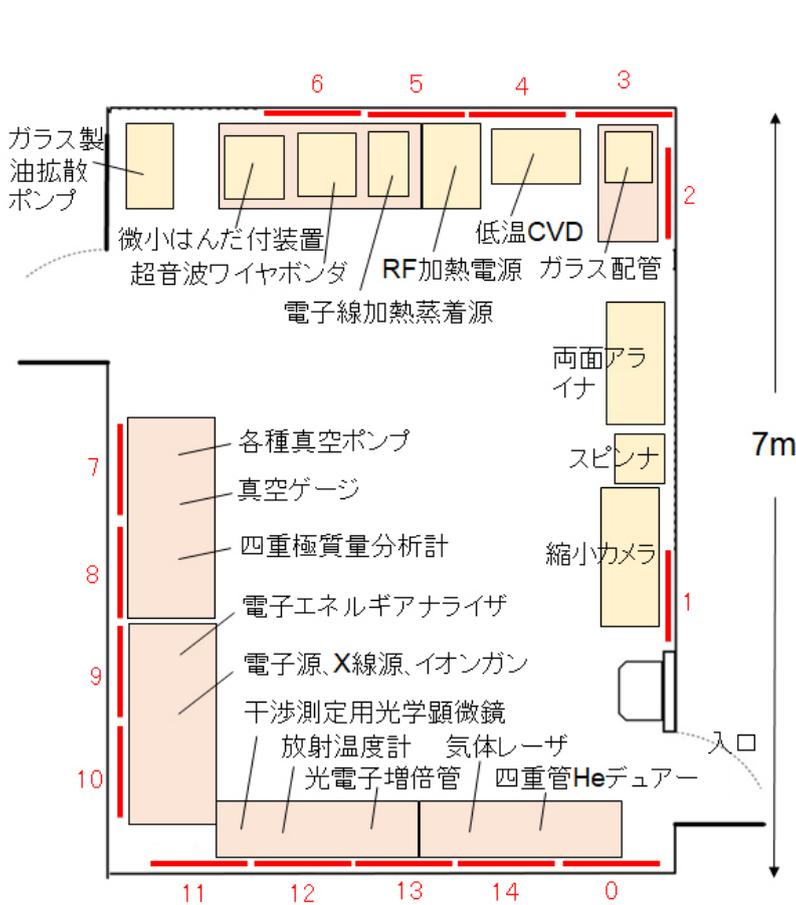


0 ミニテックミュージアム



- ポスター
- 0 ミニテックミュージアム
 - 1 フォトマスク作成
 - 2 フォトリソ塗布とパターニングおよびエッチング
 - 3 ウェハ処理(酸化・拡散、イオン注入)
 - 4 化学気相堆積(CVD)と高周波加熱用電源
 - 5 物理気相堆積(PVD(蒸着、スパッタリング)) 他
 - 6 組立(ダイシング、ワイヤボンディング)とテスト
 - 7 各種真空ポンプ(回転式粗引きポンプ、ターボ分子ポンプ、拡散ポンプ、イオンポンプ、クライオポンプ)
 - 8 真空ゲージと四重極質量分析計
 - 9 X線光電子分光装置(XPS)
 - 10 オージェ電子分光装置(AES)
 - 11 光学顕微鏡と光測定法
 - 12 光以外の各種測定法
 - 13 気体レーザー、光電子増倍管および(赤外線)放射温度計
 - 14 4重ガラス管一体構造の liq.⁴He/liq.N₂ クライオスタットデュワー (1973年～)

米国西海岸のサンノゼ(San Jose)に以前在った「テックミュージアム」では、シリコンバレーでどのようにして集積回路などが作られるかを知ってもらうため工程の順序に装置を並べて展示していました。このミニ版を設置して工程を理解して頂くだけでなく、これらを参考にして装置を試作したりして新しい研究を生み出せるように、装置に関連する要素(真空ポンプや真空計、放射温度計など)、また関連する分析装置関係なども展示しました。



