# MEMS産業技術戦略と ファインMEMSプロジェクトへの期待

# 2008年7月31日

# 経済産業省 製造産業局 産業機械課

# 是永 基樹

## MEMS産業技術戦略と ファインMEMSプロジェクトへの期待

- MEMSに対する基本的な認識
- 政府の技術戦略
- MEMS技術の方向性
- ・現行MEMSプロジェクトの紹介
- ・ MEMS産業活性化の課題と今後の対策

#### 【基本的な認識】MEMSは、我が国製造業の基幹部品の国際競争力 強化(小型化・高付加価値化)の観点から、重要な分野である



#### 【政府の技術戦略】 科学技術・産業技術戦略におけるMEMSの位置づけ

リングトルクセンサ



# 【方向性】MEMS技術ロードマップ



#### MEMS分野の国際競争ポジション(1)









#### わが国のファインMEMSの強さ分析 (MMC調査中)

#### 第2世代の集積化MEMSに係わる特許出願状況









#### MEMS 産業政策の全体像

#### 【産業界の活性化支援】MEMS協議会(平成18年5月~)

#### 1. 協議会の概要

近年拡大しつつあるMEMS産業の一層の発展を支援し、ひいては我が国産業の国際競争 力強化に貢献することを目的として、MEMS関連企業を構成メンバーとして、政策提言事業や 産業交流・活性化事業を推進する。

#### 2. 協議会の体制

·会長: 野	間口 有 (三菱電機(株)取締役会長)	
·副会長: 今	・仲 行一 (オムロン(株)技術本部 本部長)	
·副会長: 下	山 勲 (東京大学大学院情報理工学研究科長 教授)	7190797579-
<ul><li>事務局長: 青柿</li></ul>	柳桂一 ((財)マイクロマシンセンター専務理事)	
·参加メンバー:	<u>: 187機関·社</u> (平成20年7月1日現在)	1,050,000
※ 電機メーカー	ー、ソフトウェアベンダー、光学機器メーカー、半導体製造装置メーカー、	MEMS Industry Forum JAPAN
大学、研究機	<b>幾関、地方公設試等幅広い分野からの参画</b>	
※ 近年、参加者	者が増加(平成19年2月末で166機関・社)	
・有識者アドバイ	イザー(敬称略)	
江刺正喜(東北	北大学 教授)、小寺秀敏(京都大学 教授)、佐藤一雄(名古屋大学 教授)、	
下山 勲(東京	家大学 教授)、杉山 進(立命館大学 教授)、竹内芳美(大阪大学 教授)、	
藤田博之(東京	京大学 教授)、三宅常之(日経BP社 副編集長)、吉海正憲(産総研 理事)	

#### 【課題】MEMS産業の現状と課題

#### 1. MEMS産業の現状

#### <u>インハウス</u>:

- 圧力センサ、加速度センサなど、既存の製品の置き換えは進んでいる。
- しかしながら、少量多品種生産がメインで、生産効率が悪い。収益が上がらない。
- 将来を見据えた商品、技術開発は難しい。センサー等は先が見えやすいが、新規 事業につながるような付加価値の高い製品を生み出すのは難しい。

#### <u>ファンドリー</u>:

- 発注がくるようになったが、対応するためには新たな設備投資が必要。
   (生産設備がない。仕様に応える技術レベルの大量生産装置がない。)
- <u>集積化MEMSの発注</u>が多くなってきている。

#### 2. MEMSの課題

- 使われる場所、フィールドにカ点を置いた将来を見据えた研究開発
- 製造設備・基盤の整備
- 高機能・高集積に対応できる技術開発

12

#### 【対策】MEMS産業政策のポイント・今後の方向性

#### 1. MEMS製造技術の開発及び関連技術の標準化

メーカがユーザと連携して、日本企業の強みを活かし、将来を見据えた MEMSの高機能化・高精度化に資する技術を開発する。

◎ユーザの欲するMEMSを効率よく製造できる設計、加工、生産技術を開発する。 (設計シミュレーション技術、異分野機能の融合、高度な集積・実装技術 等)

◎国際競争力強化の観点から評価方法等を国際標準化する。

#### 2. MEMS製造拠点・ネットワークの整備

MEMS事業への参画障壁の低減によるMEMSの応用範囲拡大を図る。

◎多様な分野の基幹部品の高付加価値化、差異化に関する製品アイデアの 早期実現が容易となるよう、製造設備を有しない企業でも使えるような MEMSファンドリーサービスを整備・充実させる。

