

「マスク設計・描画・検査総合最適化技術開発」 事後評価 第1回分科会説明資料

公開

4. 1. 「事業の位置付け・必要性」及び 「研究開発マネジメント」

平成22年8月23日(月)

新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)
電子・材料・ナノテクノロジー部

I. 事業の位置付け・必要性

政策上の位置付け

公開

2 / 11

事業原簿p I-1

経済産業省 研究開発プログラム「ITイノベーションプログラム」、
「エネルギーイノベーションプログラム」の1テーマとして実施

(政府全体)
政策目標

第3期科学技術
基本計画

■ 継続的イノベーションを具現化するための科学技術の研究開発基盤の実現
■ 革新的IT技術による産業の持続的な発展の実現
■ すべての国民がITの恩恵を実感できる社会の実現

IT新改革戦略

■ いつでも、どこでも、誰でもITの恩恵を実感できる社会の実現

(経済産業省)
実行プログラム

ITイノベーション
プログラム

目的
・情報通信機器・デバイス等の情報通信技術を開発し、
実社会への利用を促進する。
・ITの利活用の進化・拡大を図り、より豊かな国民生活を
実現するとともに、我が国の経済活力の向上を図る。

[プロジェクト]

I. ITコア技術の革新

- [i]世界最先端デバイスの先導開発
(1)次世代半導体材料・プロセス基盤プロジェクト(MIRAI)
(2)次世代低消費電力半導体基盤技術開発(MIRAI)
(3)ドリームチップ開発プロジェクト
(4)次世代プロセスフレンドリー設計技術開発
....

エネルギーイノベーション
プログラム

目的
・革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、
各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築
に取り組む。
・政府が長期を見据えた将来の技術進展の方向性を示し、
官民双方がこの方向性を共有することで、官民において
長期にわたり軸のぶれない取組を実施する。

[プロジェクト]

I. 総合エネルギー効率の向上

- [vi]次世代省エネデバイス技術
(1)パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発
(2)ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発
(3)次世代低消費電力半導体基盤技術開発(MIRAI)
(4)半導体アプリケーションチッププロジェクト
....

