

# 第42回 縮小社会研究会

人工知能, ロボット, ITは  
縮小社会に本当に有効か？

縮小社会研究会 WG4 尾崎雄三

2018年7月7日

# 人工知能, ロボット, IT

## ・コンピューター, 通信技術の進歩により急速に進化

新技術の普及率25%到達所要時間

電気 46年

電話 35年

➡ フェイスブック, iPhone 3年

## ・経済成長のためのイノベーションの要請

- 1) AI, ロボット, コンピューター自体の新製品の生産, 消費増(投資効果)
- 2) 生産性向上・人件費抑制・・・資本主義は利息
- 3) 競争に負けることへの不安

# 縮小社会の必然性

- 地下資源の減少(ピークオイル2005年・・・IEA)
- 環境汚染, 水問題の進行
- 人口増加と先進国の少子高齢化

➡社会の縮小は不可避?!

(「戦略的縮小」 河合雅司)

◆ AI,ロボット, ITの資源, エネルギー消費は?

➡コンピューターの製造・使用のエネルギーから考察

# コンピューター

コンピューター  
＝本体＋ディスプレイ

本体の心臓部＝集積回路(IC)  
・・・集積回路実装基板として使用



集積回路実装基板＝集積回路＋プリント基板

## 集積回路製造工程



# 金属シリコンの製造方法

## 金属シリコン



## カーボン電極・・・グラファイト製

### <製造方法>

石炭⇒コークス⇒粉砕

⇒混練(粉末・コールタールピッチ・ピッチコークス)

⇒成形⇒[焼成(約1000°C)⇒ピッチ含浸]

(2～3度繰返し)

⇒黒鉛化(2700～3000°C加熱処理)

⇒外面加工

⇒特殊処理・・・薬品, 樹脂, 金属などを含浸

耐酸化性, 耐薬品性、通電性などの改善

# シリコンウエハーの製造工程

## 製造工程

- 金属シリコン → 三塩化シランなどに転換(HCl処理) → 蒸留・精製  
( $\text{SiHCl}_3$ : bp 31.8°C)
- 還元 → 高純度金属シリコン(イレブン・ナイン以上)
  - 約1420°Cに加熱溶融・単結晶インゴット作成(CZ法など)
  - 外周切削 → スライス → 研磨・洗浄
  - ➡ シリコンウエハー(外径200mm,300mmなど; 厚さ1mm)

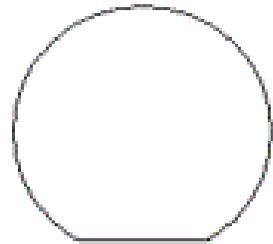
# 前工程

- ① ウエハー表面に酸化膜・窒化膜形成（酸化炉，窒化炉）
- ② レジスト塗布・露光・現像・・・パターン形成（レジスト塗布・現像装置）
- ③ エッチング（プラズマエッチング装置）
- ④ レジスト剥離・洗浄
- ⑤ 層間絶縁膜形成（コーター，CVD装置）
- ⑥ 平坦化（CMP）・・・絶縁膜を研磨して平坦化（CMP装置）
- ⑦ ゲート絶縁膜形成／ゲート電極層形成（PVD装置，CVD装置）

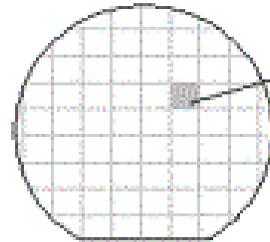
パターン形成→（イオン注入/アニール，回路形成など）→層間絶縁膜形成  
→CMP工程は繰り返して実行

➡半導体チップは多層構造・・・NAND型フラッシュメモリーで72層も実用化

# 前工程

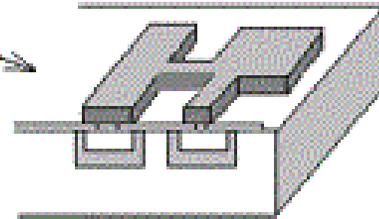


1. シリコンウェハー



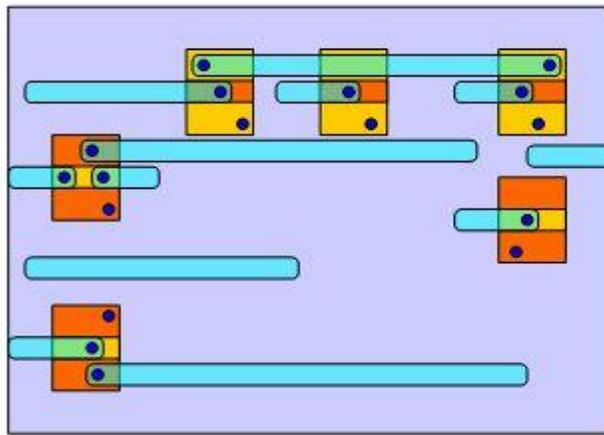
2. パターン  
焼付け

チップ

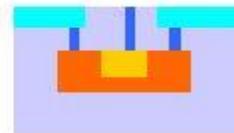


チップの拡大図

## シリコンウェハーと前工程



配置例



→ 断面図

## 前工程に必要な設備

- ・クリーンルーム
- ・加工機器
- ・防振装置 など

(<http://www.yusuke-ohara.com/>より)

