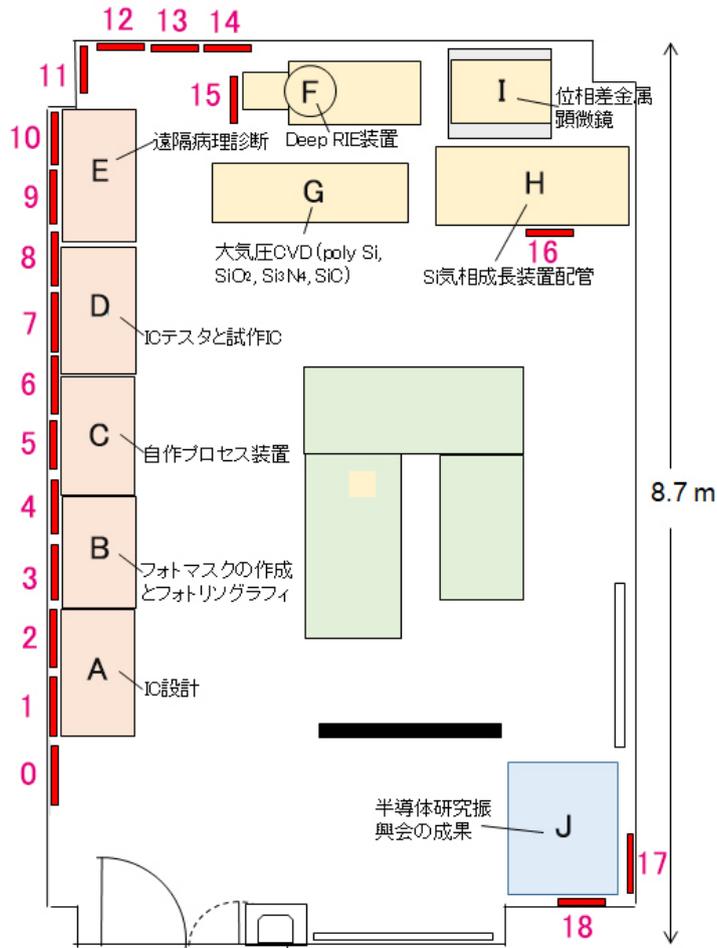


0 自作集積回路・装置室



ポスター

- 0 自作集積回路・装置室
- 1 設計 (1) CAD
- 2 設計 (2) レイアウト
- 3 フォトマスク作製、フォトリソグラフィ
- 4 ウェハプロセス (1) (工程、エッチング)
- 5 ウェハプロセス (2) (酸化・拡散、CVD)
- 6 ウェハプロセス (3) (イオン注入、蒸着・スパッタ)
- 7 IC テスタ
- 8 試作 IC (1)
- 9 通信速度と遠隔病理診断の進化
- 10 遠隔医療の革命
- 11 ハイビジョン動画による遠隔診断デモンストレーション
- 12 後工程と検査・測定
- 13 試作 IC (2) 並列画像処理、集積化容量型圧力センサ
- 14 深い反応性イオンエッチング (Deep RIE (Reactive Ion Etching))
- 15 正しいプロセスチャートの書き方
- 16 Si 気相エピタキシャル成長と欠陥の光学的検査 (半導体研究振興会)
- 17 半導体研究振興会から西澤潤一記念研究センターへ
- 18 西澤記念資料室



自作集積回路・装置室 (入口より)



西澤先生の教え (財)半導体研究振興会と西澤記念資料室



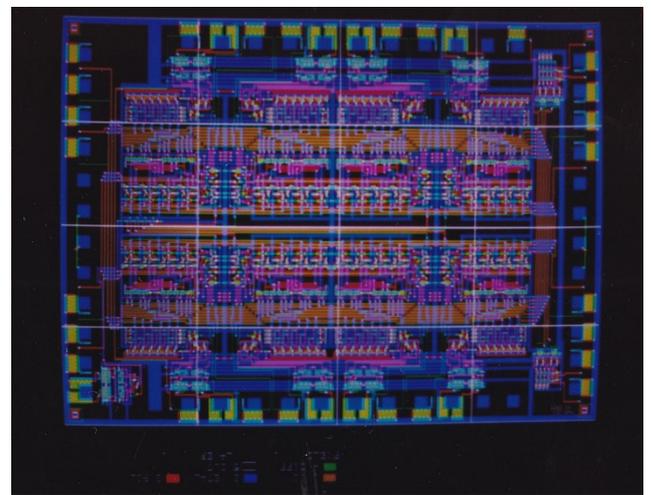
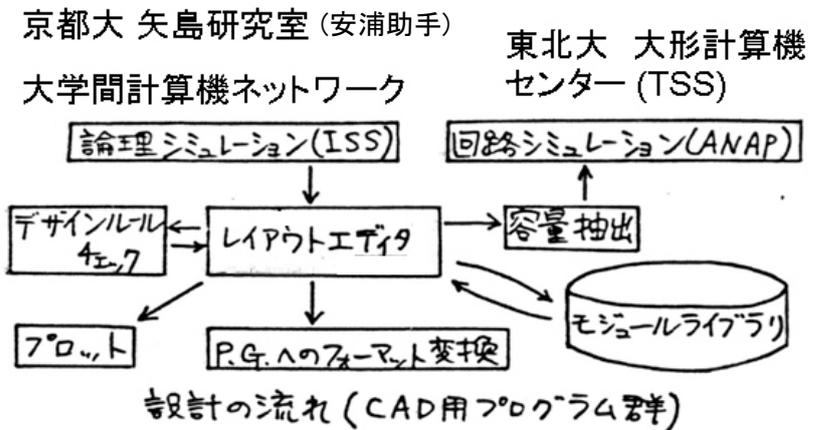
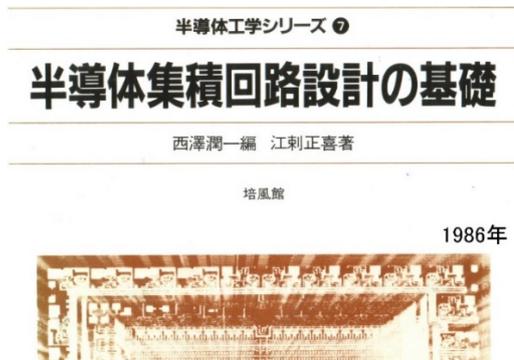
自作集積回路の設計・製作 (パネルと資料)



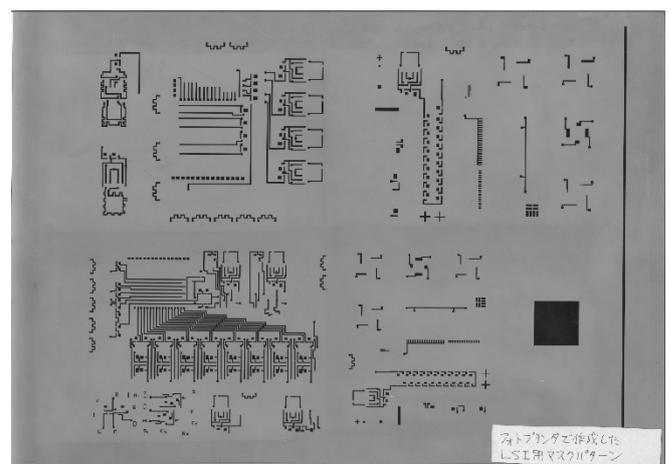
自作装置(Si 成長装置用ガラス配管(右)、大気圧 CVD 装置(左))

1 設計 (1) CAD

自作装置による CMOS 集積回路の設計・試作



DEC 社 LSI11 に接続したディスプレイ (ヤマハ社 SIT 使用) レイアウトエディタは Fortran で自作(プログラミングの勉強)



設計したレイアウトを出力するはフォトプリンタ

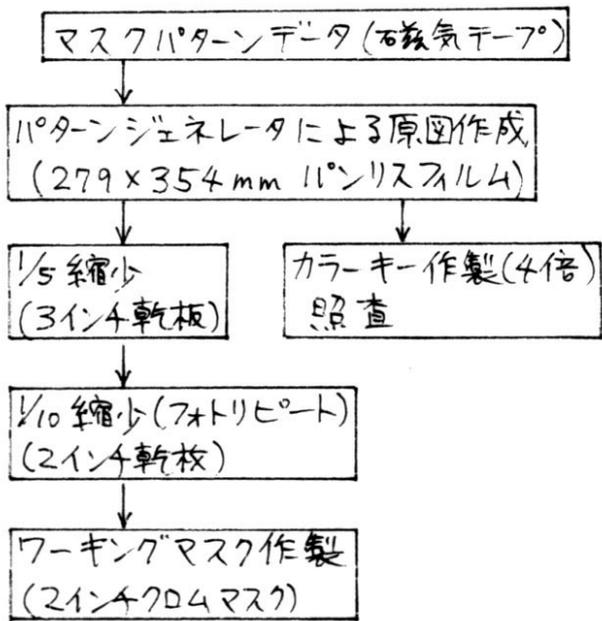
フォトプリンタで透明フィルムに出力したマスク原版

(江刺正喜 : 大学での LSI 製作と教育, 電子通信学会誌, 68, 1 (1985) 50-52)

(江刺正喜、小松昭雄、芦部稔、大友雅彦 : カスタム LSI 設計・作製システムの試み (1) (システムの概要), (2) (設計環境), (3) (NMOS プロセスと評価), 昭和 58 年電子通信学会総合全国大会, 401-3 (1983))

(江刺正喜、増田篤司、松尾正之 : LSI 設計用 CAD システム, 電気関係学会東北支部連合大会, 2D-13 (1985))

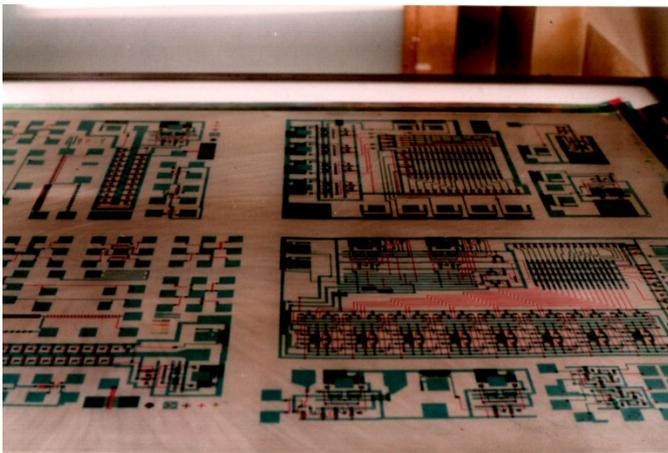
3 フォトマスク作製、フォトリソグラフィ



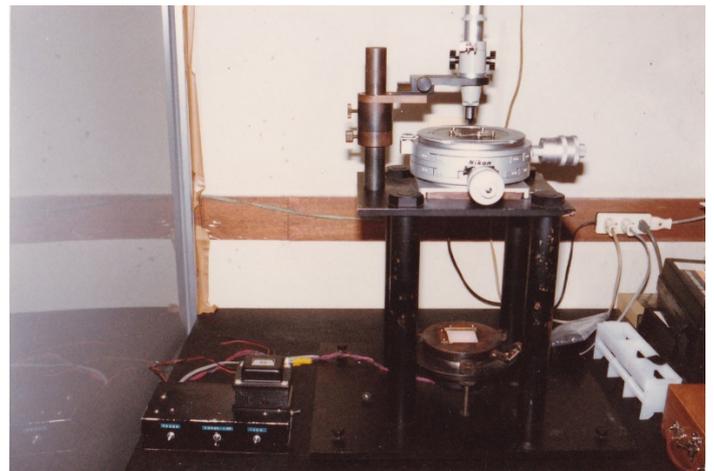
マスク作製システム.