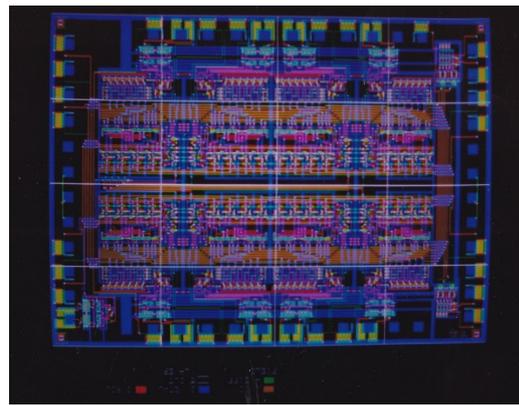
現在のテックミュージアム



1 フォトマスク作成



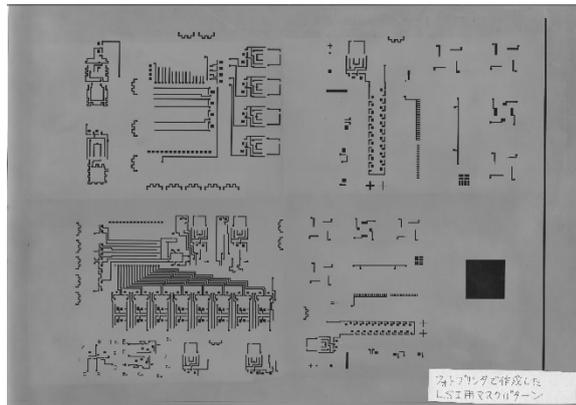
レイアウト設計用入力装置
(DEC社 ミニコン PDP11)



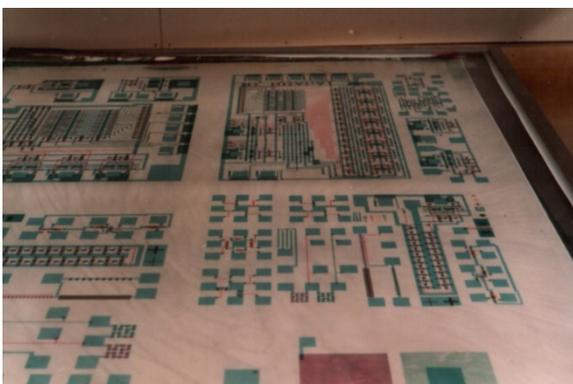
レイアウト図
(グラフィックエディタは Fortran で作成)



出力装置 (フォトプリンタ)



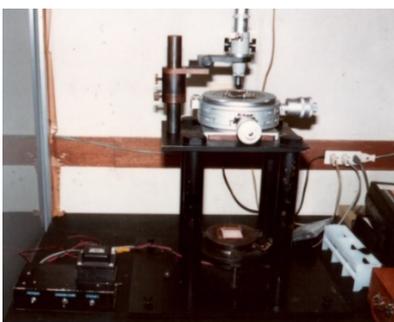
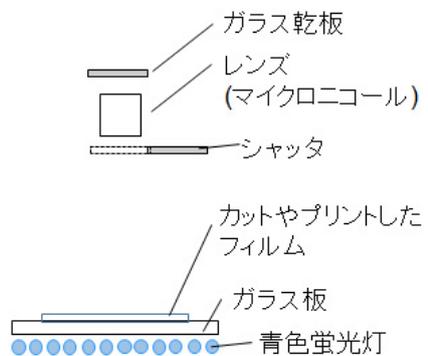
プリントした透明フィルム



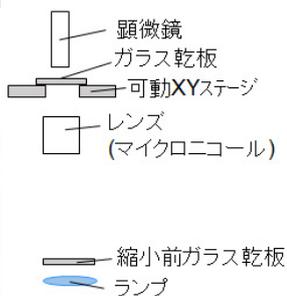
各層を異なる色で拡大し、重ねて確認



1/20 縮小カメラ(展示)でガラス乾板に焼付

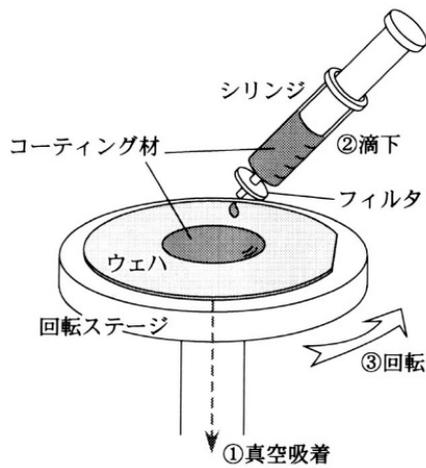


1/10 縮小カメラ (乾板上に並べて写す)