13



# ご清聴 ありがとうございました。

【参考情報】

マイクロナノ2008 MEMSフォーラム - MEMS産業の発展を目指して-日 時 2008年8月1日(金)10:30~16:35 場 所 東京ビッグサイト 西1ホール内 特設会場 主 催 MEMS協議会/(財)マイクロマシンセンター 参加費 無料

問い合わせ先: 経済産業省産業機械課 担当: 是永(これなが)、加賀 電話: 03-3501-1691



●今後比較的短期に大きな市場が期待されるMEMS、①RF (Radio Frequency)-MEMS、②光MEMS、③センサMEMSの実用化に必要な 製造技術を開発(※プロジェクト実施企業:①オムロン、②オリンパス、③松下電工)

●その技術をファンドリー事業に展開することにより、MEMS製品開発・ 生産が活性化する環境を構築(MMCのファンドリーサービスと連携)





http://www.nedo.go.jp/activities/portal/p03025.html



http://fsic.mmc.or.jp/

16



http://fsic.mmc.or.jp/

セッション1

#### <u>ファインMEMSプロジェクトの概要</u>

ファインMEMSプロジェクト推進連絡会 座長 下山 勲



#### ■ 開発テーマと開発体制

	経済産業省				
	独立行政法人新3	Lネルギー・産業技術総合開発機構			
	ファイ 周 副語	ンMEMSプロジェクト推進連絡会 WE長: 下山 勲 東京大 教授 WE長: 杉山 進 立命館大 教授			
		事務局: 財団法人マイク	ロマシンセンター	7	
			【企業】	【大学・国研】	
MEMSーナノ	・ナノ機械構造	:波長オーダ以下可動構造		東京大学	
	・選択的バイオ修飾	:生体機能模擬センシング		産総研	
	・選択的ナノ材料修飾	: CNTなど		産総研	7
	・ナノ機能デバイス化	:ナノ修飾のデバイス技術	三菱電機		€ Z
					ノ団
MEMS-半導体	・フロセス統合モノリシック	フ:UMUS統合MEMS	日工製作所	+ 4 40 + 40	
	新センザ原理	: 牛帯体センサなどの仮欄化による		立中國人子	4
	<ul> <li>・ 板万向配線</li> <li>ノンカポーボル</li> </ul>	: 先端UNUSとMENSの多層化像相配線	オムロン		2
	インラホーッル	・春田内下方町形			1 53
	<ul> <li>         ·</li></ul>	: 光端UNUSとMENDの使力回復相配線	果之	1000	マン
	二次元表面高密度配線	: 並且設定例回言のた高密度記録なる	-	度彩研	Ĩ
	尚否度一括夫装	: 目ご相模化による美密度美装		果北入子	
MEMS-MEMS	<ul> <li>異種材料多層集積</li> </ul>	:ウェハ高精度 Z方向組み立て	オリンパス		
	・ビルドアップ多層集積	:順次接合に加工工程の加わる	松下電工		
	光チップ高精度集積	:光半導体の紙紙高精度結合	横河電機		1
	・低ストレスダイシング	:多層異種材ウェハ		レデー総研・東北大学	
				- thereby to b	



#### ファインNENSプロジェクトの研究開発マップ









#### 配線の自由度を向上できる3次元配線構造を持つ高信頼性インターポーザル技術の開発 (株)フジクラ

Development of highly reliable three dimensional interposal technologies enabling arbitrary shaped wiring within a substrate





フェムト秒レーザー改質/ウェットエッチング及び溶融金属充填法を用い、基板内部で屈曲、 分岐した貫通配線を世界に先駆け実現した。作製した貫通配線は、電子デバイス等の気密 パッケージへの応用に十分なシール性を有していることを確認した。本技術を用い、アプリ ケーションの一つとして考えられるインターポーザーを作製し、MEMSデバイスを実装して 機能を検証した。

Crank-shaped and Y-shaped through-hole interconnections (THIs) were successfully developed in this study utilizing femtosecond laser irradiation / wet etching and Molten Metal Suction Method. The THIs have enough airtightness which can be applied to MEMS application. An interposer having crank-shaped THIs was made and demonstrated using an MEMS device.





