確認などを実施した。

3) CSMの開発

CSM装置による位相欠陥の特徴解析を行い、hp16nm世代において考慮が必要となる位相欠陥の特徴を定義した。具体的にマイクロCSM装置の開発を行い、焦点距離と波長により構造の決まるフレネルゾーンプレートを製作し、200nm以下の集光スポット径を確認した。感度については幅30nm以下の欠陥まで観測できることを確認した。非対称な形状の欠陥は非対称の回折パターンが生じることを確認した。

4) EUV顕微鏡の開発

EUV明視野顕微鏡を完成させた。2段結像光学系で、3枚の多層膜ミラーにより1,460倍の拡大倍率を得た。吸収層マスク観察、hp60nm,50nm,40nmのL&Sパターン像で、50%程度の良いコントラストが得られていることを確認した。本顕微鏡が、hp16nm～11nm世代のEUVマスク観察に必要な空間分解能を持つことが確認された。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 レーザーテック株式会社、Intel Corp.、Samsung Electronics Co.,Ltd.、SK Hynix Inc.、Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd.、再委託 兵庫県立大学、東北大学)

(2) EUVマスクパターン欠陥検査技術開発

以下の開発により、hp16nm世代のPI技術開発を完了させた。加えて、hp11nm世代に対応するPI技術開発に対する指針を提示した。

1) PI装置コア技術開発

欠陥検出動作の実証と欠陥検出効率の向上を行い、hp16nmにおけるPI装置技術として電子線写像投影光学系を開発しその評価を行い、最適撮像条件などを求め所定の性能を確認した。また、hp11nm世代におけるPI技術の展開を検討し見通しを得た。

2) PI装置仕様検討

パターン欠陥のウエハ転写性の露光実験および計算機シミュレーションによる検討を継続し、hp16nm世代に検出が必要となるパターン欠陥を定義し検出感度に関する基本仕様をまとめた。検査装置本体となる評価装置に電子線写像投影光学系の搭載し、hp16nm□欠陥検出を達成した。hp11nm世代での光学系仕様については見通しを得た。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 株式会社荏原製作所)

(3) EUVレジスト材料技術開発

1) EUVレジスト材料開発

様々なEUVレジスト材料の評価を行い、第3次標準レジストを選定した。また、レジストプロセス評価を推進し、解像度hp16nm向けに必要なレジストプロセスの開発を行った。実用化を見据えたフルフィールド露光機によるEUVレジスト材料評価を開始した。さらに、レジスト反応解析(実験とシミュレーション)を行い、上記材料開発・プロセスにフィードバ

ックを実施した。

2) レジスト材料評価

解像度hp16nmのEUVレジストについて、LWR、感度、アウトガスの合否基準を策定し、それらの基準を満足するレジスト材料の開発を行った。また、hp11nmに対応するレジスト材料評価については課題を明確にした上で、評価を可能とするHSFETの製作を開始した。

3) アウトガスのコンタミ評価

平成24年度から引き続き、EUV光、および電子ビームをEUVレジストに照射した時に発生するアウトガスによるコンタミ膜の比較評価を行い、アウトガスの影響のデータベースを構築した。このデータベースより、hp16nmレジストへのアウトガス基準、材料設計指針を明確にした。

4) hp11nm以細のレジスト技術開発の開始

開発したEUVレジストをベースに他のレジスト技術を組み合わせることにより、hp11nm以細のレジスト技術開発を開始した。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 東京エレクトロン株式会社、独立行政法人産業技術総合研究所、SanDisk Corporation、AZ Electronic Materials S.A.、再委託 大阪大学、兵庫県立大学、京都大学、東京工業大学)

4.5 平成26年度(委託・共同研究)事業内容

研究開発項目① EUVマスク検査・レジスト材料技術開発

(1) EUVマスクブランク欠陥検査技術開発

平成25年度に立上げ基本性能を確認したhp16nm世代の量産適用評価装置を用いて、量産評価のための技術開発を完了させた。さらに、hp11nm以細のためのABI技術開発に対する指針を提示した。

1) ABI装置高度化

ABI装置高度化は、検査効率を確保した搬送系を検討し、シミュレーションによる構造解析を行い、この結果を盛り込んだ異物付着低減策を実施し、裏面およびエッジ領域での低減効果を確認した。