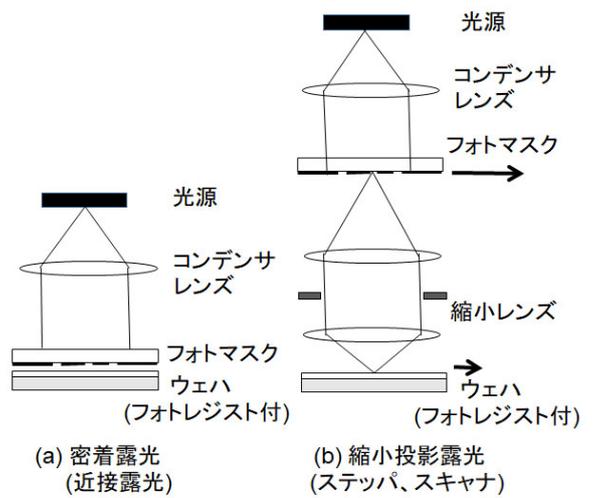


フォトマスク作製室

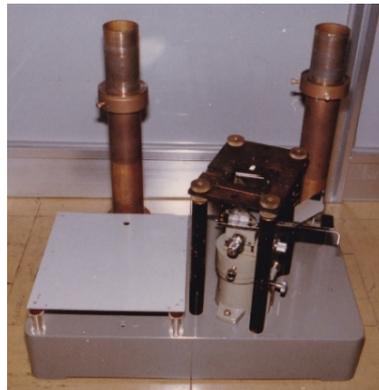
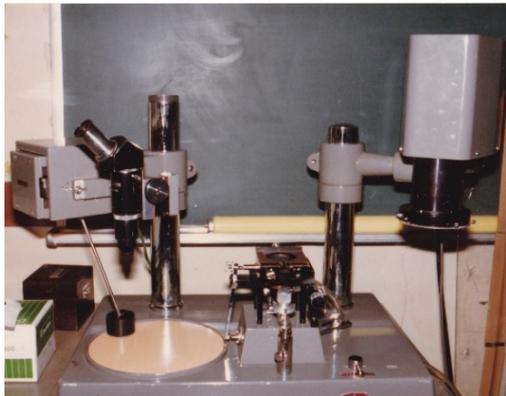
2 フォトリソ塗布とパターンニングおよびエッチング



スピコータ (展示)

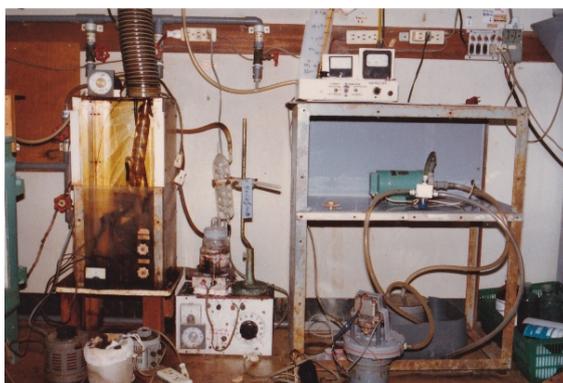


露光装置の原理

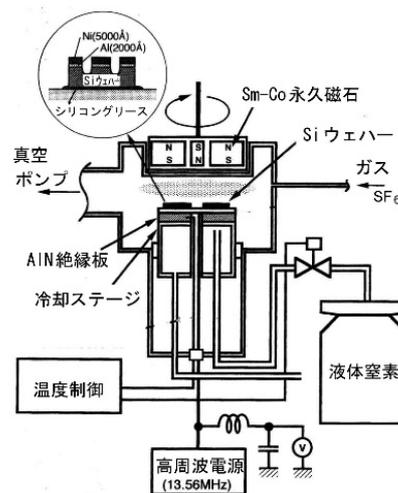


片面密着露光装置とそれを改造した両面密着露光装置

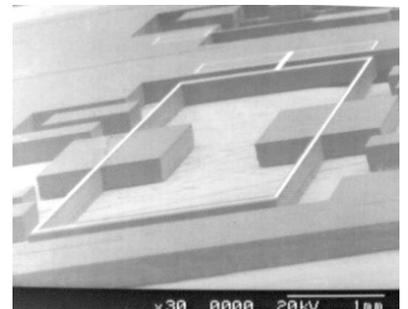
市販両面密着露光装置(展示)