NEDO電子・情報技術分野における位置付け

事業原簿p I-2

「高度情報通信社会の実現」、「IT産業の国際競争力の強化」のため、
情報通信分野の半導体における技術開発の一環として実施

公開

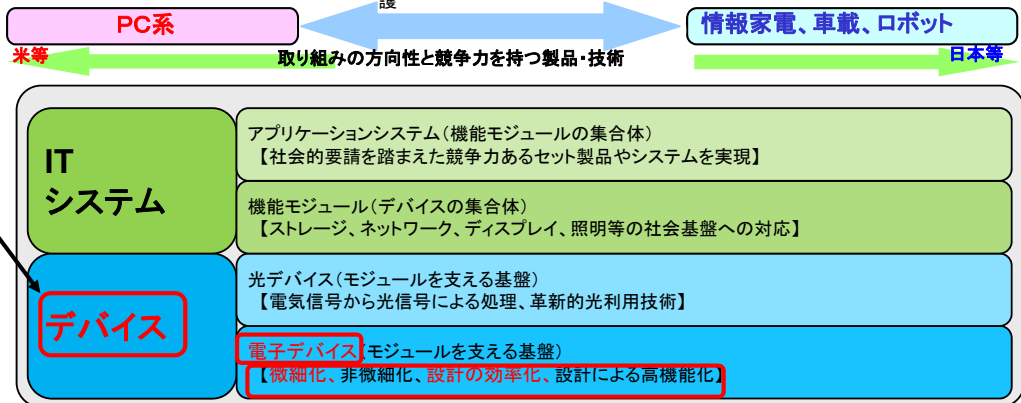
●高度情報通信社会とそれを支える技術分野

分野別開発方針

日本が強みを持つ領域を中心に競争力の強化を図る



本プロジェクト対象分野

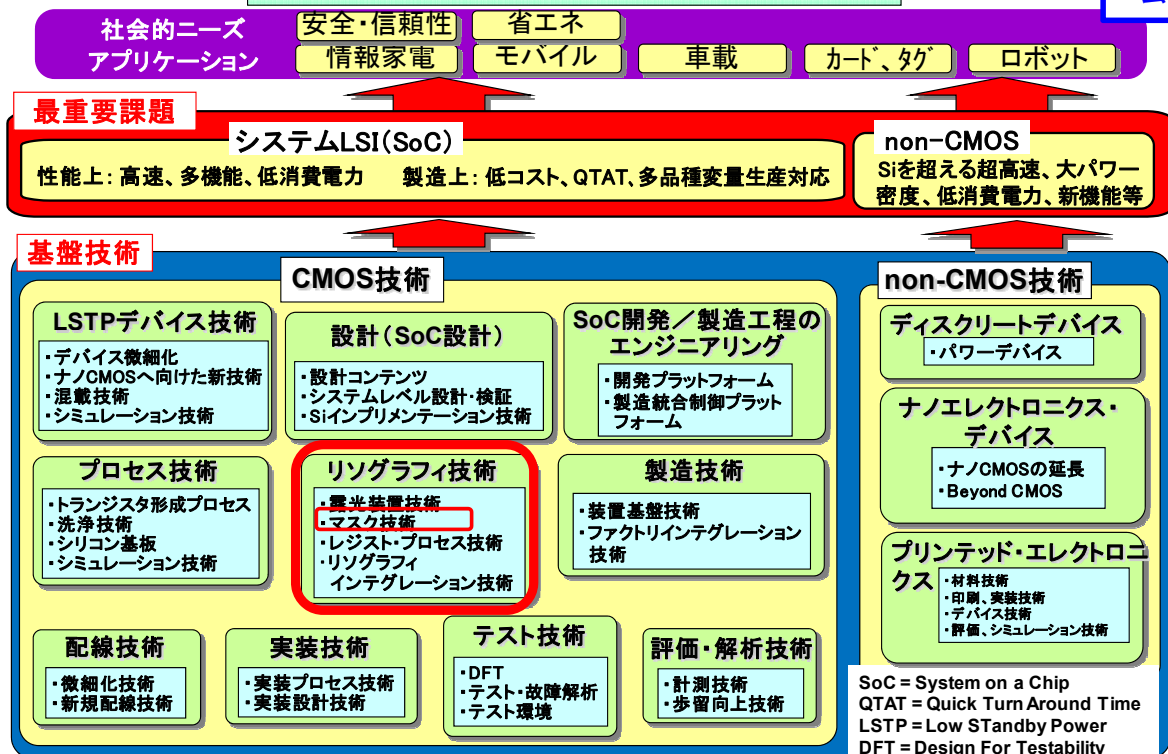


NEDO半導体分野の技術マップにおける位置付け

事業原簿p I-3

半導体技術マップ(大項目抽出マップ)