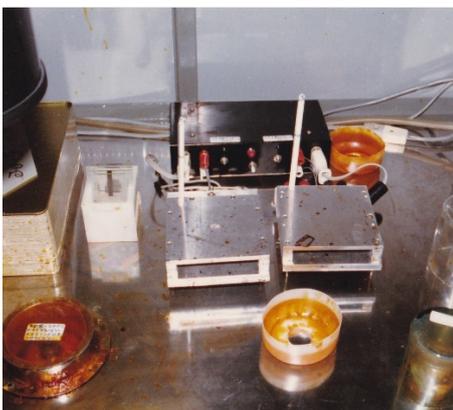
縮小カメラ



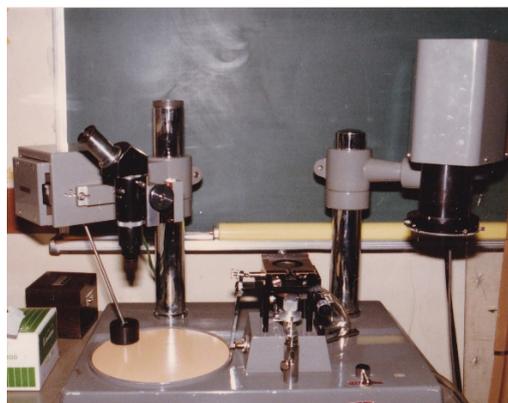
パターン検査用カラーキー



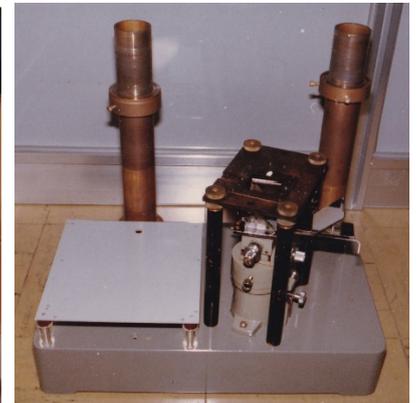
フォトリピータ



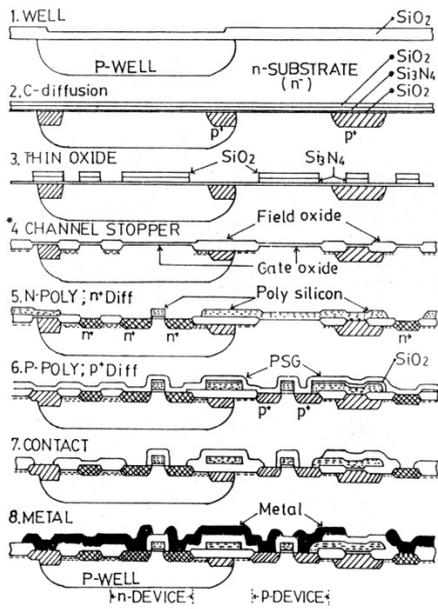
スピナ (レジスト塗布)とベーキング炉



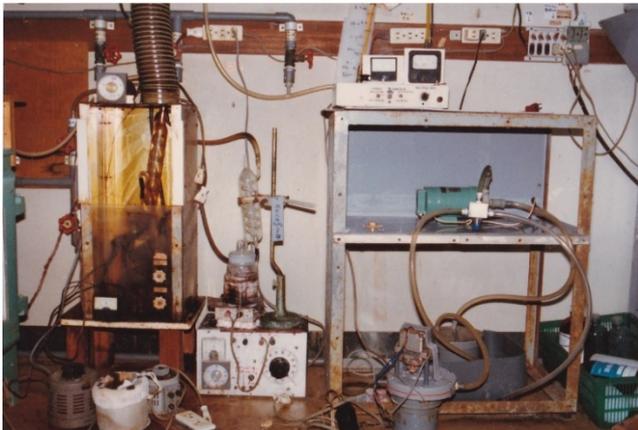
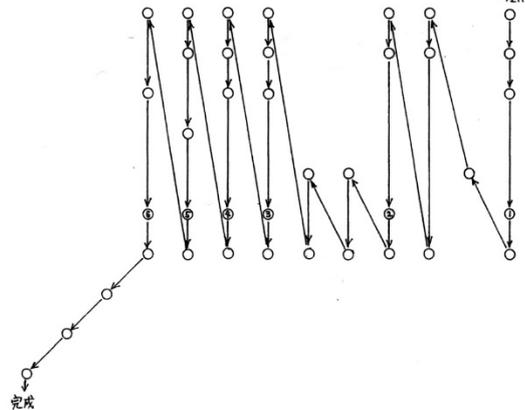
マスクアライナ(左)と両面露光用ステージ(右)



4 ウェハプロセス (1) (工程、エッチング)

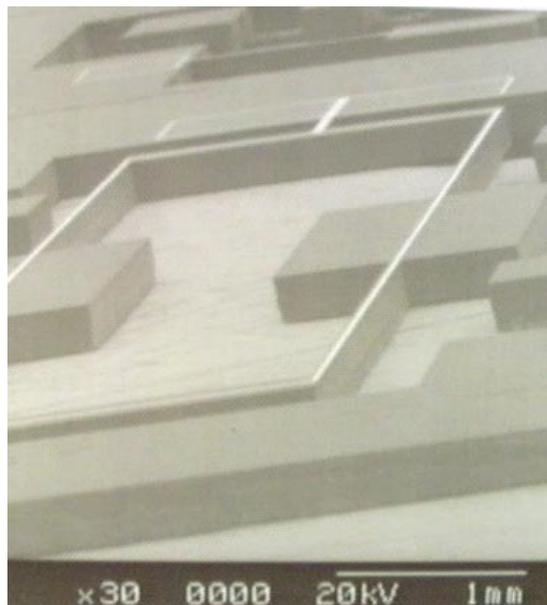
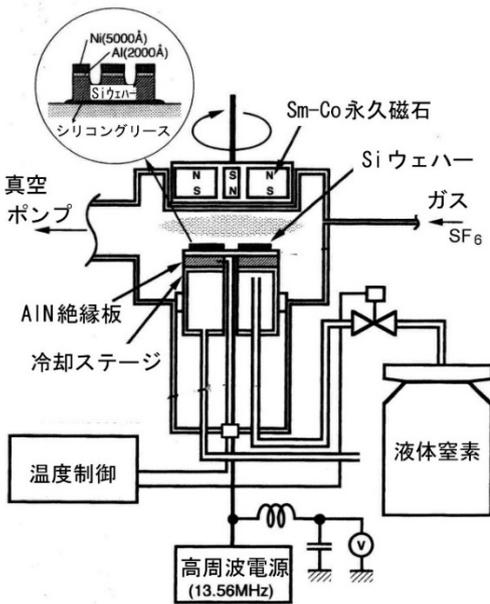


工程	加工技術	使用する 主な設備	設置場所 (部屋番号)
設計		CADシステム (ミニコン他)	712
マスク作成		フォトリソグラ 線引き機、リセータ	712 708
洗浄		純水製造装置 ドラフト	808
拡散、酸化 熱処理		拡散炉、酸化炉	808
窒素堆積(CVD) (窒化シリコン形成)		CVD炉	808
Al蒸着 (エッチ抵抗形成)		蒸着装置	706
イオン注入		イオン注入装置	128
レジスト加工		スピナー マスコ剥離装置	808
エッチング レジスト除去		プラズマエッチング装置	808
ウェハテスト		マイクロプロセッサ 特性測定装置	714
分割		ダイシングソー	702
組立・封止		超音波ボンダー	704



EPW による Si エッチャ、熱リン酸による Si₃N₄ エッチャ、Si 電解エッチング装置

純水製造装置



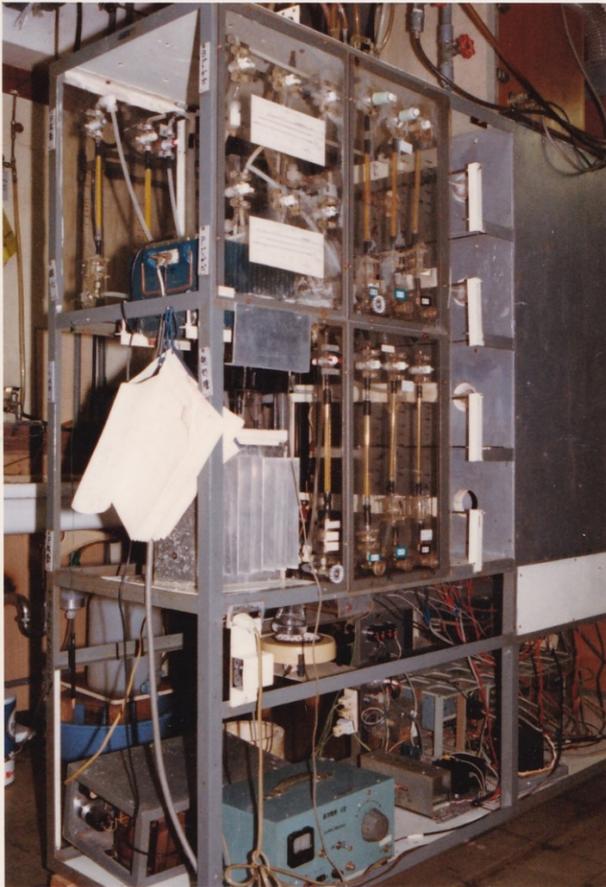
Si Deep RIE (深い反応性イオンエッチング)装置 (1992)