#### 高集積MEMS擬似SOC研究開発成果(平成18年度~平成19年度)



#### ビルドアップ型多層MEMS集積化技術の開発 「機能集積化MEMSデバイスを実現するビルドアップ型ウエハレベルパッケージング技術の開発」 松下電工株式会社

(1)研究内容

#### ■ MEMSプロセスの革新で機能集積化薄型MEMSデバイスを実現 (特長)

・ウエハレベルで 回路IC、センサ、光デバイス、配線、放熱機能 を積層型で集積
 ⇒ ネットワークデバイス、光アクチュエータデバイス、センサデバイス等へ応用
 ・ウエハ接合→ MEMS3次元加工→ 研磨→ チップ実装 を繰り返し 薄型機能集積を実現
 ・異種材料ウエハ接合、接合ウエハの研磨加工、ウエハヘのチップ実装で機能損傷のないプロセスを構築



(2)現在の状況と今後の予定

【現在の成果】

■機能集積化多層積層構造のためのビルドアップ型ウエハレベルバッケージングプロセスの基本技術を確立 【今後の予定】

■集積化MEMSデバイス応用技術の開発 ■要素プロセス技術のファンドリーへの展開

ファインMEMSプロジェクト MEMS/光化合物半導体集積化技術 MEMS波長可変レーザー









自由自在に設計したカーボンナノチューブ3次元デバイスを実現



産業技術総合研究所ナノチューブ応用研究センターは、単層カーボンナノチューブ(CNT)を用いた集積 3次元CNTデバイスの実現に成功した。

今回、CNTの高密度配向集合体である"カーボンナノチューブ・ウエハー(CNTウエハー)"の開発により、 設計したCNTデバイスを大量作製することに成功した。その実例として、位置・形状を自由自在に制御し、 複雑な3次元形状を有するCNTデバイス構造を基板上に1000個以上も集積した。さらに、作製したCNTデ バイス構造の電気駆動に成功し、CNTデバイスの実用化へ大きく近づいた。

本研究成果は英国科学誌Nature Nanotechnologyに掲載された。



# <section-header><section-header><section-header><section-header><image><image>

ILE OSAK







#### MEMS-半導体横方向配線技術の研究開発 「低温積層高密度一体化実装技術の研究開発」 東北大学小柳光正

#### 自己組織化を用いたMEMS-LSI-括実装技術



自己組織化技術、チップ乗り越え配線技術を用いたMEMs-LSI-括実装テストモジュールの試作



### NEDO委託「ファインNENS知識データベースの整備」

高集積・複合MEMSの開発者のためのデータベースの整備として、知識情報および 学会等の新規技術情報の収集・体系化を行う。


















































































2008/7

# AIST NEDO委託・助成「高集積・複合MEMS製造技術開発事業」 ファインMEMSプロジェクト中間成果発表会

## MEMS/ナノ機能の複合技術の開発

「バイオ材料(タンパク質など)の選択的修飾技術」

## (独)産業技術総合研究所

### バイオニクス研究センター

2008年7月31日

独立行政法人產業技術総合研究所



AIST	生活習慣病に関わる物質(タンパク質マーカーなど)の検査法			
▲AIST	<ul> <li>生活習慣病に関わる物質(タンパク質マーカーなど)の検査法</li> <li>(便潜血検査</li> <li>尿検査</li> <li>血液検査         <ul> <li>・進行ガンでしか陽性にならない(早期発見には役に立たない)</li> <li>・病変部位を特定することができない</li> <li>・血液中に存在するタンパク質マーカーの種類が極めて少ない</li> </ul> </li> </ul>			
	<ul> <li>内視鏡検査</li> <li>・病巣を探すための観察として、肉眼だけでなく、写真やビデオ 画像による観察。</li> <li>・胃や腸などの管腔臓器の内側(粘膜)を観察するための有効な 検査法。</li> <li>・処置治療として、病変部分の切除や止血、胆石などの砕石・採 石、異物摘出→開腹手術よりも肉体的・精神的負担の軽減。</li> <li>・病変部位を特定することが困難な場合もある。</li> <li>画像による観察だけでなく、疾患の原因となる生体分 子の検出も同時に行える多機能型内視鏡の開発が求 められている。</li> </ul>			
<sub>独立行政法人</sub> 產業技術総合研究所				