公開



マスクD2Iプロジェクトの必要性

事業原簿p I-6

公開

●NEDO関与の必要性

半導体微細化に関連したマスク技術は情報通信機器の高機能化、省エネ化に直結

↓
情報通信技術開発、省エネ技術開発は国家的重点課題

微細化の進展に伴い、技術課題の難度が上昇

↓
産学官の英知の結集が必要

研究開発費の増大

↓
民間企業単独での開発は困難

↓ ↓ ↓
企業、研究機関等の枠組みを超えた、マスク製造高効率化技術開発のためのプロジェクトが必要

●マスクD2Iの必要性

マスクコストの高騰は、特にシステムLSI等の多品種変量(少量～中量)生産に対して深刻である。

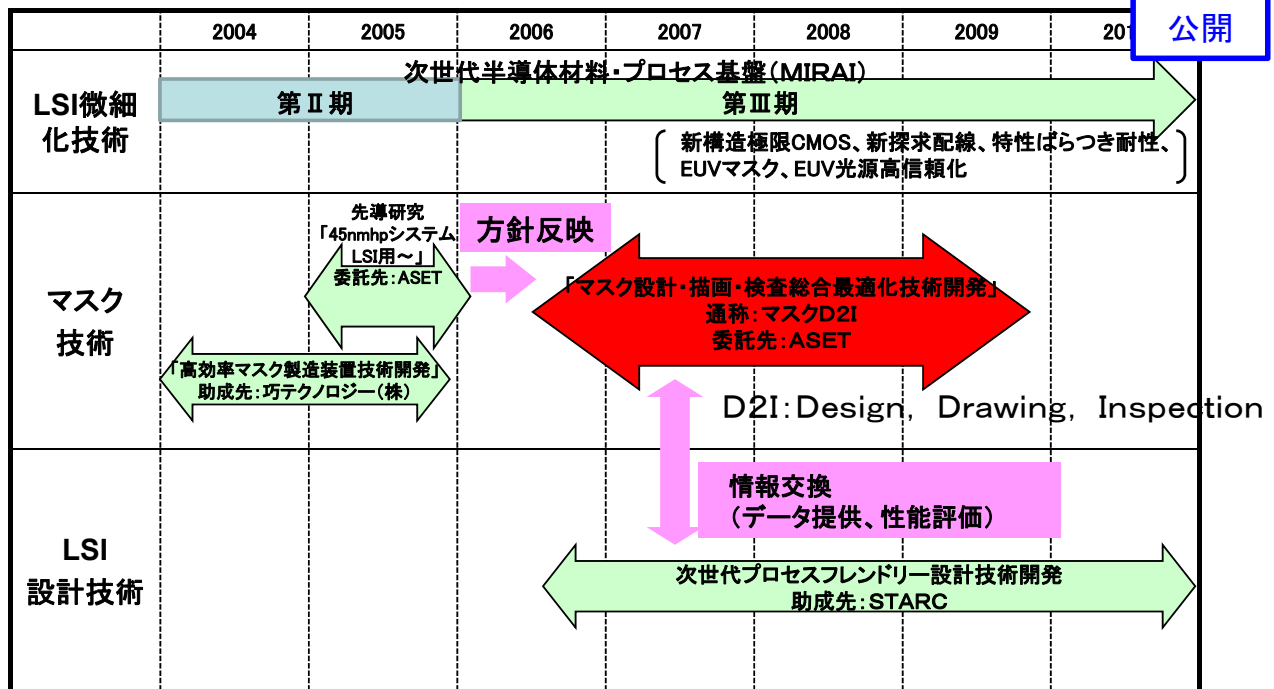
- ・3工程に関わる異業種企業間の連携
- ・上位の設計との整合を図ること

↓
設計・描画・検査を通じた開発が必要

半導体分野での位置付け、関連プロジェクトとの連携

事業原簿p I-6

公開



↔ : 本事業 ↔ : NEDO事業

プロジェクト実施の効果

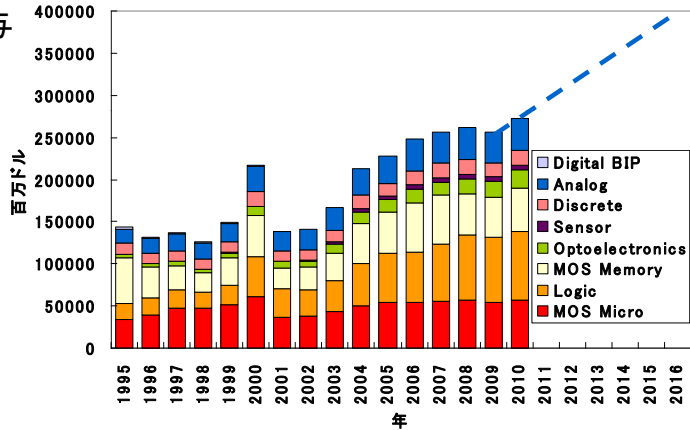
事業原簿p I -4, 7

4年間のマスクD2Iプロジェクト事業費 : 38.1億円

公開

経済効果 半導体微細化の進展に寄与

半導体市場予測: 2016年に40兆円
(2010年以降、年6.5%成長を仮定)



半導体世界市場(出典: WSTS)

省エネ効果

本事業により半導体デバイスのhp45nm
以細への微細化が促進されることによる
省エネ効果

2020年に 8.7TWh 石油換算 → 205万kl
 2030年に 17TWh 389万kl

省エネ効果の試算

消費電力削減量 = (本事業(MIRAI)が実施されない時のLSIの消費電力量)
 - (本事業が実施された時のLSIの消費電力量)

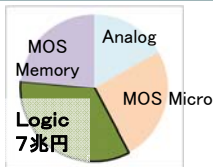
・処理すべき情報量は同じと仮定

マスクD2Iのみではなく、MIRAI事業全体により微細化が促進されることによる効果。

市場、業界の動向

事業原簿p I -8

・デバイスメーカーの競争力向上に寄与



IC市場: 19兆円(2009年)
(出典: WSTS)

時間短縮、コスト低減により

フォトマスク市場:
2350~2400億円 (2009年)

マスク描画装置市場:
(クリティカルレイヤー用
EB描画装置)
10~20台程度

マスク欠陥検査装置市場:
220億円(2009年)

(半導体産業新聞 2010/4/7)

デバイスメーカー

・少品種大量生産では苦戦

公開

マスクメーカー

・日本メーカーが高シェア

マスク製造装置、ソフト

マスク設計
(ソフトウェア)

・デバイス設計、シミュレータは海外優位

マスク描画
(電子線描画技術)

・マスク描画は国内メーカーが高シェア

・電子線描画で海外にプロジェクト
欧州: MEDIA+
米国: DARPA

マスク検査
(光学検査技術)