# 後工程

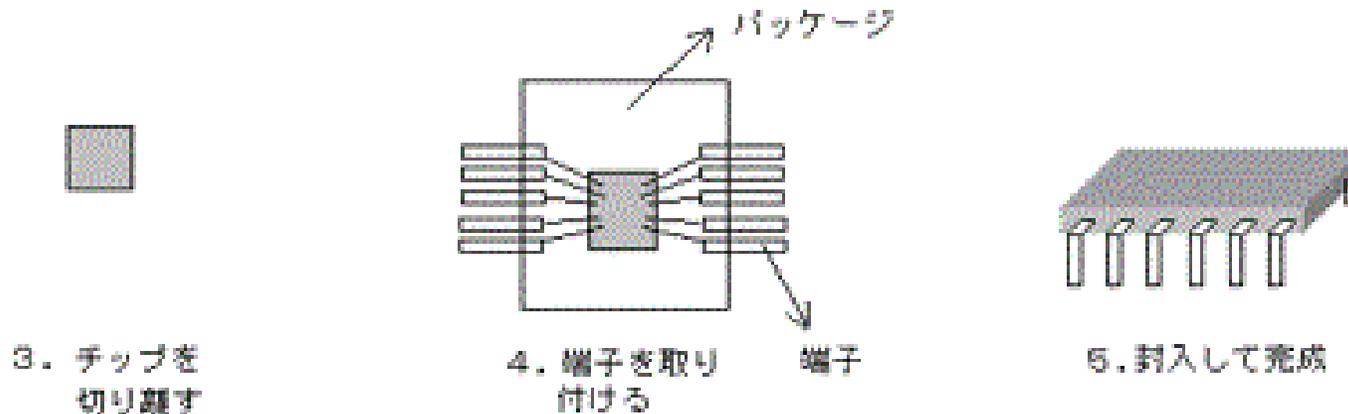
## ① ダイシング (ダイシングソー)

半導体チップ 4mm×4mm 300mmウエハー ……4260個

## ② ダイボンディング (ダイボンダー)

## ③ ワイヤボンディング (ワイヤボンダー)

## ④ モールド (モールドイング装置)



# 副資材

## CMP用研磨パッド・・・ポリウレタン発泡体製

・・・芳香族ジイソシアネート＋ポリオール化合物＋架橋剤＋発泡剤

- 石油⇒芳香族炭化水素⇒(ニトロ化・還元)⇒芳香族ジアミン  
⇒(フォスゲン反応, 加熱分解)⇒芳香族ジイソシアネート
- 石油⇒ポリオール化合物, 架橋剤, 発泡剤
- 研磨パッド・・・発泡ポリウレタン⇒スライス⇒裁断・研磨

## その他の副資材

プラズマエッチング・・・ $\text{CF}_4$                       CVD・・・ $\text{PH}_3$ ,  $\text{SiH}_4$

クリーンルーム・・・HEPAフィルター      洗浄・・・純水

フォトレジスト・・・紫外線硬化樹脂など

# プリント基板

ガラスエポキシプリント基板

(ガラス繊維織布 + エポキシ樹脂) → 基板 → 電気回路

ガラス織布の製造工程

材料溶融 (1300°C以上) → 紡糸 → 集束材塗布 → 巻き取り →

糊剤塗布 → 織布 → 脱油 → 巻き取り

エポキシ樹脂・・・石油化学製品

ガラス織布にエポキシ樹脂含浸・硬化 ➡ ガラスエポキシ基板

回路形成

基板に銅層形成 (銅箔積層, 無電解メッキなど)

レジスト塗布 (スクリーン印刷) → エッチング, 洗浄 → 裁断

★プリント基板も石油資源, エネルギーを消費

# AI,コンピューターのエネルギー消費

- 人間の脳の消費エネルギー(思考時) 21W

AI:アルファ碁 25万W (日経170727)

cf. 人間の消費エネルギー・・・約100W(基礎代謝1550kcal=75W)

- コンピューターの消費電力

デスクトップパソコン 50～150W

ノートパソコン 20～30W

サーバー 500W(待機時)～700W(負荷時)

# 消費電力の推計(経産省)



＜PC,サーバー, NW機器＞  
消費電力量: 約1300億kWh

＜参考＞

日本の最終消費電力量  
9340億kWh(2011年)



約13%がPC,サーバー  
NW機器で消費

# AI, ロボット, ITの問題

- ① 資源・エネルギーへの影響 → 「縮小社会」では有効とは言えない
- ② 経済システムへの影響
  - ・仕事の減少
  - ・先行企業の一人勝ち・・・格差拡大
- ③ 社会システムへの影響
  - ・暴走(誤作動, バグ)の恐れ, 犯罪利用, サイバー攻撃
  - ・個人情報への漏洩, 監視社会(顔認証システムなど)
  - ・犯罪利用・・・ウイルス(ランサムウェア), ダークウェブ
- ④ 人間への影響
  - ・人間の人工知能への依存
  - ・中毒(ネットゲーム, スマホ中毒)
  - ・フェイクニュース・・・人間は騙される
- ⑤ 軍事利用 自律兵器の開発・・・戦争開始のハードル低下

自然災害のリスク・・・ 太陽嵐, 火山巨大噴火  
過度の科学技術への依存