AIST

### 本事業の開発計画

### バイオとMEMSとの融合によるバイオセンシングシステムの創製





### これまでの研究成果の概要

①血管内皮細胞増殖因子(VEGF)検出用分子認識素子の開発

→VEGFと複合体を形成した時のみ発光する新規分析試薬の設計・ 合成・性能評価および基板上への固定化方法の開発

#### **②過酸化脂質検出用分子認識素子の開発**

→過酸化脂質と反応したときのみ発光する新規分析試薬の設計・ 合成・性能評価

独立行政法人產業技術総合研究所

AIST

①血管内皮細胞増殖因子(VEGF)検出用分子認識素子の開発



・癌細胞の増殖・転移の他、増殖性糖尿尿性網膜症、慢性リウマチとも関係



#### 分子認識素子の選定

#### ②分子認識素子(蛍光ペプチド)の構造

#### 注:アルファベットはアミノ酸を示す



③評価

AIST

	VEGFとの反応	可視光での励起が可能	妨害物質の影響を受けない
1	0	×	0
2	0	0	×
3	0	0	0

独立行政法人產業技術総合研究所

AIST

#### 蛍光ペプチドとVEGFとの反応



種々の濃度のVEGF<sub>121</sub>を添加した時の蛍光ペプチドの蛍光スペクトル変化(a)、520nmにおける蛍光強 度をVEGF<sub>121</sub>濃度に対してプロットした図(b); [ペプチド] = 10.0µM, 溶媒: PBS緩衝液(10 mM, pH7.4), 励起波長: 470nm.

・VEGF濃度の増加と共に蛍光強度は増加した。
 ・VEGF濃度と蛍光強度との間には直線関係が成立した。





#### AIST

#### 分子認識素子とVEGFとの反応

#### ①分子認識素子:

螢光発色団-GPGSGRGWVEICAADDYGRGPGSK







独立行政法人產業技術総合研究所



## ②過酸化脂質検出用分子認識素子の開発



#### 過酸化脂質と疾病の関係

#### 過酸化脂質とは・・・

・コレステロールや中性脂肪といった脂質が、活性酸素によって酸化されたものの総称

疾患との関係

白内障・・・・水晶体が過酸化脂質等の活性酸素による攻撃から保護されなくなった結果生じる。

糖尿病・・・・・患者の血清中の過酸化脂質量は、健常者と比較して高い。

高脂血症・・・患者の血清中の過酸化脂質量は、健常者と比較して高い。









独立行政法人產業技術総合研究所



#### AIST

#### まとめ

①血管内皮細胞増殖因子(VEGF)検出用分子認識素子の開発

・開発した分子認識素子は、VEGFと室温で反応すると、蛍光強度の増加が 観察された。

・開発した分子認識素子は、VEGFと特異的に反応した。

・分子認識素子を基板上に固定化した状態において、VEGFと反応することを SPR法および蛍光光度法を用いて確認した。

#### **②過酸化脂質検出用分子認識素子の開発**

・新規過酸化脂質検出用蛍光試薬の開発に成功した。

・過酸化脂質と反応すると、蛍光強度の増加が観察された。



Nature Nanotechnology 3, 289 - 294 <sup>(2008)</sup> イギリス時間 5月4日18時 公開 新聞報道

血

<u>カーボンナノチューブMEMS</u> <u>Nature Nanotechnology誌の表紙を飾る</u> !

カーボンナ/チューブー21世紀のダイア

特性	比較	用途
・引っ張り強度	・高張力鋼の20倍	·超高強度部材
•耐食性	•耐薬品性	•特殊繊維
•熱伝導性 3000W/mK	•銅の10倍	・熱交換器、ヒートシンク
•柔軟性 弹性限界一	・原子レベルで屈曲可能	•複合材料
•軽量 密度1.3g/cm3	・アルミニウムの半分	•複合材料
•高電流密度 10 <sup>9</sup> A	•銅の1000倍	<ul> <li>ビア配線</li> </ul>
•高移動度	・シリコンの10倍	・電子デバイス、FET
•高比表面積	•活性炭と同等	•エネルギー貯蔵、電池
•高電界放出特性		•フラットパネル
•低摩擦係数 微小	は世界のデバ	イスにとって
•耐摩耗性	理想的な	材料















