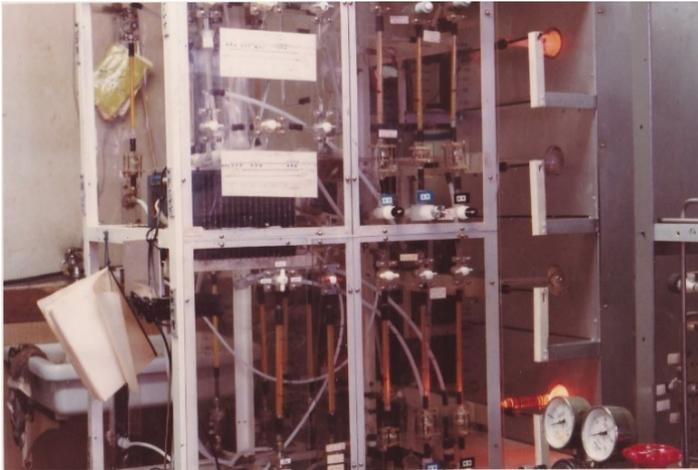
ウェットエッチング(Si_3N_4 他)



ドライエッチング(Si 反応性イオンエッチング(DRIE))

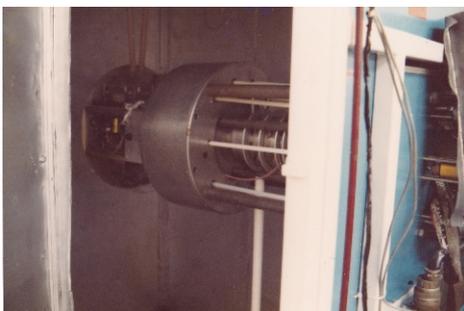
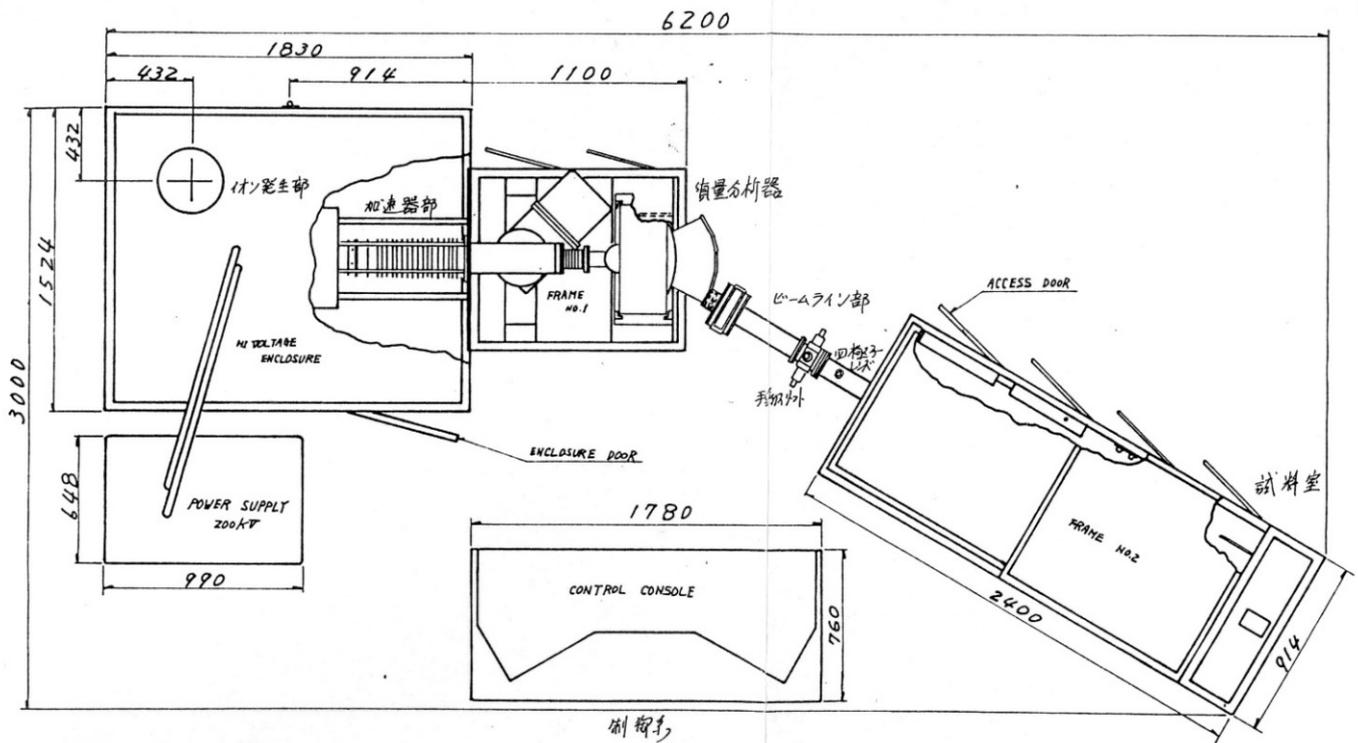