Si Deep RIE のウェハ貫通エッチングによる振動ジャイロ

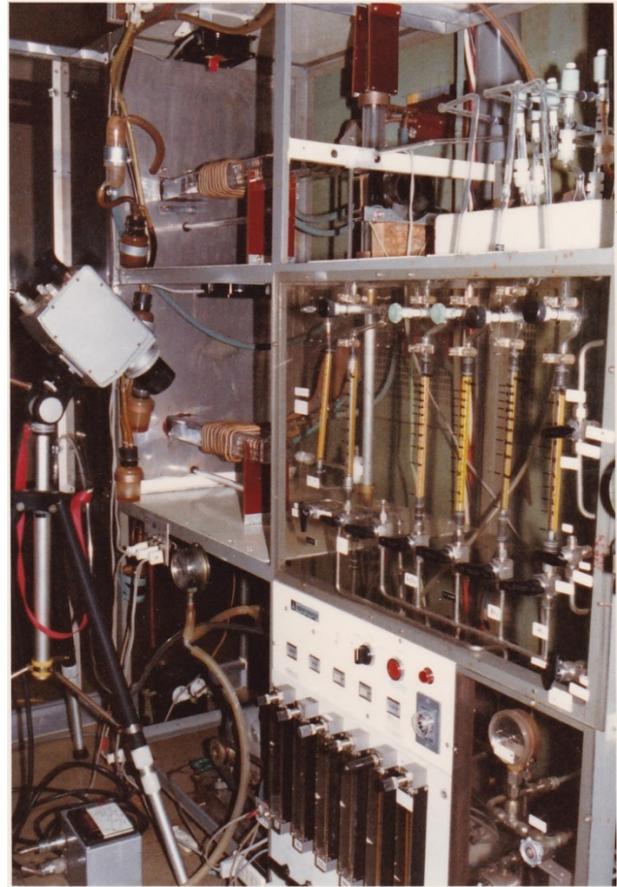
(M.Takinami, K.Minami and M.Esashi : High-Speed Directional Low-Temp. Dry Etching for Bulk Silicon Micromachining, 11th Sensor Symp. (1992) 15-18)

(J.Choi, K.Minami and M.Esashi : Application of Deep Reactive Ion Etching for Silicon Angular Rate Sensor, Microsystem Tech., 2, 4 (1996) 186-199)

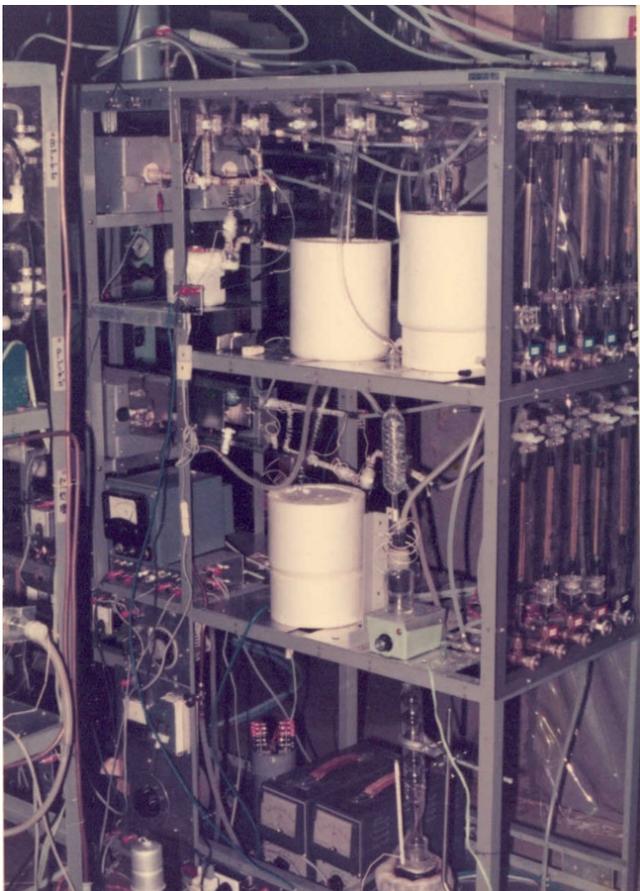
5 ウェハプロセス (2) (酸化・拡散、CVD)



酸化拡散炉



RF加熱常圧CVD炉 (Si_3N_4 、 SiO_2 、Poly-Si) (現物展示)

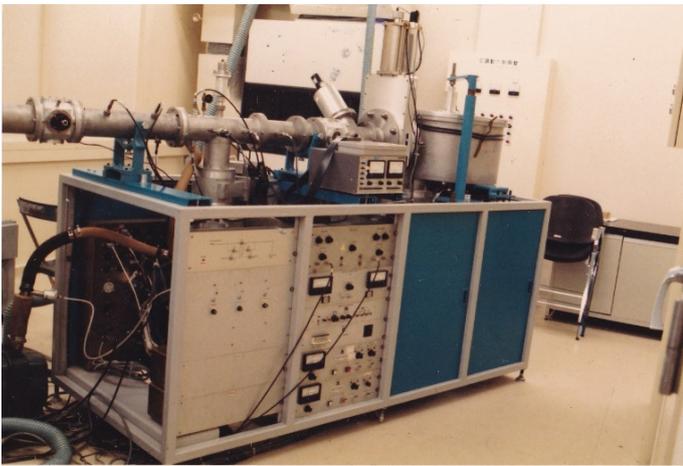
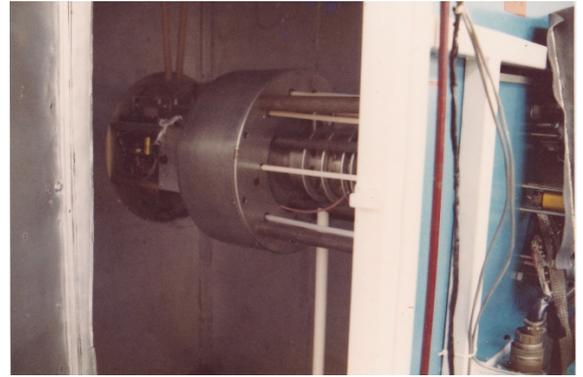
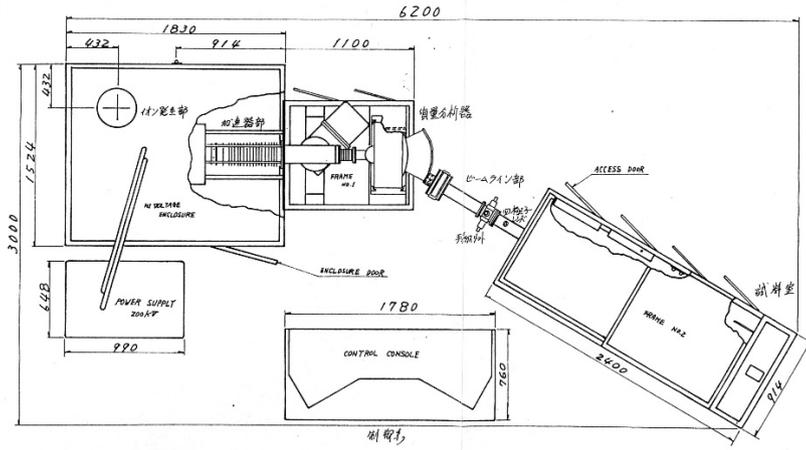


TEOS (テトラエトキシシラン)ソース Al_2O_3 - SiO_2 CVD 炉

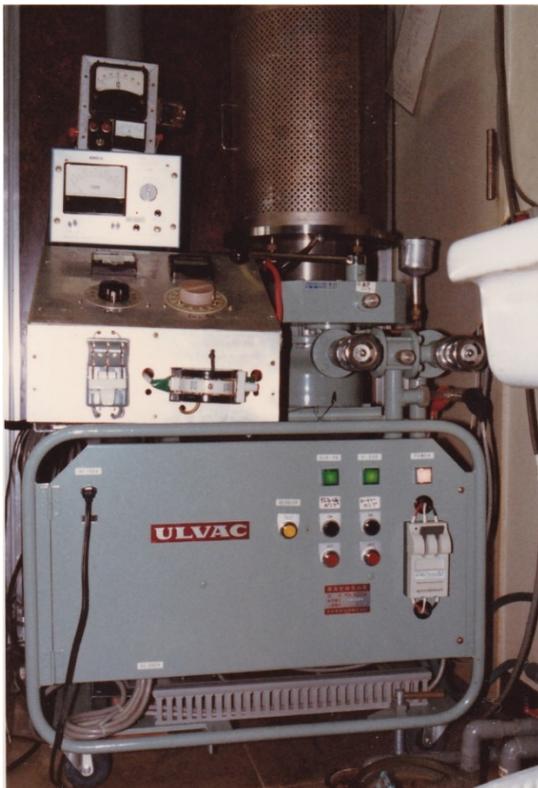


SiO_2 用 低温CVD炉

6 ウェハプロセス (3) (イオン注入、蒸着・スパッタ)



イオン注入装置 (アクセレータ社 200MP 中古)