## 4インチウェハの高速加工



## Siウェハの内部加工













## Si割断力測定実験(加工層数依存性)



## ガラスの内部加工











## Pyrex glass のダイシング結果

(a) 内部加工 (Nd:YAG laser)+曲げ応カウエハ分離によるダイシング



(b) ミシン目状の内部加工 (Nd:YAG laser)+ 熱応カウエハ分離によるダイシング




# ウェハの割断に要する応力測定







# MEMSウェハのダイシング





# 東北大支給破損率評価サンプル





# 東北大支給破損率評価サンプル



# Nd:YVO₄によるMEMS素子の割断(内部加工+裏面加工)



Si側からの光顕観察

クリーンルーム環境下でないので、汚れが付着



Glass側からの光顕観察











# Nd:YVO₄によるMEMS素子の割断(内部加工のみ)

# 開発・検討中のレーザーダイシングプロセス





2008/7

# ファインMEMSシステム化設計プ ラットフォーム研究開発

## 静岡大学電子工学研究所

## 橋口原

2008/7/31

#### 開発の背景(開発課題)

高集積型MEMSの設計に対し、すでに開発されてきた電気回路ー機械系を係わるマルチ ドメインシミュレーション(MemsONE,等)は電気回路ー機械系特性の詳細な評価を特徴と しているが、一方MEMSや周辺回路などに係わるさまざまなデバイスに対応した電気回路 ー機械系全体をシステムとして見通すことができる設計プラットフォームの出現が益々重要 となる。





# <section-header>

ネットリストデ



## H20年度 開発概要

# MEMS連成モデルについて







4











# 櫛歯ジャイロのSPICEモデル





## 電気等価回路から考えるMEMS設計手法研究会



2008/7

## MEMS-半導体プロセス統合モノリシック製造技術 「新たなMEMSセンシング原理の探索」

## 立命館大学

2008年7月31日





#### SiNWの周期境界条件



"1本"の1次元ナノワイヤーに関する3次元周期境界条件

- ワイヤー軸に垂直方向(x 方向, y 方向)
  → ナノワイヤー間の相互作用が無視できるだけの
  十分な"真空"空間領域を設定
- ワイヤー軸に平行方向(z 方向)
  → ナノワイヤーの延伸を表現



#### バンドエネルギー変化と格子間相互作用の対応

#### SiNWモデルのバンド構造





### ナノワイヤーモデルにおけるキャリア密度



 $\frac{1}{m^*} = \pm \frac{1}{\hbar^2} \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial k_x^2} & \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial k_x \partial k_y} & \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial k_x \partial k_z} \\ \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial k_y \partial k_x} & \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial k_z^2} & \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial k_y \partial k_z} \\ \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial k_z \partial k_x} & \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial k_z \partial k_y} & \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial k_z^2} \end{pmatrix}$  $= \pm \frac{1}{\hbar^2} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial k_z^2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{\partial \varepsilon}{\partial k_x} = \frac{\partial \varepsilon}{\partial k_y} = 0 \end{pmatrix}$ *等バンドエネルギー曲面の例* (バルクシリコンの価電子帯) 有効質量テンソルは、 本研究での周期境界条件において スカラーとして取り扱える  $m^* = \pm \hbar^2 \bigg/ \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial k_z^2}$ +: 電子 ー: ホール  $\frac{1}{m^{*}(k_{z})} = \pm \frac{1}{\hbar^{2}} \left( \frac{\partial^{2} \varepsilon}{\partial k_{z}^{2}} \right)$  $\approx \pm \frac{1}{\hbar^{2}} \frac{\varepsilon(k_{z} + \Delta k_{z}) + \varepsilon(k_{z} - \Delta k_{z}) - 2\varepsilon(k_{z})}{(\Delta k_{z})^{2}}$  $k_z - \Delta k_z$  $k_z + \Delta k_z$ キャリアの局在

## ナノワイヤーモデルにおけるキャリア有効質量

#### p型半導体 n型半導体の表現















<111>モデルの価電子・伝導バンド変化



伝導帯の底でバンド交差が存在し、2種類のバンドがそれぞれ極小点をもつ。 ひずみを与えることによって、伝導帯のエネルギー最小点が入れ替わる。

n型<111>SiNWについて大きなピエゾ抵抗係数が得られる可能性がある。

#### まとめ

シリコンナノワイヤーモデルではワイヤー軸に平行な方向の電子・ ホール輸送現象のみを取り扱うので、通常の3次元の輸送現象理 論が1次元に簡略化される。

フェルミ面をシフトしてキャリアを分布させる方法は、キャリア密度の小さいp型・n型半導体の簡便な電子状態表現として物性評価に利用できた。

長手方向が<001>結晶方位であるSiNWは、p型半導体のとき、きわめて大きな  $\pi_{|<001>}$ をもつ。

SiNWは大きなピエゾ抵抗係数をもつナノセンサの材料候補として 有力である。

結晶方位が異なると、ピエゾ抵抗特性も全く異なるものが得られる。 新規デバイスの開発にあたり、あらかじめピエゾ抵抗特性の予測を 行うことは、デバイスを作製する際のきわめて重要な指針となるこ とが期待される。
















