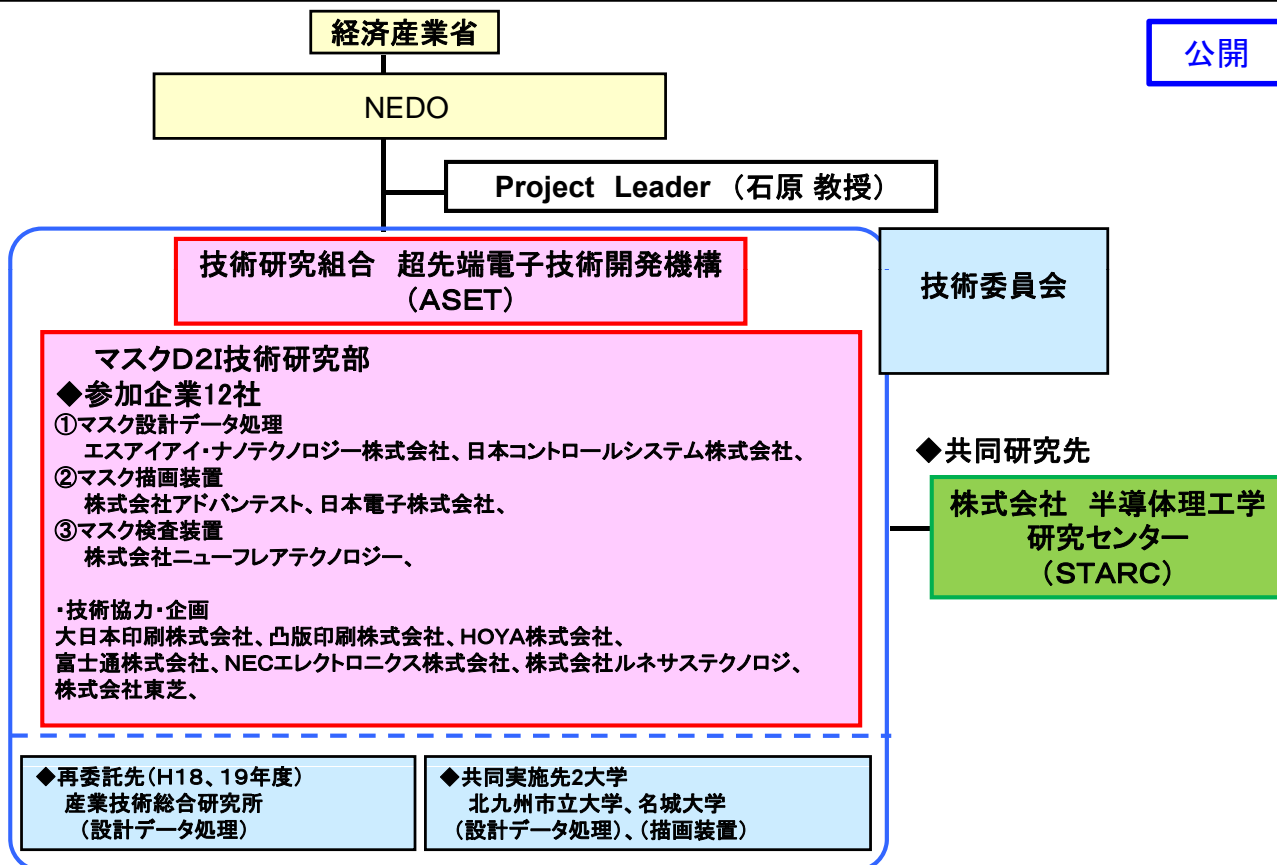
・マスク検査は海外メーカー優位

・日本独自の「総合最適化」取り組みで競争力を強化

研究開発体制

事業原簿p II-2

公開



公開

開発の目標、計画の妥当性

事業原簿p II-1、3, 基本計画-p. 2、5~9

- ・マスクのコストは1世代毎に約2倍で増加。
- ・プロジェクト終了後、2世代(45, 32nm世代)に適用してマスクコストが同等かそれ以下となる効果を期待。
- ・コストを製造時間に置き換えることで目標を設定。
- ・プロジェクト後半で、40nm台の実データの利用可能性があることから、65nm (成果未使用)と45nm (D2I成果使用)の製造時間比較により目標を設定。

開発項目	基本計画目標	研究費
「マスク設計・描画・検査総合最適化技術開発」	hp45nm技術領域におけるマスク設計、描画、検査に要する時間は、本技術を使わなかった場合のhp65nm技術領域における同面積のマスク設計、描画、検査に要する時間と比べ、1/2以下に短縮できることを示す。 以上により、マスク設計・描画・検査総合最適化の基盤技術を確立する。	3,812百万円 (共通:112百万円)
①マスク設計データ処理技術の研究開発	・開発したデータフォーマットによるパターンデータ量は、既存のCAD出力(GDSII)に比べ1/10以下に削減できることを示す。	445百万円
②マスク描画装置技術の研究開発	・hp45nm技術領域におけるマスク描画に要する時間は、本技術を使わなかった場合のhp65nm技術領域における同面積のマスク描画に要する時間と比べ、1/2以下に短縮できることを示す。	2,268百万円
③マスク検査装置技術の研究開発	・hp45nm技術領域におけるマスク検査に要する時間は、本技術を使わなかった場合のhp65nm技術領域における同面積のマスク検査に要する時間と比べ、1/2以下に短縮できることを示す。	987百万円

◎定期的なヒアリングの実施(2回/年)

- ◎企画調査会議(毎月)、技術委員会(毎四半期)
- ・hp45nmより先の世代への適用、効果の検討(EUVマスク、ダブルパターンニングを含め)
 - ・ユーザー企業のニーズを反映
 - ・開発項目の修正 (例)アナログ回路設計への対応
 - ・体制の修正 (例)再委託先の検討

◎研究を加速する機動的な資金投入

	2006	2007	2008	2009
(1) マスク設計	繰り返しパターン利用(OPC生成):40百万円	描画データ作成ソフト及び並列計算機:57.8百万円		
(2) マスク描画	CP描画要素技術(前倒し):120百万円	マスク描画(MCCシステム化早期着手):297百万円	<p>コラムセルの精度向上進展を受けて4本全コラムの製作、システム化を加速</p> <p>海外メーカーの転写性考慮検査技術の進展動向に対応して検査に配分</p>	
		マスク描画(自己診断機能付位置決めアンプ、描画統合監視システム):93百万円		
(3) マスク検査	並列計算機環境構築(前倒し):50百万円	マスク検査効率化(ビューイングソフトの高速化)技術開発:23百万円	欠陥転写性ベース高速・高精度欠陥評価システム構築・評価:231百万円	