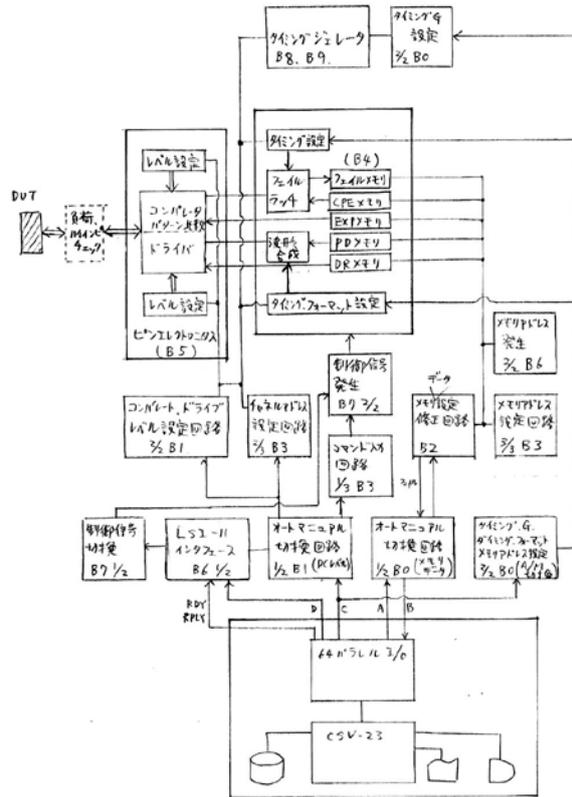
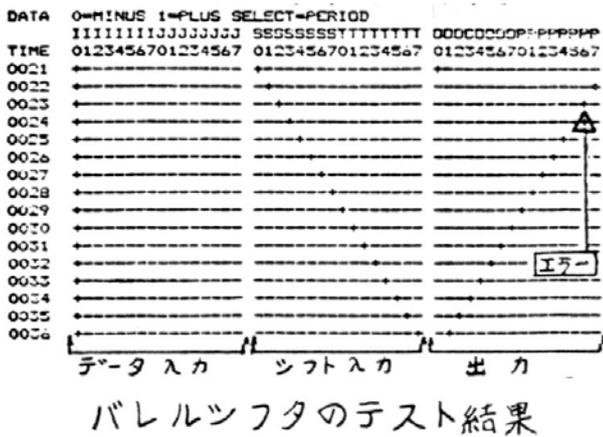
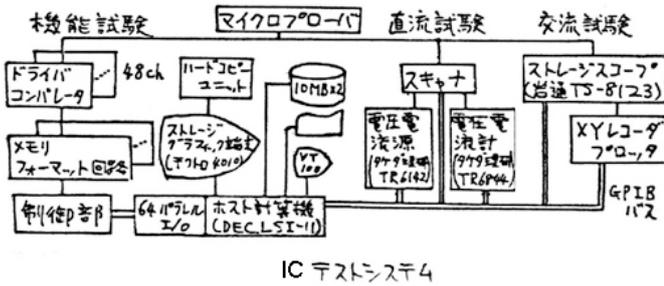


Al, Cr-Cu-Au 蒸着装置

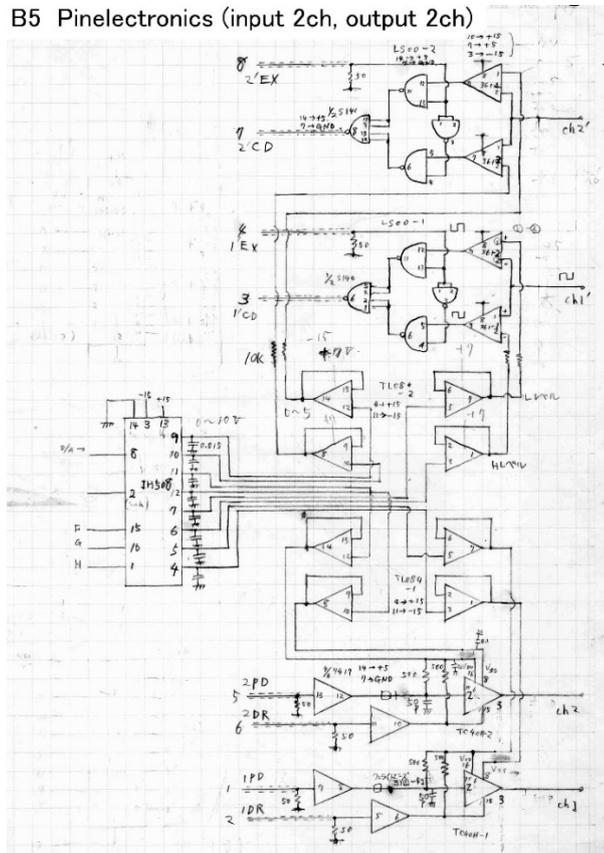


マグネトロンスパッタ堆積装置

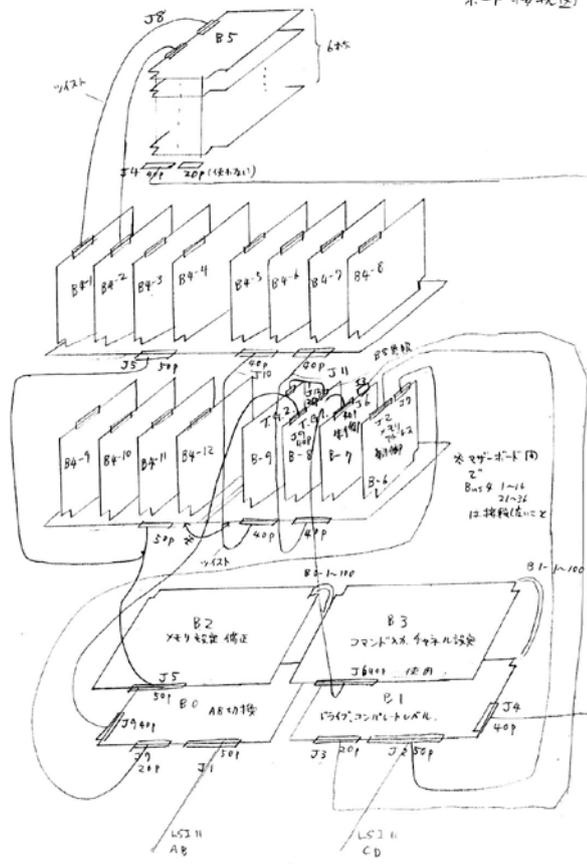
7 IC テスタ



B5 Pinelectronics (input 2ch, output 2ch)



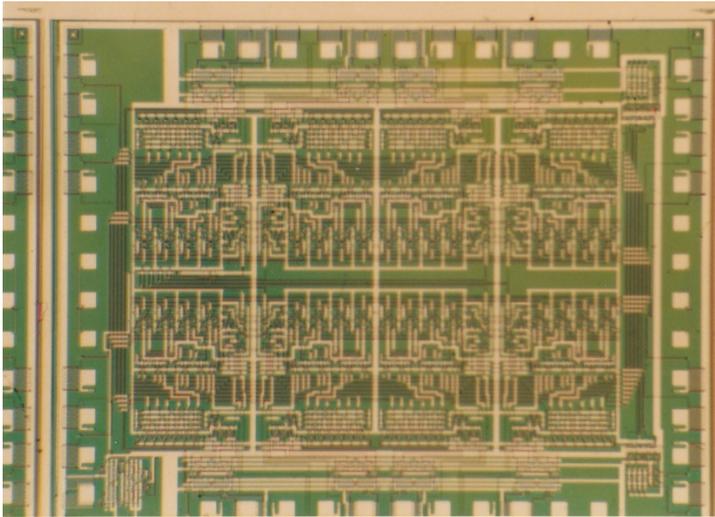
ピンエレクトロニクス (IC 端子への接続部)



ボード接続図

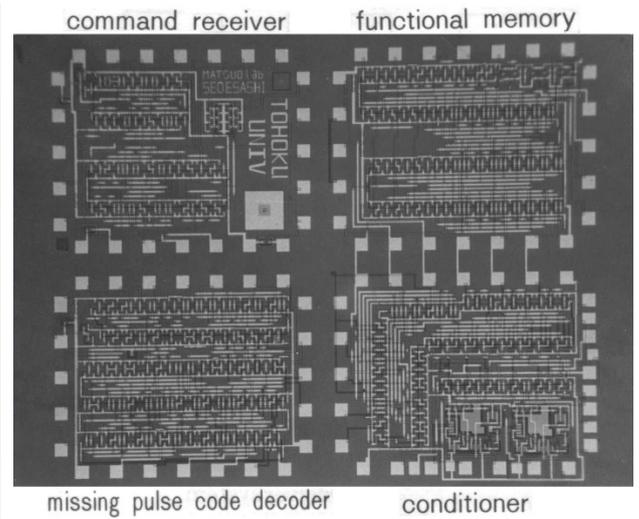
(江刺正喜、大友雅彦：機能試験用 LSI テスタの製作，昭和 59 年電気関係学会東北支部連合大会、2D21 (1984))

8 試作 IC (1) (チャンネル長 10 μm)



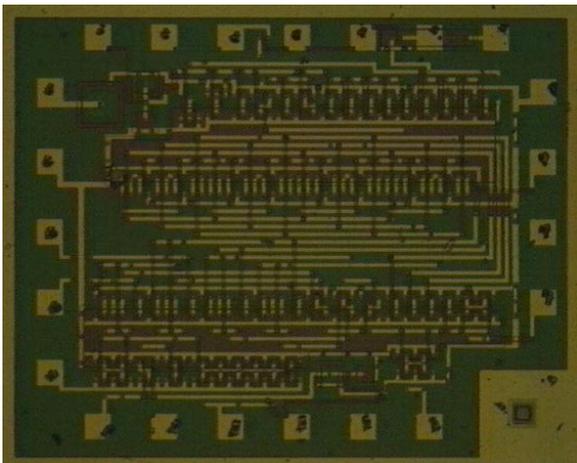
ビットシリアル並列画像処理 IC

(江刺正喜 : 「半導体集積回路設計の基礎」1986 年 培風館)



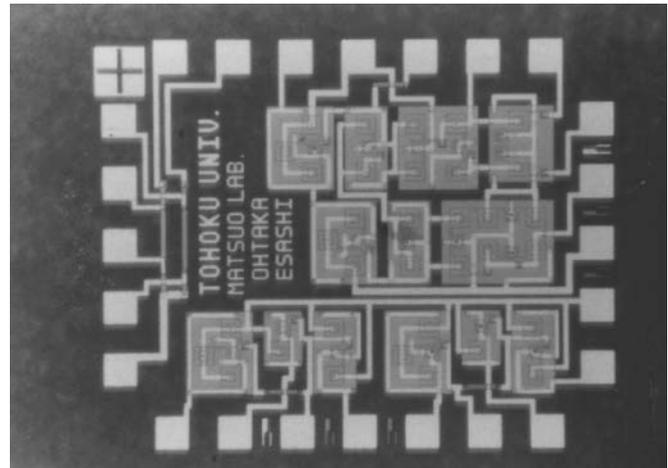
体内用テレメータ用 IC

(徐 敦、江刺正喜、松尾正之 : 体内埋込みテレメトリシステム用 CMOS カスタム LSI の試作, 医用電子と生体工学, 25, 2 (1987) 128-134)