2) ABI装置量産適用

ABI装置量産適用に必要な装置の安定動作と高スループット化、および、メンテナンスコストの低減の課題抽出を行いhp11nm以細のためのABI技術開発に対する指針を明確化した。

3) CSMの開発

開発したマイクロCSM装置による実欠陥のキャラクタライズを行い欠陥識別可能なことを確認し、11nm以細で必要な仕様予測を行った。

4) EUV顕微鏡の開発

EUV明視野顕微鏡では既に吸収層マスク観察、hp60nm,50nm,40nmのL&Sパターン像で、50%程度の良好なコントラストが得られたが、さらにhp16nm~11nm世代に適用可能かどうかについて、テストマスクによる観察実験、露光実験を行い、シミュレーションの妥当性を確認した。11nm以細については、これらの結果を基に欠陥評価技術への展開を検討した。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 レーザーテック株式会社、Intel Corp.、Samsung Electronics Co.,Ltd.、SK Hynix Inc.、Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd.、再委託 兵庫県立大学、東北大学)

(2) EUVマスクパターン欠陥検査技術開発

以下の開発により、hp16nm世代のPI技術開発を完了させた。加えて、hp11nm以細に対応するPI技術開発に対する指針を提示した。

1) PI装置コア技術開発

高感度化、高スループット化のため、結像光学系収差低減と透過率向上を図り、実用化のための総合的な機能を達成するコア技術を確立した。

2) PI装置仕様検討

パターン欠陥のウエハ転写性の露光実験および計算機シミュレーションによる検討を継続し、電子線写像投影光学系の搭載した評価装置を用いて、hp11nm以細での検出限界の検討し明確化した。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 株式会社荏原製作所)

(3) EUVレジスト材料技術開発

1) EUVレジスト材料開発

高分子樹脂を用いた化学増幅レジストにおける解像度・LWR・感度・低欠陥性といったレジスト性能を最大限引き出すために、平成25年度までに構築したシミュレーション手法をベースに、像形成効率を各性能にどのように配分するかを決定する最適化アルゴリズムを構築した。

2) hp11nm以細に対応するレジスト材料評価

評価の課題を明確にし、露光装置HSFETを用いて解像度、LWR、感度、低欠陥性の観点で優れた特性を持つレジスト材料およびプロセスを開発した。

3) hp11nm以細に対応するアウトガスのコンタミ評価

EUV光、および電子ビームをEUVレジストに照射した時に発生するアウトガスによるコンタミ膜の比較評価はモデルレジストの数を増やして比較を行いhp16nmについては評価基準づくり、評価方法の確立を行い、hp11nm以細についての課題をまとめ、評価手法および基準に対する指針を提示した。

4) プロセスマージン予測

開発したEUVレジストをベースに他のレジスト技術を組み合わせることで、hp11nm以細を実現する方法についてシミュレーションとプロセスマージン予測を行った。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 東京エレクトロン株式会社、独立行政法人産業技術総合研究所、SanDisk Corporation、AZ Electronic Materials S.A.、再委託 大阪大学、兵庫県立大学、京都大学、東京工業大学)

研究開発項目② EUVマスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発

(4) EUVレジスト材料設計及び評価基盤技術開発

HSFETを活用する等により、hp11nm以細対応EUVレジスト材料における材料設計手法及び評価の基盤技術を開発した。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、再委託 大阪大学、東京理科大学)

4.6 実績推移

	22年度	23年度	24年度	25年度	26年度
	委託	委託・ 共同研究	共同研究	共同研究	委託・ 共同研究
実績額推移 一般勘定 ※ (百万円)	0	2,132 (委託) 864 (共同)	1,432 (共同)	1,728 (共同)	705 (委託) 1,602 (共同)
特許出願数 (件)	0	7	4	8	8
論文発表数 (報)	0	25	55	68	94
フォーラム等 (件)	0	1	1	1	1

※平成25年度より需給勘定

5. 事業内容

株式会社EUVL基盤開発センター 代表取締役社長 をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。実施体制については、別紙を参照のこと。また、本事業の運営等に活用するため必要に応じて調査等を行う。