## <u>まとめ</u>

MEMSデバイス/LSIチップのバンプ接合において、先鋭バンプにより低荷 重/低加熱のストレスフリー接合技術を研究開発している

ガスデポジション法による円錐Auバンプの作製

- リソグラフィとガスデポジション法を組み合わせることにより、自己形成的に先鋭バンプの作製が可能
- 汎用の厚膜レジストにおいてもガスデポジション法による熱の影響を軽減でき、 MEMSデバイスのバンプ接合に必要な数十μmレベルの円錐Auバンプ形成に成功
- 微小圧縮試験において、低荷重でのストレスフリー接合が可能であることを実証

#### 無電解めっき法による無加圧・低温FC接続技術

- 無電解Ni-Bめっきを用いた無加圧・低温(60℃)フリップチップ接続プロセスを開発
- 平面配置電極⇒20μmピッチ / FC接続用電極⇒60μmピッチ レベルの 対向電極間にNi-B接続膜を選択的に成長させることに成功
- Ni-B膜は、"シード層"の位置付けであり、現在「バルクめっき層の付与(Cu等)」
   による低抵抗化を検討中

高集積・複合MEMS製造技術開発ロジェクト

MEMS-半導体横方向配線技術

(高密度な低温積層一体化実装技術)

東北大学大学院工学研究科 バイオロボティクス専攻

小柳 光正

## <u>内容</u>

1)研究目標

2)研究成果

- ・自己組織化機能を用いたMEMS-LSI-括 実装技術
- ・チップ乗り越え配線形成技術
- ・MEMS-LSI テストモジュールの試作

4)成果のまとめ

## 無線通信機能を有する超小型・低電力携帯用情報機器 のためのMEMs-LSIシステムモジュール



自己組織化手法によるMEMsーLSIシステムモジュールの一括製造



## 自己組織化手法によるMEMsーLSIチップの一括実装



## 研究開発の内容(平成20年度)

- 1)自己組織化機能を用いたMEMS-LSI-括実装技術
  - ・チップ自己組織化技術(8インチウェーハ)
  - ・チップ高精度位置合わせ技術(8インチウェーハ)
  - ・自己組織化条件の最適化とメカニズム解明
  - ・MEMsチップの自己組織化
  - ・位置合わせ精度の高速測定技術
- 2) フレキシブル配線基板上への高密度マイクロバンプ形成技術
  - ・平坦化リフトオフ技術(8インチウェーハ)
  - ・インプリント技術 ・E/B及びレーザー露光技術
- <u>3) チップ乗り越え配線形成技術</u>
- ・絶縁膜の高被覆率、低温形成
  - ・塗布法による有機膜の高被覆率形成
  - ・Cuメッキによる乗り越え配線形成
- 4) チップ上への受動素子形成技術
  - ・磁気ナノドット膜被覆インダクタ、コイルの形成 ・抵抗、コンデンサ形成
- 5) MEMs-LSI-括実装テストモジュールの試作
  - ・テストチップ (LSI) の設計・試作とセルフアセンブリ ・MEMsチップのセルフアセンブリ
  - ・自己組織化機能を用いたテストモジュールの試作

研究実施体制





## 4





## アライメント精度のチップサイズ依存性



アライメント精度の液量依存性







キャビティ付チップのセルフアセンブリ



## 自己組織化貼り合わせを行ったキャビティ付チップの写真









[バイアス設定設定=シリアル-パラレル変換回路, DCバイアス電圧生成回路]

## ASKチップのセルフアセンブリ、および乗り越え配線形成工程



# チップ・セルフアセンブリーおよび乗り越え配線形成後の鳥瞰写真(配線幅:設計10um)



## 乗り越え配線の断面観察写真



## 乗り越え配線抵抗のヒストグラム



## 成果のまとめ

- 1)自己組織化機能を用いたMEMS-LSI-括実装技術:
  - ・平成19年度に導入した自己組織化位置あわせ装置のプリアラインメント精度を評価し、目標とする±5μmを達成できることを確認した。
  - ・自己組織化貼り合わせに関して、8インチウェーハで500チップ以上の一括貼り合わせが可能 であることを確認した。
  - ・一括張り合わせの張り合わせ精度として、429nmという値(100チップの平均)を得た。
- ・キャビティ付チップでも自己組織化による貼り合わせが可能であることを確認した。

2)フレキシブル配線基板上への高密度マイクロバンプ形成技術:

・インプリント技術を用いたIn/Auマイクロバンプを形成したチップでも自己組織化張り合わせが 可能なことを確認した。

3)チップ乗り越え配線形成技術:

・厚膜レジストを用いたCu乗り越え配線パターンの形成に成功し、良好な電気的接続特性を得た。

4)チップ上への受動素子形成技術:

・磁気ナノドット膜を埋め込んだコイルおよびHigh-K膜を用いたMIMキャパシタを作製し基本特性を評価した。

- 5)テストモジュールの試作:
  - 自己組織化により一括張り合わせしたASK信号復調チップおよびドライバーチップをチップ乗り 越え配線で接続したテストモジュールを試作し、良好な動作特性を得た。

ファインMEMSプロジェクト中間成果発表会

セッション3



ー産業インフラとしての活用ー

財団法人マイクロマシンセンター MEMSシステム開発センター 逆水登志夫





### 共有コラボレーション環境の実現

-複数ユーザが特殊なアプリ、専門的記述言語の知識無く、共同作業できる環境

ネット上で自由記述・閲覧可能なシステムの構築
 ・Webブラウザ/MediaWikiシステムを知識DBのインフラとして活用。。。。Wiki(閲覧者の共同作業ツール)⇔ブログ(個人の情報交換ツール)

Wikiを用い、閲覧者が参加して 作り上げる知識DBの代表例 フリー百科事典『ウィキペディア(Wikipedia)』		
A & WHOMO	Wildeda	
At and	** 7-8 2-3888 MB	
1.0	4474-5	
7 24 25 1	on the Million and cohomous	
1 10 2	The share the second se	
213-2917		1007 1100
22-ER8A		
154-510		MMIFCパージーを5時たチビパージ
<ul> <li>xGreet</li> </ul>	Distriction (2011)	1276/-592
	ういかべき のはオープノスノデント ひからやみです。あるために	· ようにそっちくど、開発水池、参加水池、引用力
· ROUGAN	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	2-1-57-FAQ
· #228.27-0	TERT BLOED TO BERNELL	* コミュニティ・ボークル・共戸論 - Portens
7100-1010	「「「「「「「」」」」、「「「」」」、「「」」、「「」」、「」」、「」」、「」	Japanese-speakers
* 14H-17-04D-00	No a second y	<ul> <li>基本力計-並作権の低い。転通時計・通知先。</li> </ul>
* 7.8.53.18.81		先堂事状
0.8×F	Paular	
<ul> <li>nad</li> </ul>		
- ILPIE	<ul> <li>3088年1月11日から18日にわけて、エレスー能アレクリンパラブ回動剤でつくキャニア</li> </ul>	2008-496-8 ( ++7+) - 61
1170.00	<ul> <li>2000164/2561227652778 #2500250040952862-82-82 (71007)=0</li> </ul>	1
+ 811	<ul> <li>2009404200. 24427-07202234309 C00040007777224 (0000040</li> </ul>	NOT NEED AND ALL ALL
80	売後5回車(855581819754A86+7番4)	快速编程
	NO a sheat of a second se	間へもの用作・用ないた・か・ス・カーなーは・ま・
AV (**)	A REAL BRANCES DESCRIPTION OF THE PARTY OF T	0.5.0.A.0.2001
2-8.45/03	A A A DESCRIPTION OF	167-111年年
+ 10.0%	Cr. V.N. Miller, christolaux, mcResheldt, Bengerschlaretter,	10-01-00
· ULCROBURG	01107 m08401x-40/suit/5-010202074014	a set he had
<ul> <li>FUELD-F</li> <li>HERTS/2</li> </ul>	51000.73-6.	7440-46031
<ul> <li>KBB (~5%)</li> </ul>	conditional distance of condition of the second	AXMP BP-POOR-COPPA-ME-
<ul> <li>208-08852</li> </ul>	needs H11MEH104, 18	
· Scattera	WINSANT, A	BE BEE . B-Out. 79.0. 47-58
0.748	Weight for the first for the	HE BR RE RECEIPTE
+ hut	教育教育 にありかい 安康・白田・田和	社会科学、法学
<ul> <li>Buttess monitors</li> </ul>	A REAL PROPERTY AND A REAL PROPERTY AND ADDRESS AND ADDRESS AD	<ul> <li>TR</li> </ul>
<ul> <li>Burrapces</li> <li>Excess</li> </ul>	2 A STATE OF A STAT	BENT NT INT -117 - XXT - 16814
<ul> <li>Eduare</li> </ul>	LINEA, BRATERARE, ACCOUNT, AND TAKEN TRANSPORT	平-共来之共統-法物学-法疗特合自然-植物-系
* Centry	@http://www.care.com////////////////////////////////////	用。这学们在展
		教師に配用:除用・開発・用子力・エレクトロニク
* Dealersh	・アナロズ目的支援党と開始、アメリカ合衆国の国立歴史と聞きエネスと世界通常	ス・スポットリージー発展・目前書・パス・巻