マスク設計・描画・検査総合最適化技術開発 (マスクD2I)

研究開発成果 および 実用化の見通し

2010年8月23日

石原 直

PL

東京大学大学院 教授

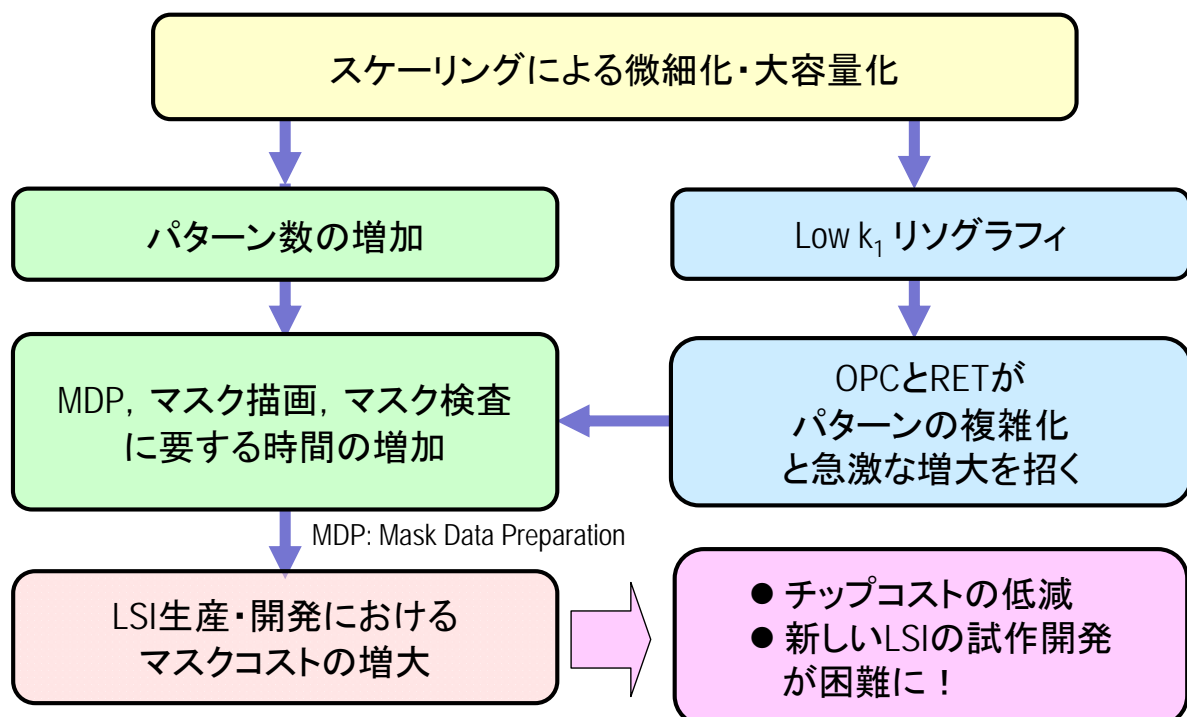
内容

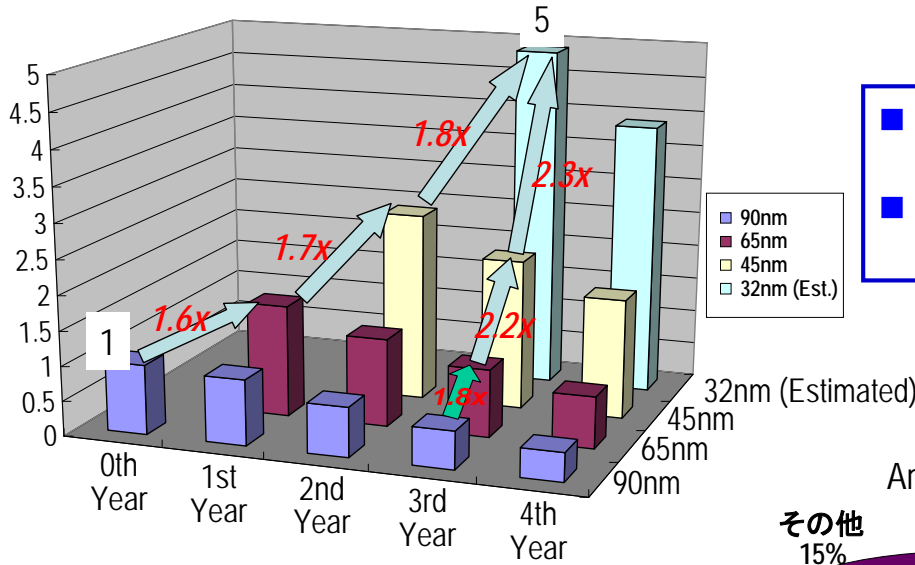
1. 研究開発の背景
2. マスク設計・描画・検査総合最適化の方針・目標
3. 目標の達成度
4. 知的財産権等の取得状況
5. 成果の普及方針と実用化の見通し