5.1 平成27年度(委託・共同研究)事業内容

研究開発項目① EUVマスク検査・レジスト材料技術開発

(1) EUVマスクブランク欠陥検査技術開発

平成26年度に立上げ基本性能を確認したhp11nm世代の量産適用評価装置を用いて、hp11nm以細のための技術開発の量産評価を完了させる。

1) ABI装置高度化

ABI装置高度化は、検査効率を確保した搬送系を装置化し、異物付着低減、裏面およびエッジ領域での低減効果を確認する。

2) ABI装置量産適用

ABI装置量産適用に必要な安定動作と高スループット化を装置に盛り込み、メンテナンスコストを低減したhp11nm以細のための技術開発の量産評価を完了させる。

3) CSMの開発

開発したマイクロCSM装置による実欠陥のキャラクタライズを行い11nm以細での欠陥識別が可能なことを確認する。

4) EUV顕微鏡の開発

EUV明視野顕微鏡で吸収層マスク観察、コントラストの確認、テストマスクの観察実験を行い、11nm以細での欠陥評価が可能なことを確認する。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 レーザーテック株式会社、Intel Corp.、Samsung Electronics Co.,Ltd.、SK Hynix Inc.、Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd.、再委託 兵庫県立大学、東北大学)

(2) EUVマスクパターン欠陥検査技術開発

以下の開発により、hp11nm以細のPI技術開発を完了させる。

1) PI装置コア技術開発

高感度化、高スループット化のため、結像光学系収差低減と透過率向上を図り、実用化のための総合的な検査機能を実証する。

2) PI装置仕様検討

パターン欠陥のウエハ転写性評価および計算機シミュレーションによる検討を継続し、電子線写像投影光学系を搭載した評価装置を用いて、hp11nm以細での欠陥検出性能を確認する。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 株式会社荏原製作所)

(3) EUVレジスト材料技術開発

1) EUVレジスト材料開発

高分子樹脂を用いた化学増幅レジストにおける解像度・LWR・感度・低欠陥性といったレジスト性能を最大限引き出すために、平成26年度までに構築したシミュレーション手法の最適化アルゴリズムを、実際のレジスト材料で実証する。

2) hp11nm以細でのレジスト材料評価

研究開発項目②で整備した露光装置HSFETを用いて解像度、LWR、感度、低欠陥性の観点で優れた特性を持つレジスト材料およびプロセスを開発する。

3) hp11nm以細でのアウトガスのコンタミ評価

EUV光、および電子ビームをEUVレジストに照射した時に発生するアウトガスによるコンタミ膜の比較評価はモデルレジストの数を増やして比較を行いhp11nmについて評価基準づくり、評価方法を確立する。

4) プロセスマージン予測

開発したEUVレジストをベースに他のレジスト技術を組み合わせた場合のhp11nm以細でプロセスマージン予測を行い、実際のレジスト材料での評価結果と比較検証を行う。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、共同実施 東京エレクトロン株式会社、SanDisk Corporation、AZ Electronic Materials S.A.、再委託 大阪大学、兵庫県立大学、京都大学、東京工業大学、北海道大学)

研究開発項目② EUVマスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発

(4) EUVレジスト材料設計及び評価基盤技術開発

HSFET等の活用、ならびにマスク欠陥のレジストパターン線幅への影響とLWRとの識別の評価解析等を行うことにより、hp11nm以細対応の高感度メタル系レジスト材料等のEUVレジスト材料における材料設計手法及び評価の基盤技術開発を実施する。

(実施体制:株式会社EUVL基盤開発センター、再委託 大阪大学、東京理科大学、共同実施 レーザーテック株式会社、Intel Corp.、Samsung Electronics Co.,Ltd.)

5.2 平成27年度事業規模

	委託事業	共同研究事業
需給勘定	400百万円(継続)	1,000百万円(継続)
事業規模については、変動があり得る。		

7. その他重要事項

7.1 評価の方法

NEDOは、研究開発項目②「EUVマスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発」(平成27年度)は、平成27年度に外部有識者からなる委員会を開催し、研究開発目標に照らして達成度を評価し、平成27年度以降は研究開発の実施体制を見直した上で逐次研究開発項目①「EUVマスク検査・レジスト材料技術開発」と統合して共同研究事業を実施する。

7.2 運営・管理

NEDOは、経済産業省と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的および目標に照らして適切な運営管理を実施する。また、必要に応じて、外部有識者の意見を運営管理に反映させる。

7.3 複数年度契約の実施

研究開発項目① [共同研究事業(NEDO負担率:1/2)]