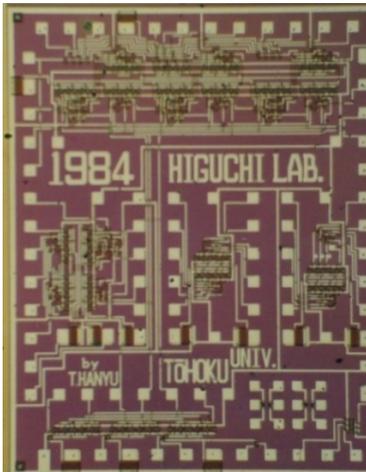
共通二線式触覚センサアレイ用 IC

(M.Esashi and Y.Matsumoto : Common Two Lead Wires Sensing System, Transducers'91, San Francisco, USA (1991) 330-333)



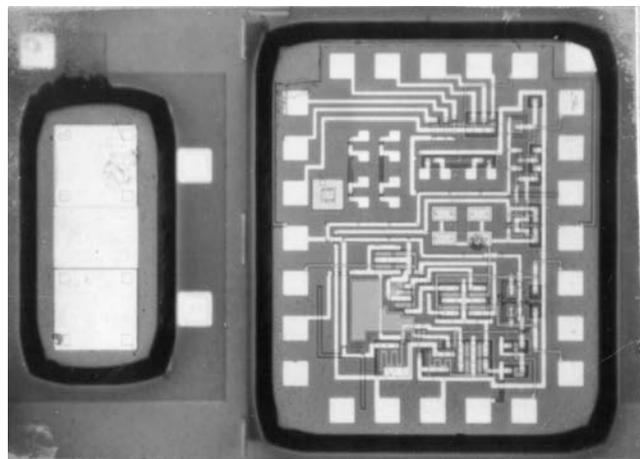
高温用 SOS (Si on Sapphire) CMOS オペアンプ IC

(江刺正喜、大高章二、松尾正之 : 高温用集積回路と高温用圧力センサの試作, 電子通信学会半導体トランジスタ研究会, SSD86-57 (1986) 67-74)



多値論理 IC

(M.Kameyama, T.Haniyu, M.Esashi and T.Higuchi : An NMOS Pipelined Image Processor Using Quaternary Logic, IEEE Int. Solid-State Circuit Conf., San Francisco, USA (1985) 86-87)



スイッチトキャパシタ IC による直接接合容量型圧力センサ

(S.Shoji, T.Nisase, M.Esashi and T.Matsuo : Fabrication of an Implantable Capacitive Type Pressure Sensor, The 4th Int. Conf. on Solid State Sensors and Actuators, Tokyo, Japan (1987) 305-308)

通信速度と 遠隔病理診断の進化

■ 病理診断とは

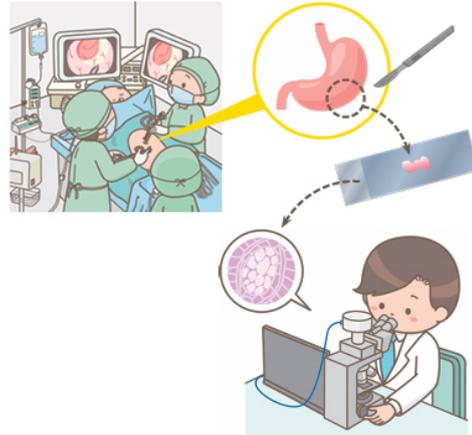
臓器等の組織から標本を作製し顕微鏡にて診断を行うものであるが、病理医の数は医師の専門分野で最も少ない。

■ 迅速診断とは

手術中に切除範囲の決定を行う、ここを誤ると悪性腫瘍の再発や死につながることから病理医不足を遠隔診断にて補われている。

■ 通信速度と遠隔病理診断

病理標本全体をデジタル画像情報に置き換えると断層情報を除いても数 GB バイトもの大きなデータとなる為、通信速度が遅い時代には最小限の画像を選択して送信し遠隔診断を行っていた。



	通信回線の歴史	テレパノロジー（遠隔病理診断）の沿革	通信速度
1964	西澤潤一 集束型ガラスファイバーを、光伝送線路として特許出願		
1970	米国コーニング社 通信用光ファイバーを実用化		
1981	日本電信電話公社 光ファイバー伝送方式の商用を開始		
1984		アナログ電話回線を使用した静止画送信によるテレパノロジー実験（遠隔病理診断）	300bps
1988	ISDN（デジタル電話回線）サービス開始		
1992		東北電力の光ファイバーを用いたアナログフル HD（1920×1080）動画＋顕微鏡の遠隔操作によるテレパノロジー実証実験 東北大学病院 - 旧仙台市立病院	デジタル換算で 178Mbps
1994	テレパノロジーシステムの普及が始まる	東北大学病院と気仙沼市立病院間で ISDN（デジタル電話回線）を用いた XGA（1024×768）静止画による遠隔診断開始	64Kbps
1999	国内初の商用 ADSL（高速アナログ回線）インターネット接続サービス開始		
2001	NTT 最大 10Mbps の光アクセスを本格提供へ		
2002	NTT 最大 100Mbps の光アクセスを本格提供へ		
2004		VGA（640×480）動画＋顕微鏡の遠隔操作によるテレパノロジー実証実験	8Mbps
2008		フル HD（1920×1080）動画＋顕微鏡遠隔操作によるテレパノロジーシステムが商品化され導入が始まる	16Mbps
2009		病理ガラス全体標本を高倍率でデジタル化した Whole Slide Imaging（WSI）を用いた遠隔病理診断が普及する	10～70Mbps
2010	NTT 光ファイバー伝送と JAXA 高速インターネット通信（きづな）の比較実験を行う	通信衛星を用いた遠隔病理診断の実証実験を行う	

動画（30 枚 / 秒）

光ファイバーが変えた病理診断

通信速度が遅い時代は情報量が少ない上、送信時間もかかり、診断に時間を要していた。

1992 年、光ファイバーの出現によって顕微鏡画像の伝送容量の増大と速度の高速化が実現。これにより遠隔診断が可能となり、地方の病院での外科手術も安心して行うことができるようになった。

この光ファイバーの医療における利用は、病理診断の分野や遠隔手術だけでなく、CT、MRI 画像の伝送や在宅医療の分野でも広く利用されるようになった。

遠隔医療の革命

- 西澤先生が基本原理を考案した光ファイバーによって高速通信が可能となり遠隔医療にも革命をもたらした。
- 汎用光通信サービス開始の約10年前となる1992年に、光ファイバーを使った遠隔病理診断のデモを東北電力の協力の元、東北大学病院と旧仙台市立病院間で行った。
- 1992年の病理学会総会でおこなわれた東北大学病院（仙台国際センター）－旧仙台市立病院によるデモンストレーションは我が国における高速通信による遠隔医療の実用の始まりとなった。



