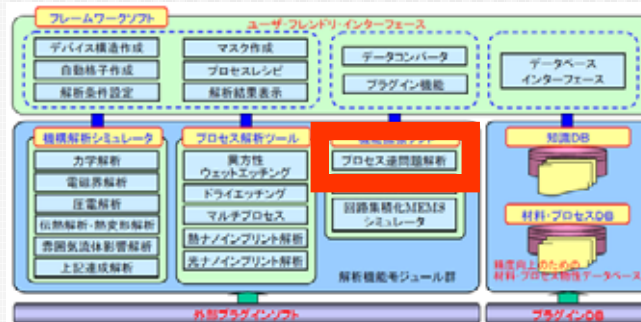


MEMS用設計・解析支援システム 開発プロジェクト

「(4)機能拡張ソフトの開発」 ープロセス逆問題解析ー 詳細説明

2007年11月7日

株式会社数理システム、株式会社日立製作所



開発の背景

- MEMSのプロセス設計の難しさ
特有の三次元加工プロセス-順番を間違えると失敗。
プロセスの特異性-マスク通りに加工が進まない。
- MEMS初心者のための支援ツールの必要性
新規参入技術者が失敗を犯すリスクの軽減
開発に要する時間と費用の削減

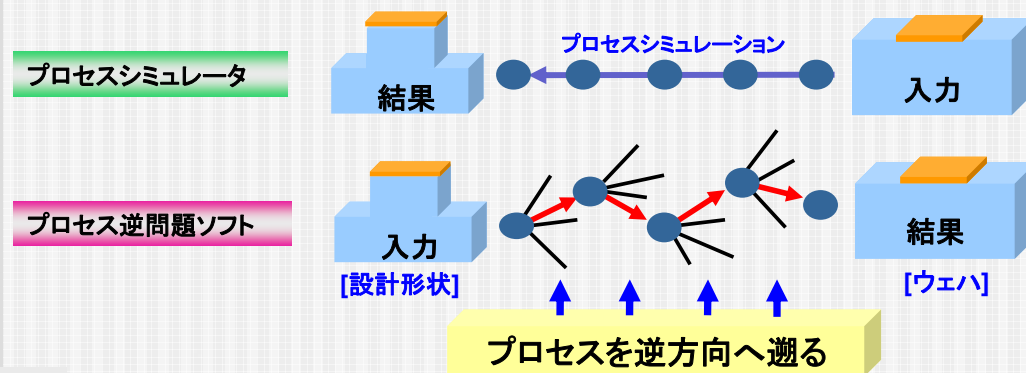


MEMS産業の裾野の拡大に貢献

研究開発の最終目標

- 最終形状からマスクデータ(およびプロセスフロー)を生成する技術の開発

開発技術	目標値	目標値設定理由
最終形状からマスクデータ(およびプロセスフロー)を生成する技術	ソフトウェアによって作成されたプロセスフローおよびマスク形状を使ってデバイスが作成できるかどうかを確認する。	ソフトウェアを使ってMEMSデバイス形状からMEMSプロセスフローを導出することができるか、という研究的な取り組み。 逆問題の場合、結果が一意になるとは限らないので、精度による目標値は設定しない。



【事業原簿 p.16】

研究開発成果(開発における課題)

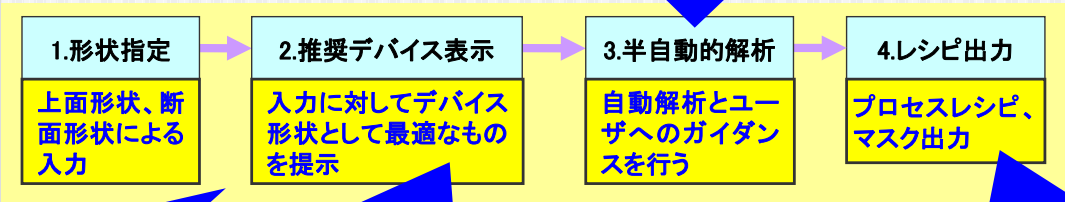
- 主としてMEMS新規参入技術者をターゲットとする
- MEMSプロセス設計の道筋をガイダンスができること
- 簡単な操作で使えるようにすること
 - ※ MEMS新規参入技術者でも操作できる
- 実プロセスデータの反映
 - ※ さまざまなプロセスにおけるノウハウを提示できる
- 解析手法がない
 - ※ プロセスシミュレータを何回も繰り返すことになる

【事業原簿 p.iv-2】

研究開発成果(課題の解決)