平成23～27年度の複数年度契約を行う。

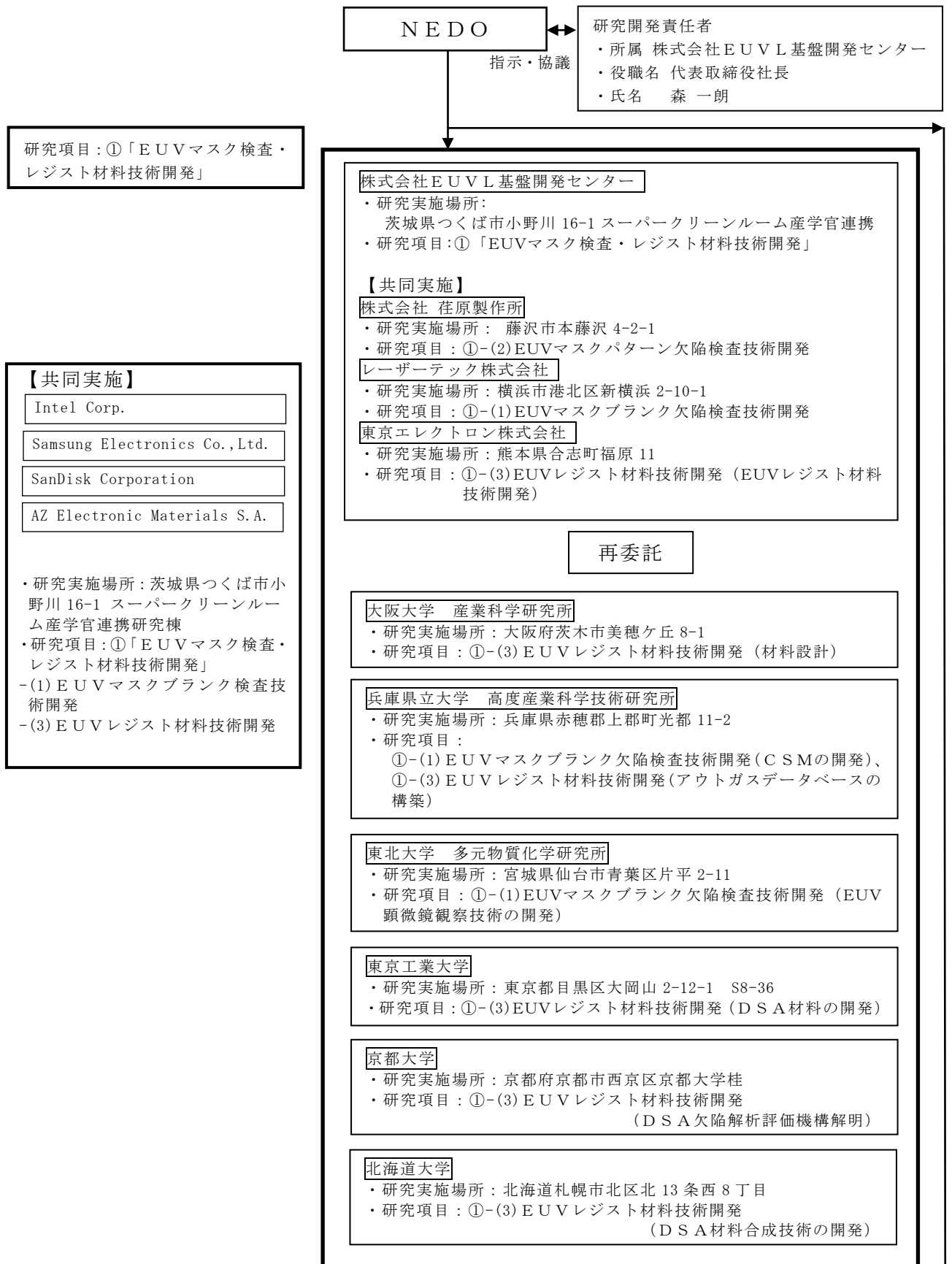
研究開発項目② [委託事業]

平成22～23年度の複数年度契約、平成26～27年度の複数年度契約を行う。

8. 実施方針の改訂履歴

(1)平成27年3月 制定

別紙 実施体制 <平成27年度>



研究項目：②「EUVマスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発」