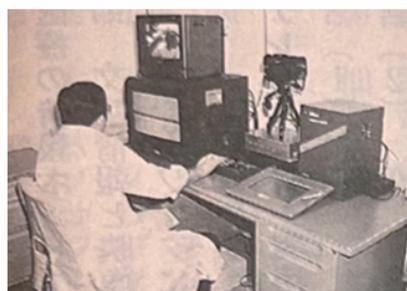
デモを視察する西澤潤一東北大学学長

旧仙台市立病院（五橋）

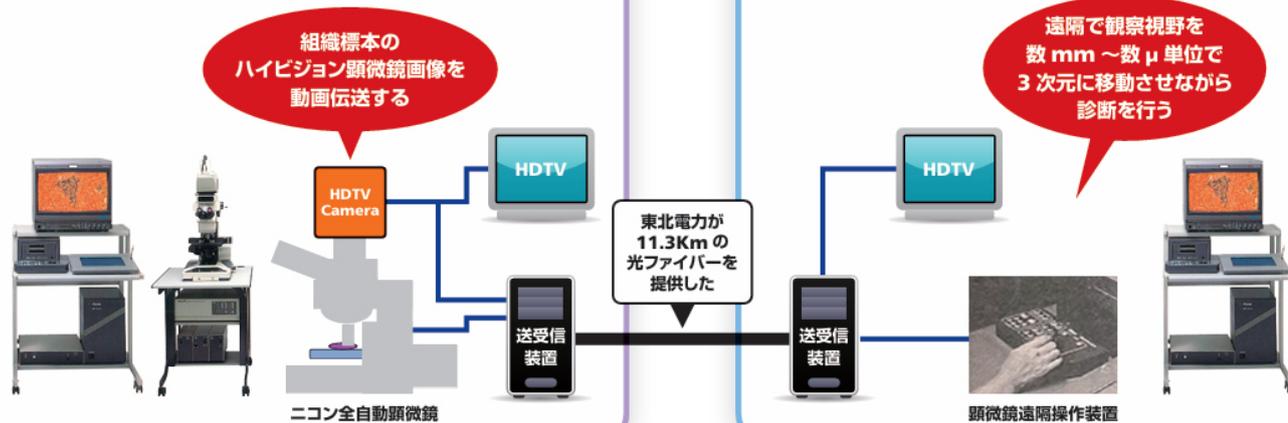


顕微鏡画像を送る仙台市立病院長沼部長

東北大学病院



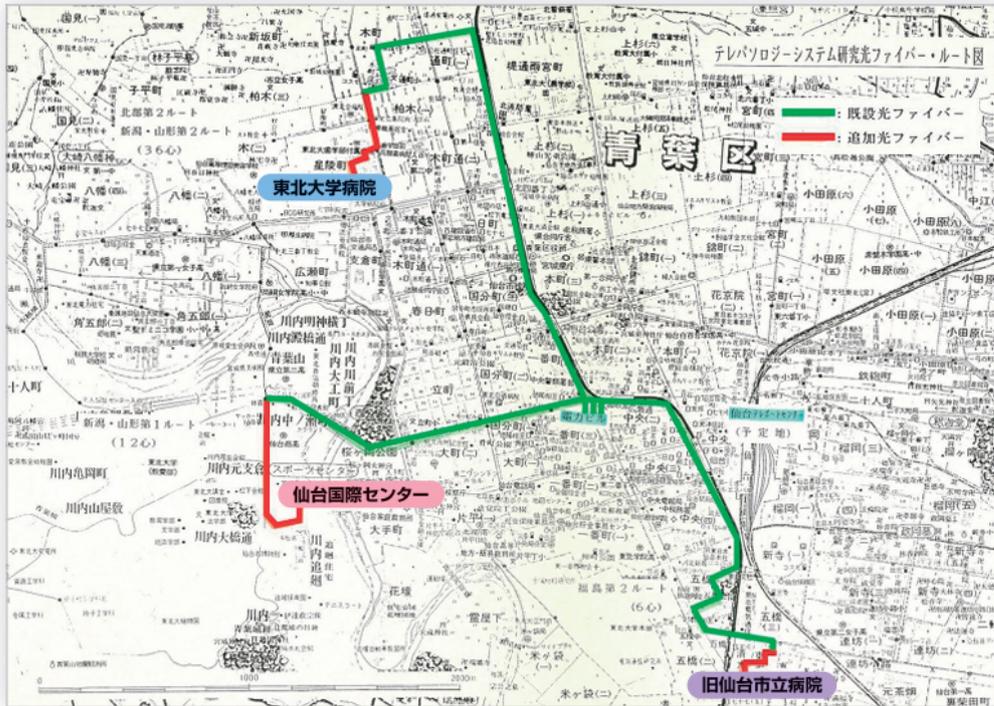
受信画像を見ながら顕微鏡を遠隔操作し病理診断する東北大学病院澤井副部長



- 仙台国際センター（300 inch 大型スクリーン）と旧仙台市立病院間を東北電力が光ファイバーで接続
- ニコンが顕微鏡システムを提供
- 松下電器が伝送装置を提供
- 旧仙台市立病院の長沼副部長が標本画像を送信し、若狭教授（福島医大）が解説
- NHK はデモ状況を Hi-VISION で全国にリアルタイム放映実施

ハイビジョン動画による 遠隔診断デモンストレーション

研究に使用した光ファイバーのネットワークルート



東北大学病院 - 旧仙台市立病院（五橋）、仙台国際センターを結ぶ 11.3Km の光ファイバーネットワークは東北電力が提供した（既設光ファイバー：8.4Km、新設光ファイバー：2.9Km）

配電線に添架した難着雪形の光ファイバーケーブルの実物展示

（東北電力が開発した自己支持形難着雪光ファイバーケーブル）



■ プレハンガ吊り形

吊線とケーブル本体を約 50cm 毎にプラスチック結合体（ポリエチレン製ハンガ）で一体化させた構造。ポリエチレン製ハンガにより着雪が筒状に成長するのを阻止できる。また、ケーブル本体に弛みをつけることにより、吊線に張力が印加されても本体には影響がない構造。

■ 紡錘形

吊線とケーブル本体をポリエチレンシースにて一体化させた構造。表面が平滑な構造のため、管路引込の際に抵抗なく敷設することが可能。

■ 自己支持巻付形（SSS 形） 波形鋼管付

吊線に波形鋼管付のケーブル本体を巻き付けて一体化させた構造。

■ 二重ラッシング形（SSF 形）

吊線とケーブル本体をバインド線にて一体化させた構造。

■ ノンメタリックプレハンガ吊り形

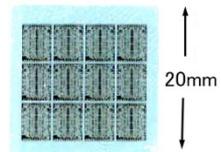
FRP（繊維強化プラスチック）製の吊線とケーブル本体を約 50cm 毎にプラスチック結合体（ポリエチレン製ハンガ）で一体化させた構造。金属材料を使用しないことにより無誘導である。



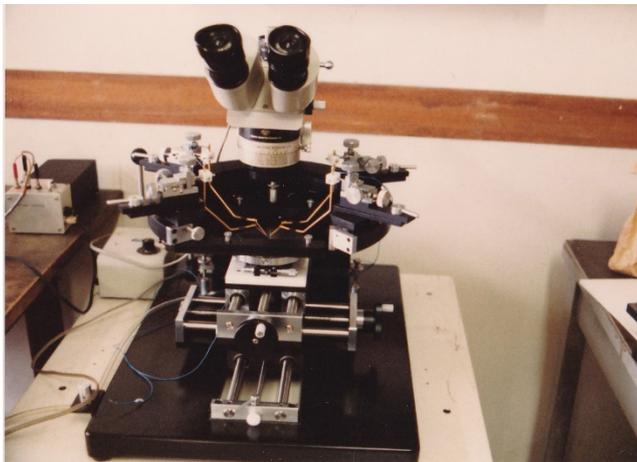
この実験研究は

「仙台テレパソロジー研究：光ファイバーによるハイビジョン遠隔病理診断の提言」（株式会社ニューメディア・1994）として出版された。

12 後工程と検査・測定



20mm 角ウエハ上に製作した CMOS LSI



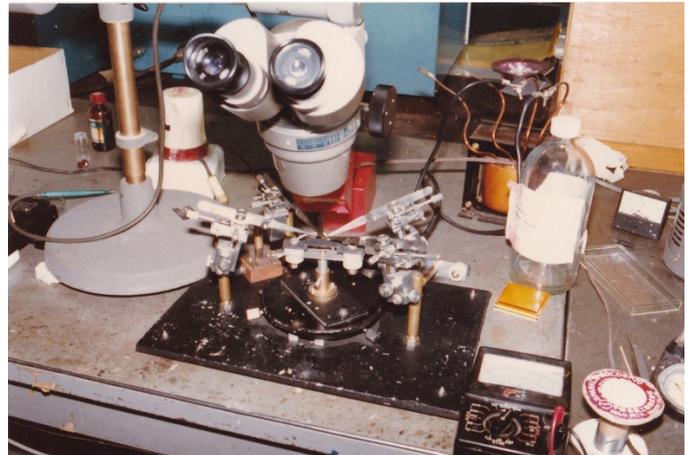
ウェハプローバ



ダイサー



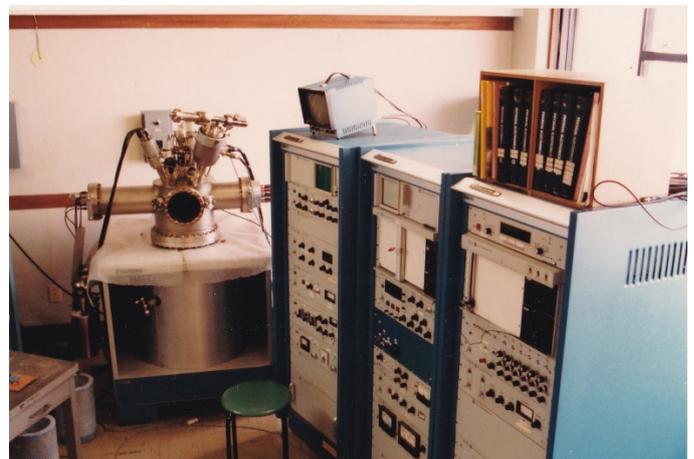
超音波ワイヤボンダ



微小はんだ付け(導電性接着)装置

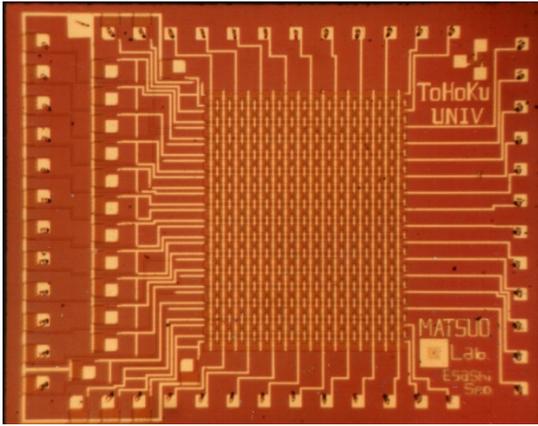


表面段差計

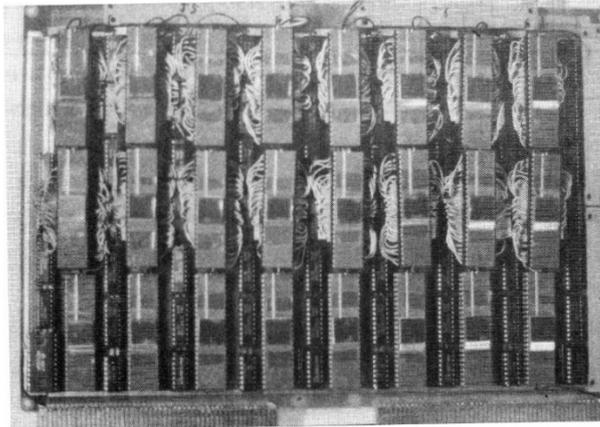


オージェ電子分光計

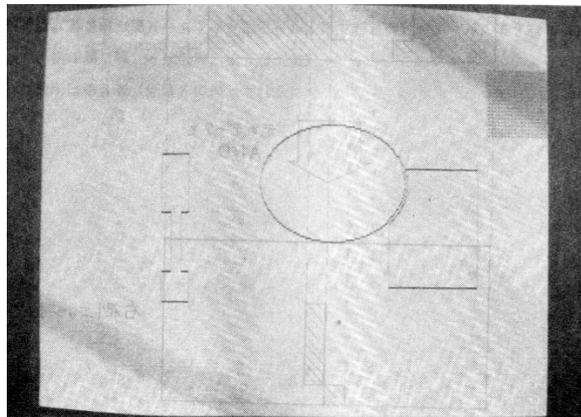
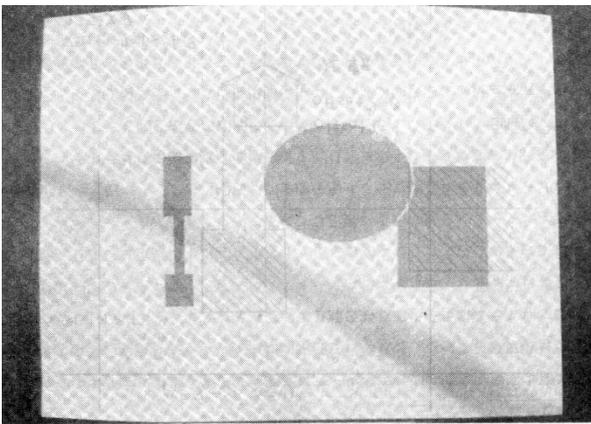
13 試作 IC (2) 並列画像処理、集積化容量型圧力センサ