研究開発の背景

研究開発の背景

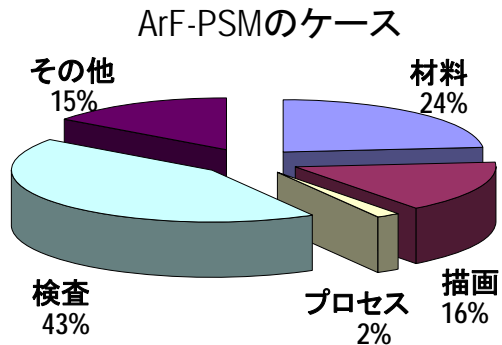
「マスクコストの増大がLSIの製造と開発を困難にしている」





- マスクコストは世代ごとに大幅に増加する
- マスクコストは年ごとにわずかに減少する

■ 描画・検査がマスクコストの大きな部分を占める。



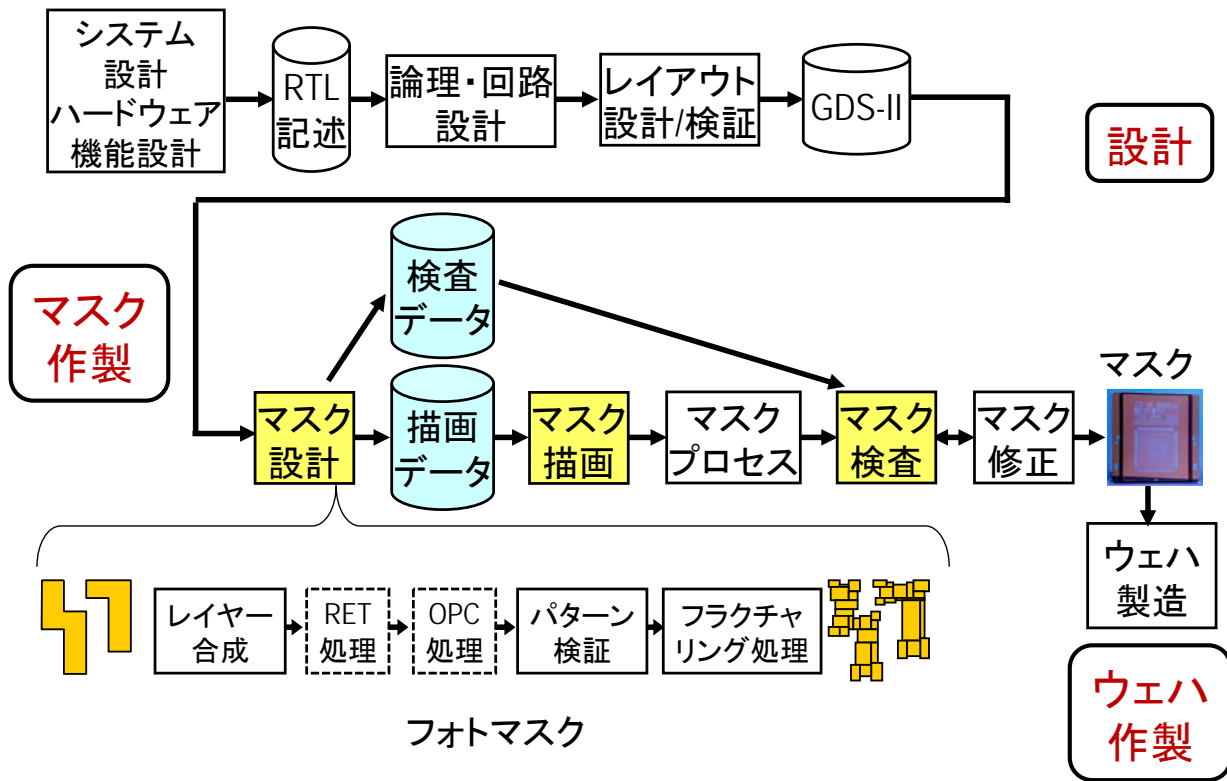
事業原簿 対応頁なし

Courtesy of N. Hayashi (DNP)

研究評価委員会「マスク設計・描画・検査総合最適化技術開発」(事後評価) 第1回分科回 2010年8月23日

Copyright © Association of Super-Advanced Electronics Technologies (ASET), 2010, All rights reserved.

マスク設計・描画・検査総合最適化の方針・目標



事業原簿 対応頁なし

研究評価委員会「マスク設計・描画・検査総合最適化技術開発」(事後評価) 第1回分科回 2010年8月23日

Copyright © Association of Super-Advanced Electronics Technologies (ASET), 2010, All rights reserved.