#### 高集積・複合MEMS知識DBの整備計画



## H18-19年度の成果(1)

知識DBシステムの構築

・DBのデータ入力方式、表示方式詳細設計、高精度日本語検索エンジン搭載完了 ・システムの構築: Linuxサーバによるシステム構築(H18/12試験運用開始)



#### H18・19年度の成果(2)

 
 知識データの収集・体系化

 ・登録データ件数:1078件(目標1000件)

 ・MemsOneの(プロセス、デバイス、材料特性、解析)4分類を軸に 本研究キーワードで知識データの体系化

 ・公開特許(2000年以降)及び欧米特許分析データ搭載、全文検索可能

知識データ入力画面(メインページ) ファインMEMS分類キーワード 1962) - Pa 別の入力ランキング 2+640 = 1.2 ファインMemsカテゴリ毎の入力事例数 メインページ ファインMems 知識テータベース事例を ・ 入力事例数 り手供款(機快の編集者) 計初の編集者による分類 コミュニティボ
 最近の出来事
 最近更新した
 おまかせ表示 ノート記入回数 新規事例作成数(2008年度) 本研究キーワードによる あまかせまか
 ヘルブ
 次行
 支行
 発音
 発金一切(副的の検索) in the second · 0 7-845 データの体系化 \*2 2++ 秋堂 助礼授堂(MediaWa 登録事例のマトリックス表示 表示 技術
 ンカ方法の説明
 リンク元
 リンク元の変新が変
 リンク洗の変新が変
 アッガロード 力手例ラン 未知のカテゴリ名:プロセスが見つかりました セレク hə-fil 3次元インターボーザル チップレベル高精度接合 ナノ機能デバイス化 下山委員長
 特許
 特許 ・特許 ・特許調査の
 Tool CHAOS/MENAS%開 センサ新原理 1995年19 時期代ージ 印刷用バージョン この語への間ぞり 選択的バイオ修飾 選択的材料修飾 ナノ機械構造 ペインターポ 擬似SOC 新規事例入力 概似SOC センサ新原理 新規に事例を入力する場合には、以下の入力フォームを利用して登 録してください。 料料特性 圧電材料・PZT 圧電特性一定のずみの誘電車マトリクス MEMS-ONEカデ ゴリ 127 6 79 5 16 プロセス デバイス 材料特性 解析 ファインMemsわす ラリ ۷ 車切り 事例タイトル 新規事例入力

#### H18・19年度の成果(2)

#### 知識データの収集・体系化

・登録データ件数:1078件(目標1000件)

・(プロセス、デバイス、材料特性、解析)4分類を軸に本研究キーワードで知識データの体系化

・開発テーマに対応した公開特許データ及び欧米特許分析資料集搭載、全文検索可能



まとめ

#### (1)高集積・複合MEMS開発・製造を支援するDBシステムの構築

- ◆Wikiを利用した共有コラボレーション環境を実現
  - -リアルタイム情報発信、より質の高いコンテンツの生成と提供
- ◆研究キーワードによる知識データの体系化
  - -情報の集積化、DB傾向を可視化(ランキング表示)

#### (2)高集積・複合MEMSに関わる知識データの集積

- ◆MEMS/ナノ、MEMS/半導体、MEMS/MEMSを網羅した成果・情報の収集
- ◆最新の公開特許及び特許調査のDB化

(3)最終年度計画

- ◆公開に向けたシステム構築、MemsONEへのデータ変換
- ◆登録データの質的向上と特許DBの更新、公開後の運営・普及活動

★情報の集積化と知識DBの普及を推進してまいりますので、今後とも更なるご支援をお願い申し上げます。



ファインMEMSプロジェクト展示ブースのご案内

◆ファインMEMSプロジェクト展示 (W1-228ブース)

・セッション2、セッション3の発表に関する展示
・セッション1プロジェクト全体概要の企業開発成果に関する展示
(日立、東芝、オムロン、フジクラ、オリンパス)

◆MemsONE展示(W1-178ブース) ・MEMS用設計・支援システム(知識DB)

774 MEMS	
プロジェクト展示	
MemsONE展示	