パレルシフト IC



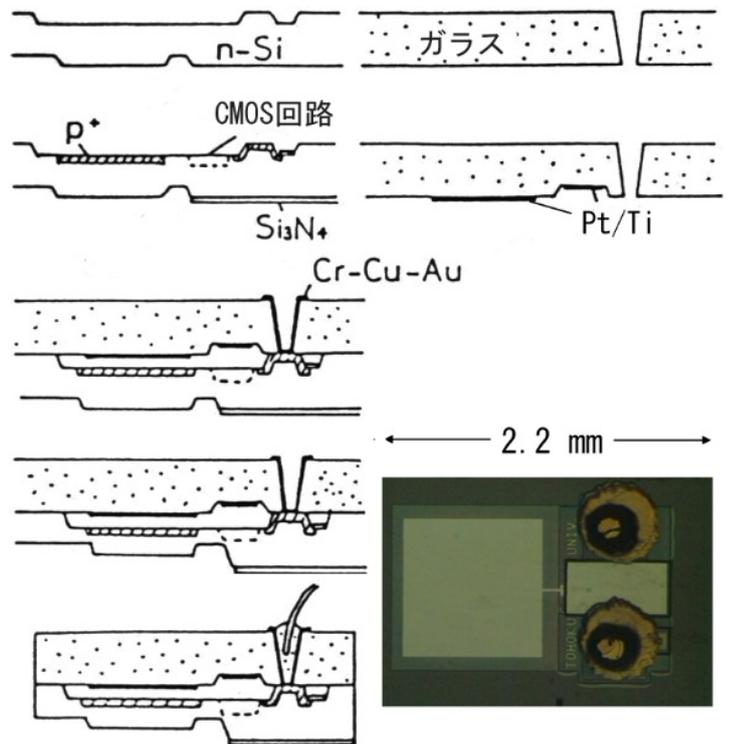
パレルシフトによるメモリ・プロセッサ間スイッチングネットワーク(展示)



並列画像処理による輪郭抽出の例

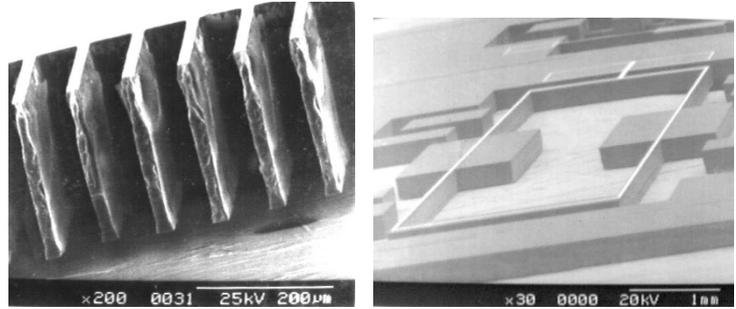
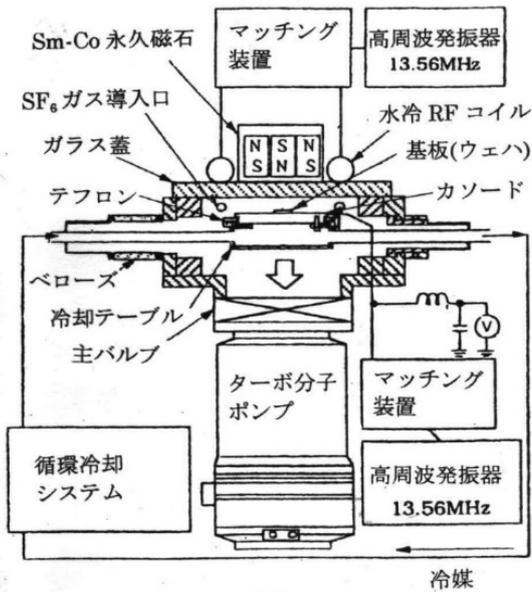


DEC 社 LSI-11 接続パレルシフト利用並列画像処理装置
(江刺正喜、松尾正之：カスタム LSI を用いた LSI パターン設計用ワークステーション，昭和 59 年電子通信学会総合全国大会，404 (1984) 67-74)

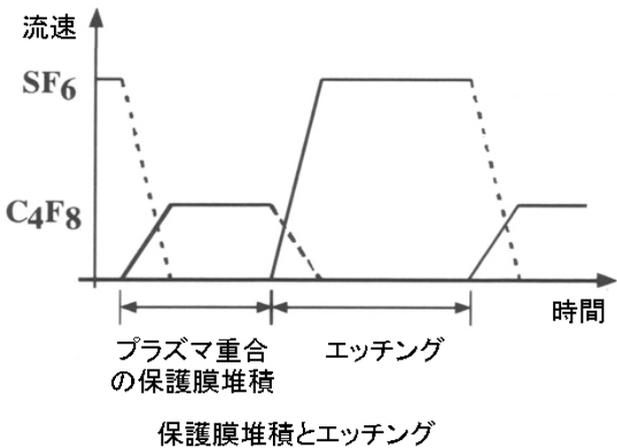
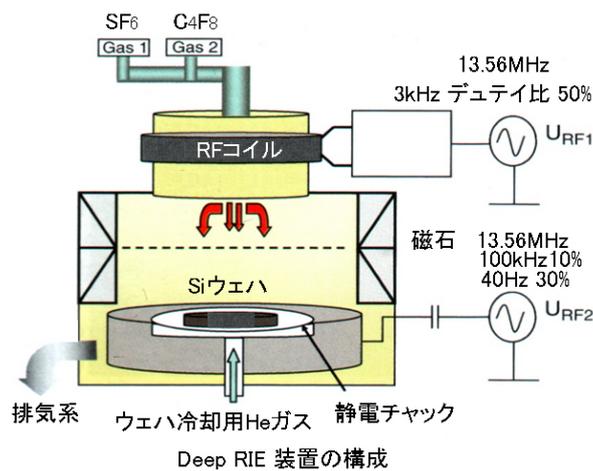


ウェハレベルパッケージングによる集積化容量型圧力センサ
(松本佳宣、江刺正喜：絶対圧用集積化容量形圧力センサ，電子情報通信学会論文誌 C-II, J75-C-II, 8 (1992) 451-461)

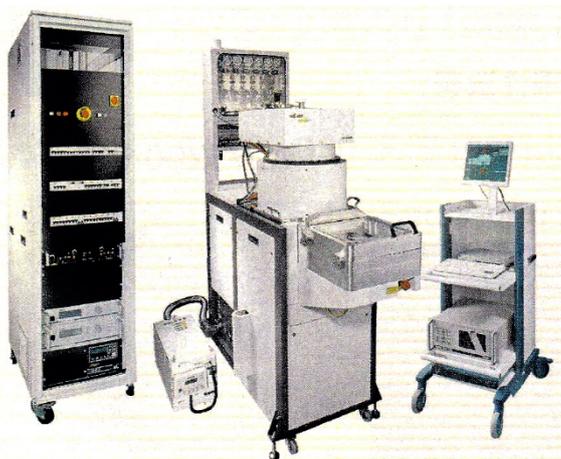
14 深い反応性イオンエッチング (Deep RIE (Reactive Ion Etching))



東北大学の低温 Deep RIE 装置と貫通エッチングによる振動ジャイロウエハ (右)
(M.Takinami, K.Minami and M.Esashi, 11th Sensor Symposium, (1992) 15)

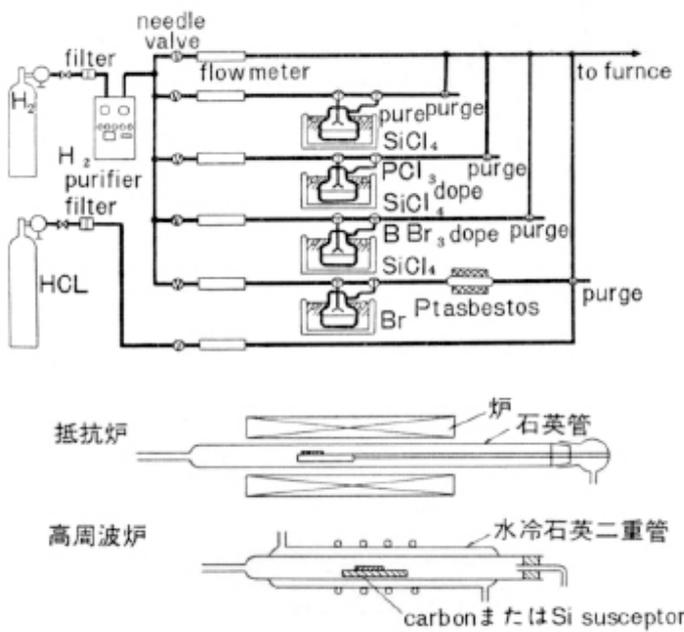


Deep RIE 装置の構成
保護膜堆積とエッチング
(F.Laermer (R.Bosch), Comprehensive Microsystems, Elsevier (2007) .217)

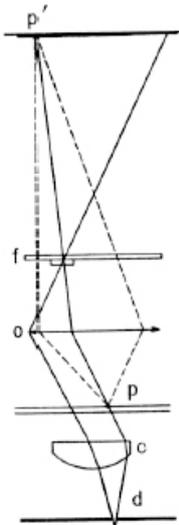


アルカテル社の Deep RIE 装置 (展示) SPP Technologies (住友精密工業)社の装置

16 Si 気相エピタキシャル成長と欠陥の光学的検査 (半導体研究振興会)



Si 気相エピタキシャル成長装置 (配管部展示)



d : 絞り
 f : 対物レンズの後焦点 (ここに位相板を置く)
 c : コンデンサ
 p : 被検体
 o : 対物レンズ
 p' : 被検体の像
 実線 : 絞りからの直接光束
 破線 : 被検体に光があたって生じた回折光

位相差法の原理



Reichert 社製 位相差顕微鏡

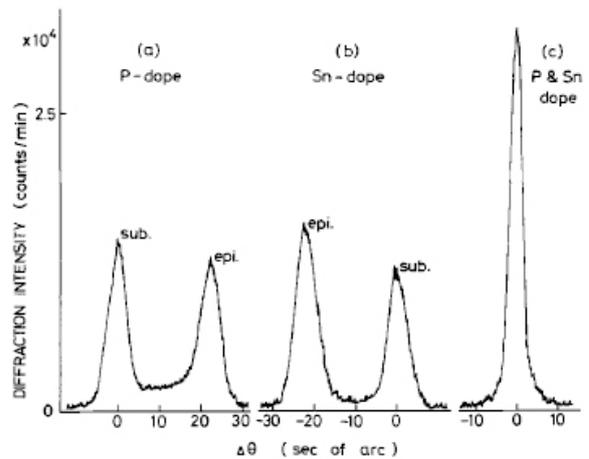


Fig. 10. X-ray rocking curves of $\{511\}^n, \{-333\}^n$ for compensated specimens by simultaneous doping of tin and phosphorus. (a) Phosphorus doping; $N_i = 4 \times 10^{19} \text{ atom/cm}^3$; $t_f = 10\mu$. (b) Tin doping; $N_i = 2 \times 10^{19} \text{ atom/cm}^3$; $t_f = 11.5\mu$. (c) Simultaneous doping of tin with phosphorus, concentrations of phosphorus and tin are $4 \times 10^{19} \text{ atom/cm}^3$ and $2 \times 10^{19} \text{ atom/cm}^3$, respectively; $t_f = 16\mu$.