- 主としてMEMS新規参入技術者をターゲットとする
- MEMSプロセス設計の道筋をガイダンスできること
- 簡単な操作で使えるようにすること

簡単にレシピが作成



操作を4段階に絞込み

MEMS形状として不適切なものに対するフォロー

知識がなくてもレシピ、マスク形状を作成できる

ユーザ視点による日立製作所の仕様をもとに作製

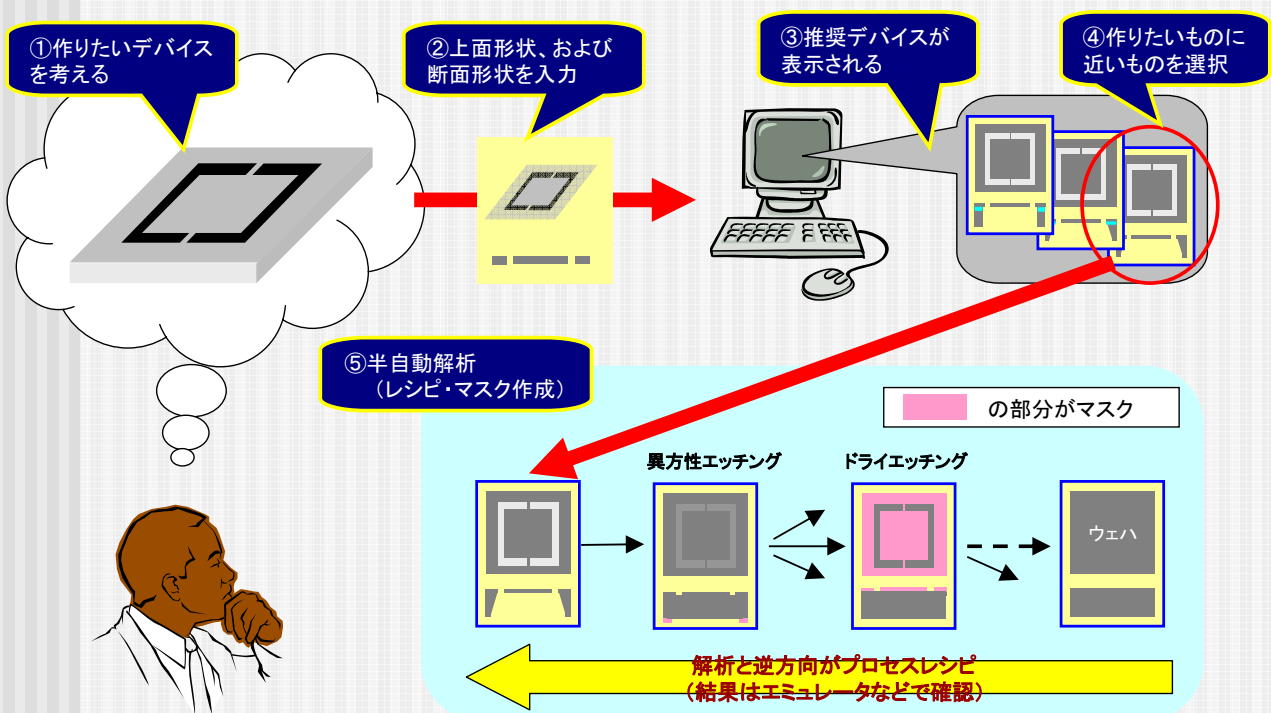
- 実プロセスデータの反映

レシピは大学のご協力、論文。プロセスパラメータは日立

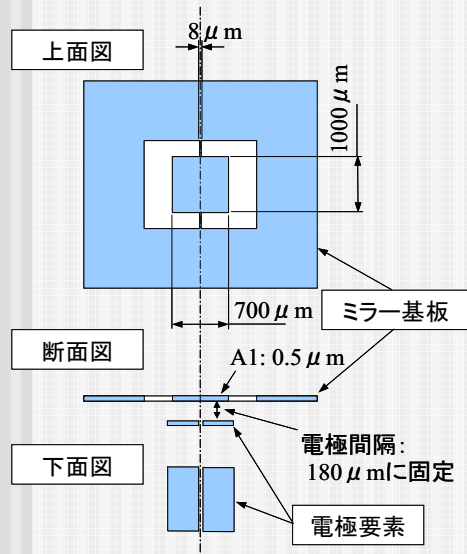
- 解析手法がない

プロセス前後の形状マッチングによる方法を利用(世界初)

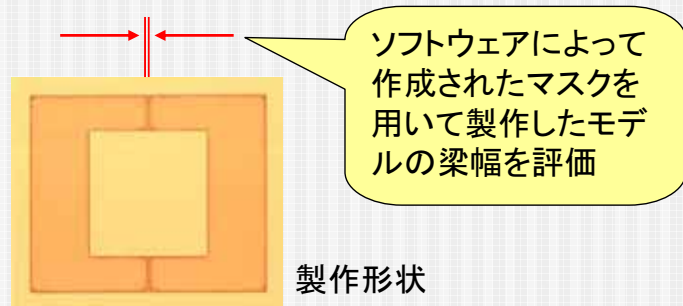
研究開発成果(解析イメージ)



研究開発成果(評価)