3 ウェハ処理（酸化・拡散、イオン注入）



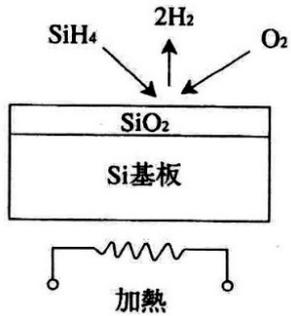
酸化炉、拡散炉（液体ソース BCl_3 , POCl_3 ）

ガラス配管（展示）

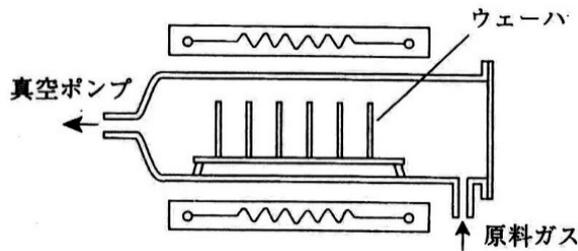


イオン注入装置（アクセレータ社 200kV 前段加速型）

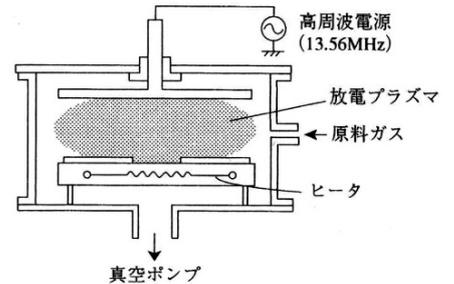
4 化学気相堆積 (CVD) と高周波加熱用電源



化学気相堆積(CVD)の原理



減圧(LP)CVD



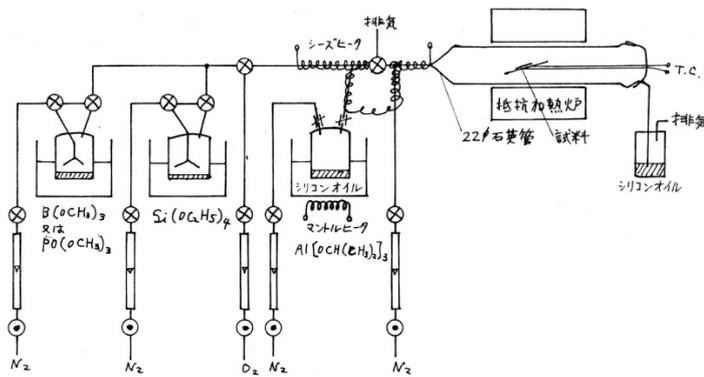