7

フォトマスクに関する研究の流れ

公開

<予備検討 (ASET自主研究会)>

● 2003年6月 - 2005年6月

<先導研究 (NEDO委託事業)>

● 2005年6月 - 2006年3月

<4つの基本事項>

- 共通データフォーマット
- 繰り返しパターンの利用
- パターン重要度の利用
- 並列処理

<本格研究 (NEDO委託事業)>

「マスク設計・描画・検査総合最適化技術開発」

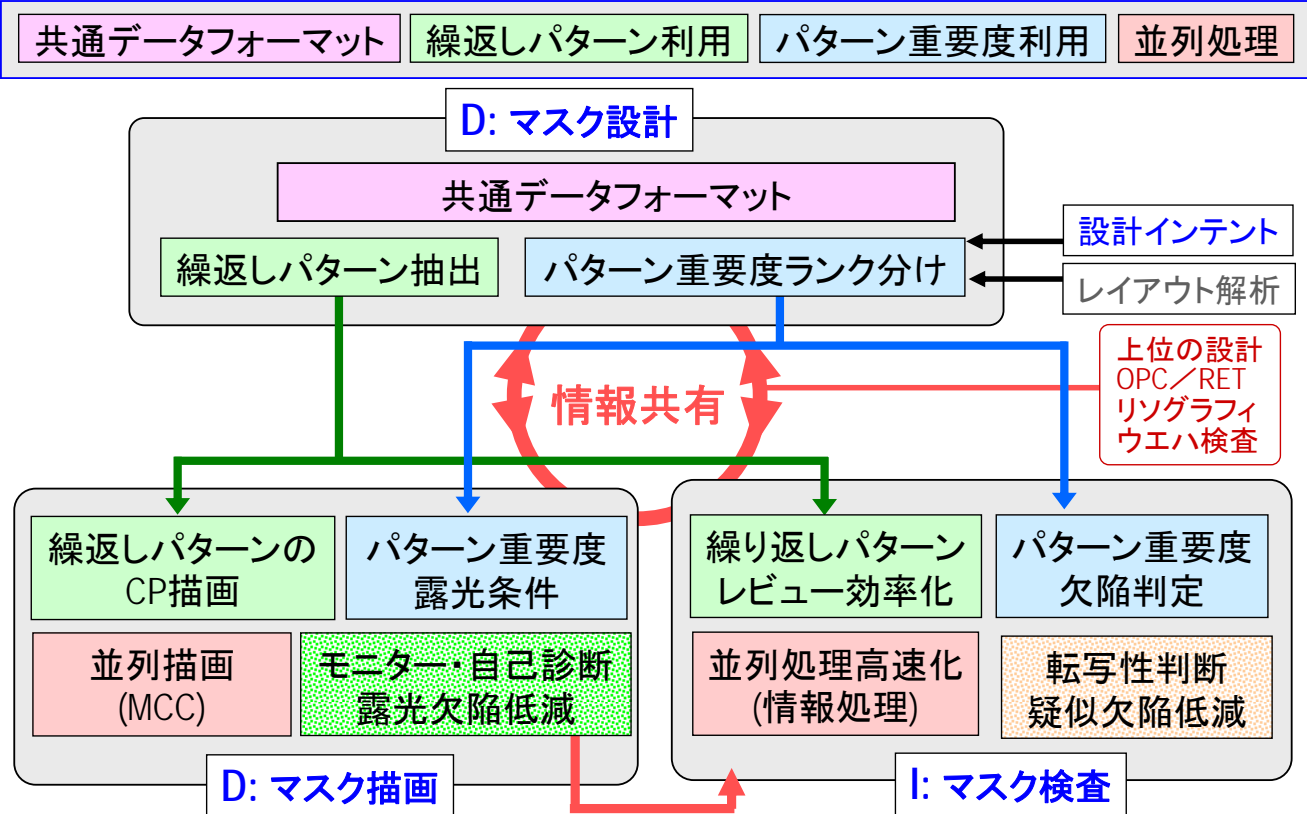
● 2006年5月 - 2010年3月

事業原簿 対応頁なし

研究評価委員会「マスク設計・描画・検査総合最適化技術開発」(事後評価) 第1回分科回 2010年8月23日

Copyright © Association of Super-Advanced Electronics Technologies (ASET), 2010, All rights reserved.