評価モデル(ミラー)設計形状



検証項目	梁幅 (μ m)	推奨内容
設計形状	8.0	—
加工(推奨)形状	8.0	SOI支持ミラー
マスク形状	9.5	寸法シフト補償
製作形状	7.4~7.6	ドライエッチング

評価の結果

【事業原簿 p.iv-19, iv-20】

(1) 目標の達成度

研究項目	目標	成果	達成度
ユーザ要求仕様と解析手法の導出	マスク作成・編集機能、プロセス設計解析機能に関するユーザ要求仕様書の作成を完了し、プロセス逆問題解析手法について纏める。	プロセスレシピ・マスクレイアウトエディタに関する ユーザ要求仕様書とプロセス逆問題解析手法に関する仕様書を作成した 。既存のプロセス・マスク設計ツールの課題を明確にし、本ソフト設計の基礎となる仕様を確立した。	○
プロセスデータ採取	プロセスデータ項目の調査と仕様策定を実施し、Si・SOI・SiO ₂ 基板と有機材料薄膜の3次元形状及び異形形状加工特性に関するプロセスデータ採取を完了する。	目標とする材料の 異方性ウェット及びドライエッチングにおける加工前後の形状変化をプロセスデータとして採取した 。MEMS で多用される材料のプロセスデータを実験的に採取し、本ソフトに組み込むことで、プロセス・マスクデータを求める機能が発揮されるようにした。	○
プロセス逆問題ソフトウェアの開発	逆問題解析ソフトの開発と、その機能検証を行う。検証はソフトウェアによって導出された光MEMSデバイスの加工プロセスと、マスク形状を用いて、デバイスの試作を行い、その結果を評価するによって行う。	ソフトウェアを用いて、加工プロセスとマスク形状が導きだされることを確認した。また検証として光MEMS デバイスを試し、デバイスが作成できることを確認した。開発において形状のマッチングにどのような手法を用いればよいかを検討するのに多くの時間を要した。	◎ ソフトウェアによって導出された加工プロセスとマスク形状を用いてデバイスの試作を行った結果から、本開発における目標は達成された。 <世界初技術>
妥当性の検討	検証モデルとして光MEMS(ミラー)デバイスを設定し、解析結果の妥当性の評価を完了する。解析で得られたプロセスレシピとマスクデータを用いて検証モデルを試作することにより、プロセス逆問題解析が可能であることを実証する。	本ソフトにより、検証用ミラーデバイスのプロセスレシピとして、SOI ウェハを用いるプロセスと寸法シフト量を考慮したマスクデータが求められ、製作したミラーデバイスの梁幅が検証モデルの形状寸法にほぼ一致した。光MEMS デバイスを検証モデルとして、プロセス逆問題解析を実施し、解析結果に基づいて検証モデルが製作できることが実証された。	◎ 本解析が可能であるだけでなく、 解析精度も十分であることが実証された 。

【事業原簿 p.70】

(2) 成果の意義

研究項目	成果の意義
ユーザ要求仕様と解析手法の導出	既存のプロセス・マスク設計ツールの問題点を分析し、MEMS分野への新規参入技術者（ユーザ）が必要とする仕様をその解決策として求め、プロセス逆問題解析手法を世界初の試みとして考案・導出した。MEMS とそのプロセスに関して経験の浅い新規参入ユーザが プロセスとマスクを設計する場合に失敗を犯すリスクを軽減し、開発に要する時間と費用を削減できる 効果がある。さらに、新規参入ユーザに便利な支援ツールを提供することで、MEMS 産業自体の振興にも寄与できる。
プロセスデータ採取	加工工程前後の形状データと工程のテキスト情報からなる独自のデータベースを構築し、プロセス逆問題解析を可能にした。 MEMS 加工用マスクに対する加工形状のずれを設計・加工ノウハウとしてデータベース化 することで、プロセスとマスクの手直しを含めた総合的な設計時間が短縮され、MEMS 開発の飛躍的な高効率化が実現できる。
プロセス逆問題ソフトウェアの開発	プロセス逆問題解析ソフトウェアは、作りたい形状からそれに対応するプロセスレシピ、マスク形状を半自動的に作成する 世界初の機能を持ったソフトウェア である。これを利用することで、MEMS初心者でも簡単にプロセスレシピを作成することができることなどから、MEMS業界の新規開発者の増加・育成を促進することが期待される。また、上級者はマスク形状を自動的に生成する機能を利用して、ラビッドプロトタイピング等における作業コストを軽減することが期待される。
妥当性の検討	検証モデルを設定して 逆問題解析によりプロセスレシピとマスクデータを求め、それに基づいて製作したデバイス要素と検証モデルを照合した結果、概ね近い寸法のデバイスが得られ、本ソフトの妥当性が実証された。 なお、本開発で解析対象とした光・RF-MEMS 及びセンサMEMSの典型的なデバイス以外についても、プロセスデータを追加していくことにより、より一般的な形状に対しても類似の形状をガイダンスすることが可能になる。