プラズマ CVD



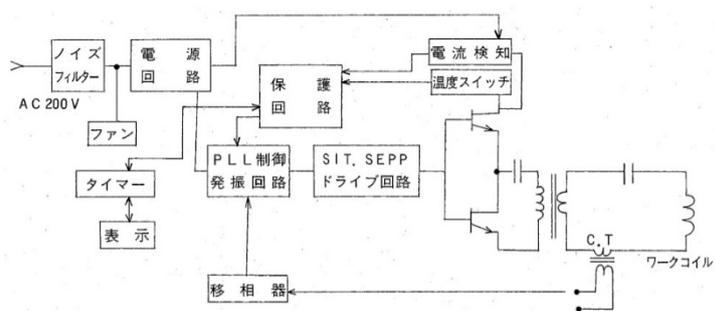
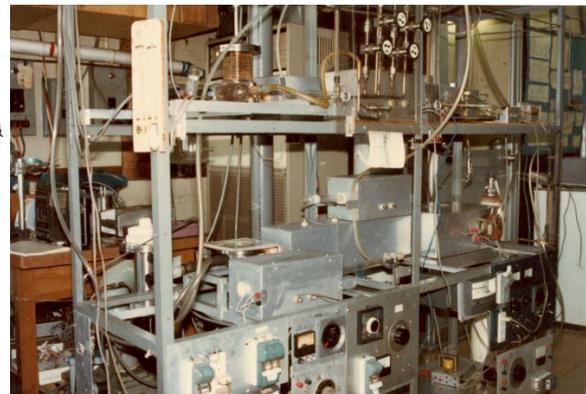
上段高周波加熱 poly Si, SiO₂ CVD
下段赤外線加熱 Al₂O₃, Ta₂O₅ CVD



低温 SiO₂CVD 装置 (展示)

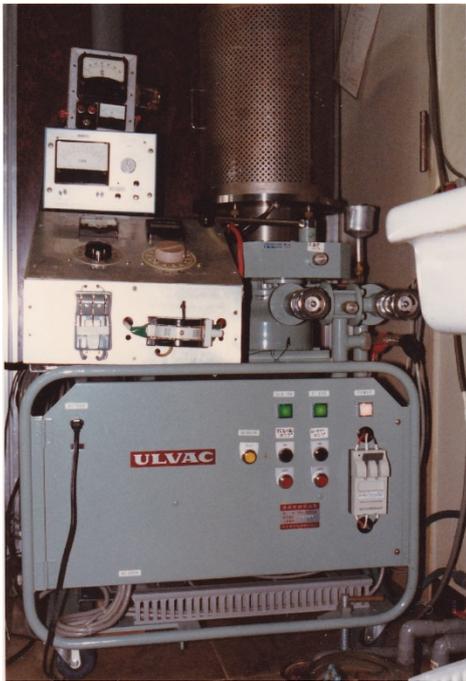
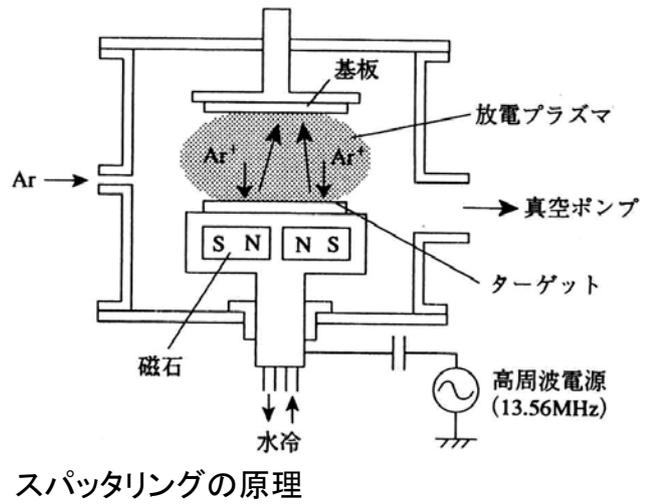
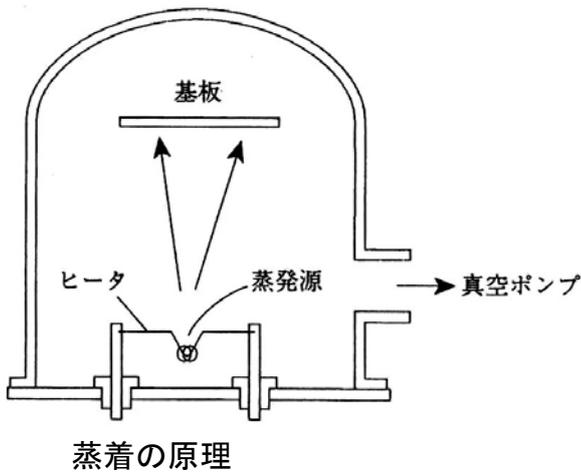