8



事業原簿 対応頁なし

CP: Character Projection, MCC: Multi Column Cell

マスクD2Iの研究開発のねらい・目標

ねらい hp45nm世代に向けてマスク製造TATとコストを削減

戦略 マスク設計・描画・検査の総合最適化技術の開発

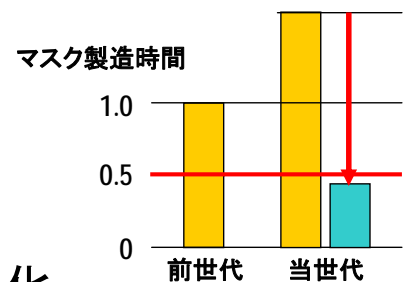
- コンソーシアムの利点とシナジー発揮
- 異分野の技術者・異なる会社の間での密接な連携

目標

- 開発技術の総合最適化への有用性確認
- マスク設計・描画・検査に要する時間を本技術を使わなかった場合の前の世代の1/2以下に低減

シナリオ マスク製造コスト抑制

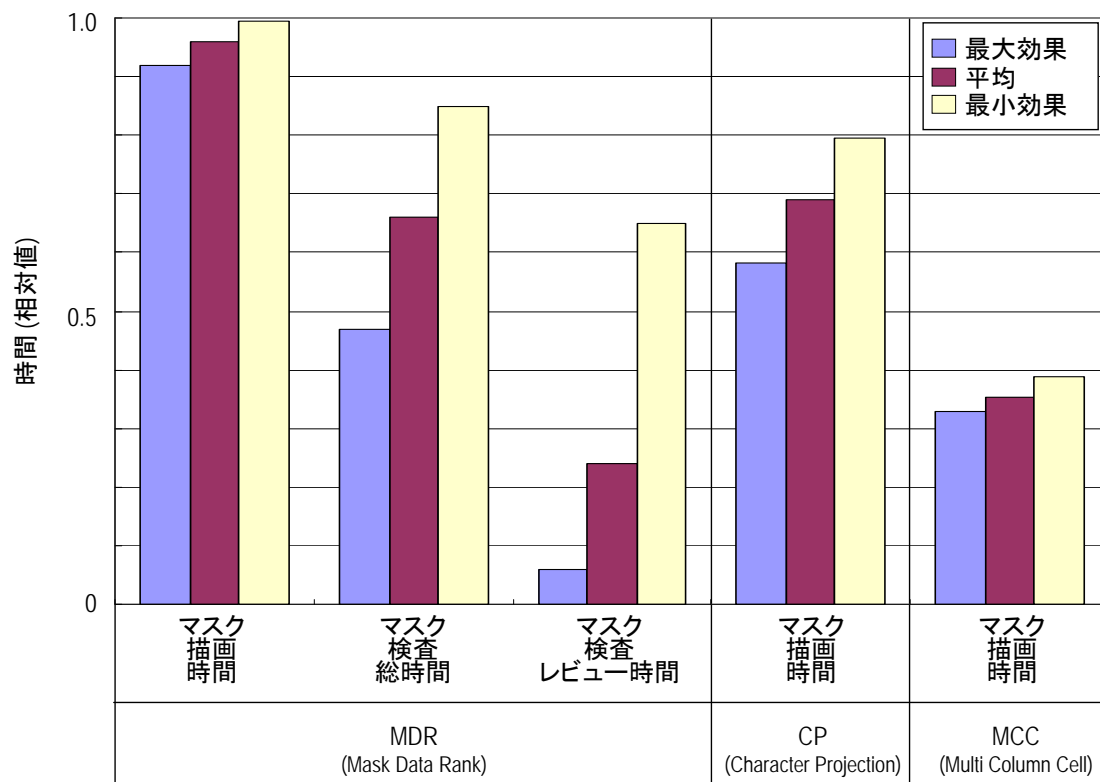
- ⇒ システムLSIの収益性向上
- ⇒ 半導体産業の競争力強化
- ⇒ 新製品開発・新規市場創出



事業原簿 対応頁なし

目標の達成度

マスク描画およびマスク検査のTAT短縮効果



目標	研究開発成果	達成度
開発した技術を並列描画方式描画装置試作機および検査装置に適用して評価し、 全体として総合最適化に有用であることを確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ✓MCC-CP並列描画装置システム化 ✓MCC装置、MDR利用描画、CP描画の評価実施・性能確認。 ✓開発した機能をマスク検査装置プロト機とリンクして評価実施・機能確認。 ✓これらにより、共通データフォーマット、設計インテントに基づくパターン優先度付け、繰り返しパターン利用、並列処理が、マスク設計・描画・検査の総合最適化に有効なことを確認。 	達成
マスク設計・描画・検査に要する時間を本技術を使わなかった場合の前の世代の1/2以下に低減できることを示す。	<ul style="list-style-type: none"> ✓モデルを用いたシミュレーションの結果、約53%になることを確認。 	略達成

事業原簿 III-9

知的財産権等の取得状況

	特許出願				論文			その他 公表
	国内	海外	PCT	計	査読 あり	その他 (*)	計	
2006年度	1	3	8	12	1	2	3	5
2007年度	8	7	3	18	0	4	4	5
2008年度	5	3	4	12	2	11	13	8
2009年度	18	5	0	23	1	14	15	3
計	32	18	15	65	4	31	35	21

*: リソ、マスク関係でサーキュレーションの良いSPIE中心

事業原簿 III-12

研究評価委員会「マスク設計・描画・検査総合最適化技術開発」(事後評価) 第1回分科回 2010年8月23日

Copyright © Association of Super-Advanced Electronics Technologies (ASET), 2010, All rights reserved. 15

実用化の見通し