Perfect Crystal Growth of Silicon by Vapor Deposition

Jun-ichi Nishizawa

Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University, Sendai, Japan

Takeshi Terasaki

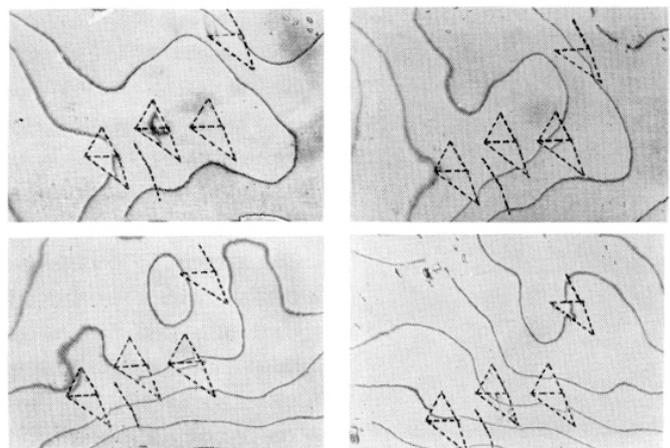
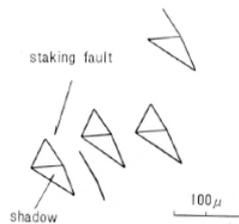
Semiconductor Research Institute, Sendai, Japan

and Kunihiko Yagi and Nobuo Miyamoto

Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University, Sendai, Japan



dark phase contrast (a) 位相差像



(b) 多重干渉像 (点線により積層欠陥および shadow の位相を示す) stacking fault shadow の存在

位相差顕微鏡による結晶欠陥の観察 (寺崎健 : 5.欠陥の光学的方法による観察、半導体研究 7 (1971) 工業調査会)

17 半導体研究所から西澤記念研究センターへ

財団法人「半導体研究振興会」は、産学共同のパイオニアとして、1961年に設立され、以来半世紀近く、賛助会員からの支援のもと独創的な研究を重ね、その「半導体研究所」で半導体電子工学の分野で多くの成果を上げてきた。

2008年から東北大学の「西澤潤一記念研究センター」として、「試作コインランドリ」を含む「マイクロシステム融合研究センター(μSIC)」の拠点となっている。



仙台市川内に在った「半導体研究所」



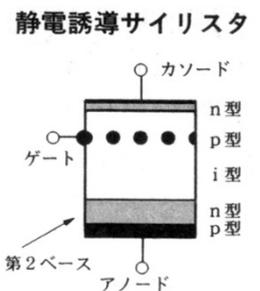
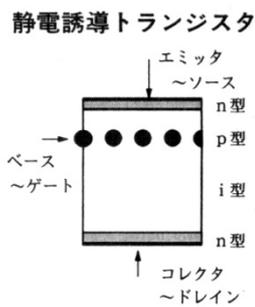
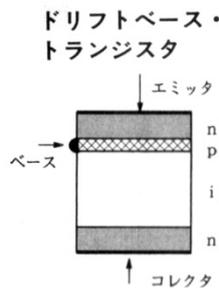
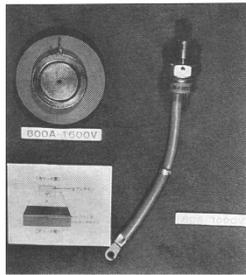
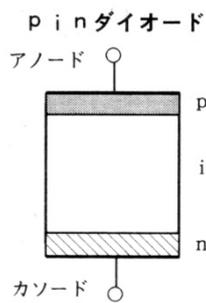
現在の「西澤潤一記念研究センター」



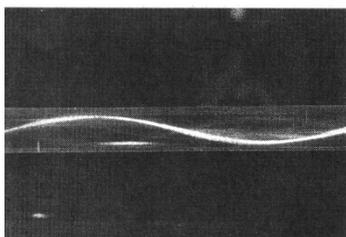
西澤潤一 名誉所長



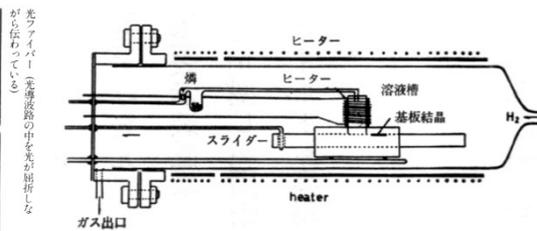
半研職員・須藤研究室



pin ダイオードから静電誘導トランジスタ(SIT)や静電誘導サイリスタ



屈折率分布型光ファイバ

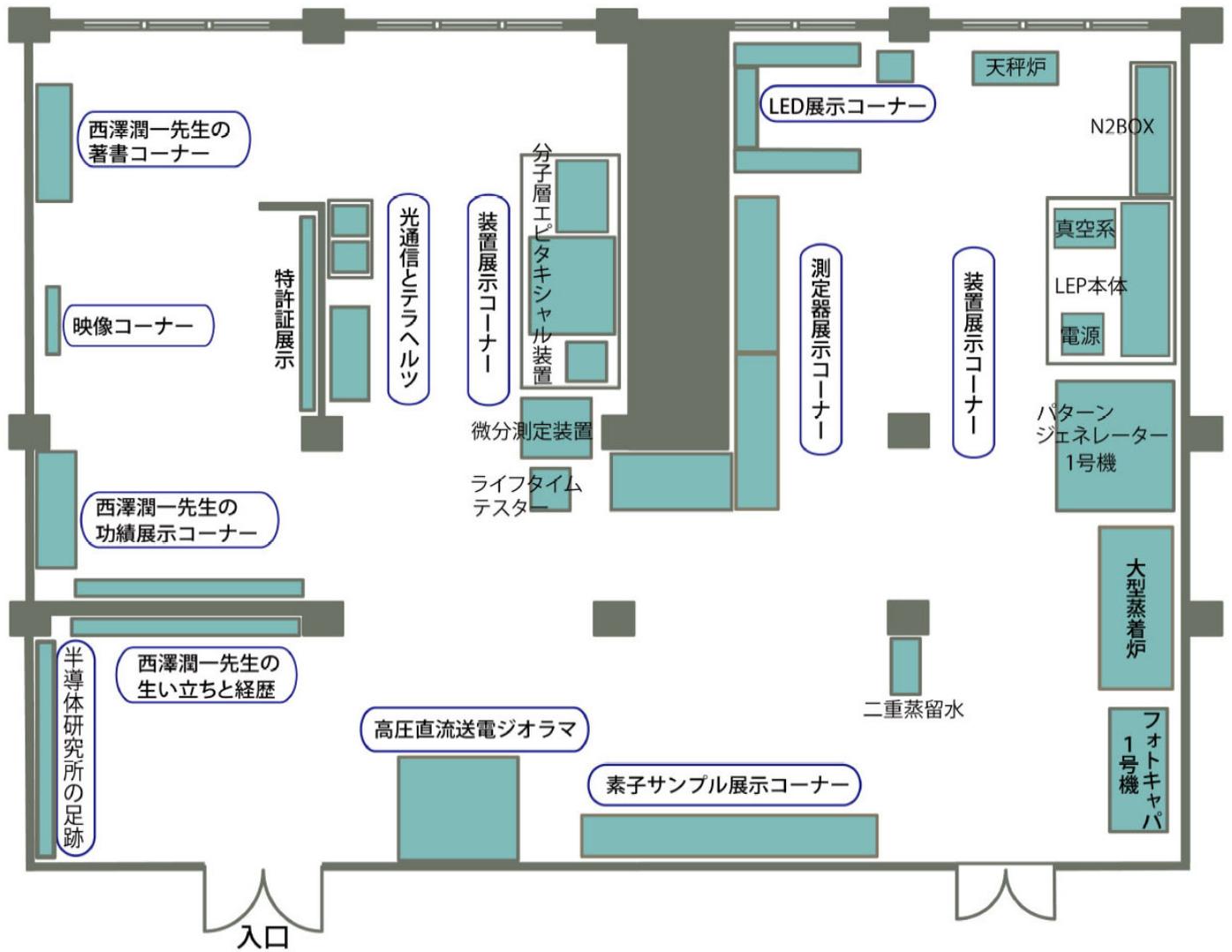


蒸気圧制御温度差法による液相結晶成長 (高輝度発光ダイオードなどの製造)



フォトキャパシタンス自動測定装置

18 西澤記念資料室



西澤記念資料室は、西澤潤一先生が半導体材料の技術開発を行った研究場所である旧半導体研究所内に、「光通信発祥の地」ゆかりの資料等を保存・展示し、今後の教育研究に活用するとともに、広く一般に公開するための施設です。仙台市川内、東北大学入試センター内。(開館時間 9:00 ~ 16:00 問合せ 022-795-4804)

<http://www.tohoku.ac.jp/japanese/profile/establishment/01/establishment0107/>