TEOS(テトラエトキシシラン)などの液体有機材料による P₂O₅-SiO₂, B₂O₃-SiO₂, Al₂O₃-SiO₂ CVD

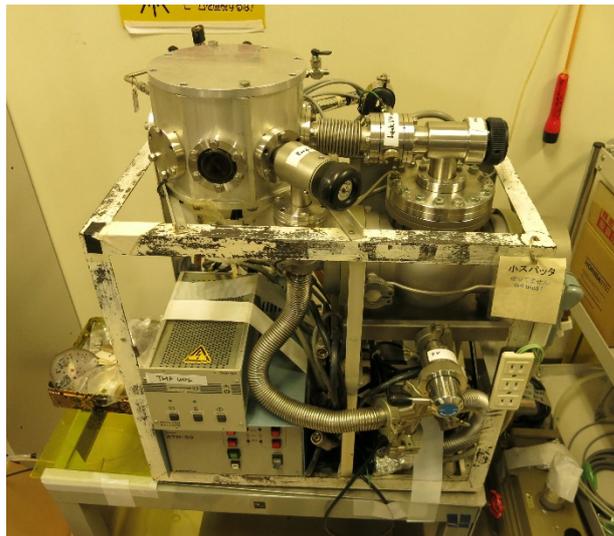


SIT (静電誘導トランジスタ)を用いた高周波加熱用電源 (トーチン) (展示)

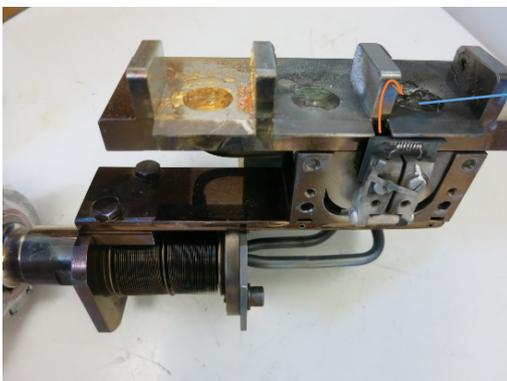
5 物理気相堆積 (PVD (蒸着、スパッタリング)) 他



蒸着装置



スパッタリング装置



電子線加熱蒸着源 (展示)



ポリレン(ポリパラキシリレン)堆積装置

6 組立(ダイシング、ワイヤボンディング)とテスト



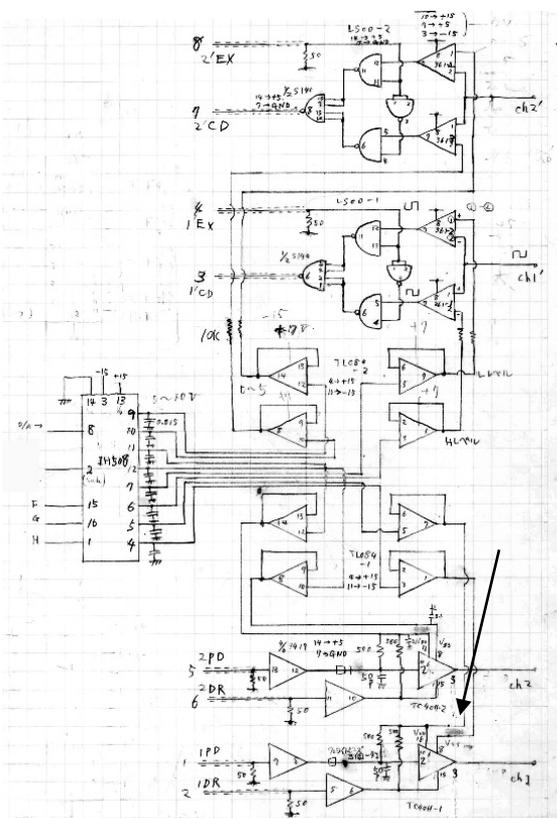
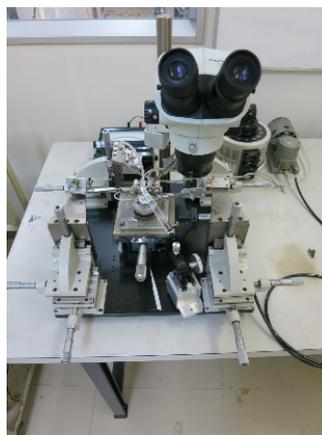
ダイシング装置 (ウェハからチップ分割)



超音波ワイヤボンダ (展示)



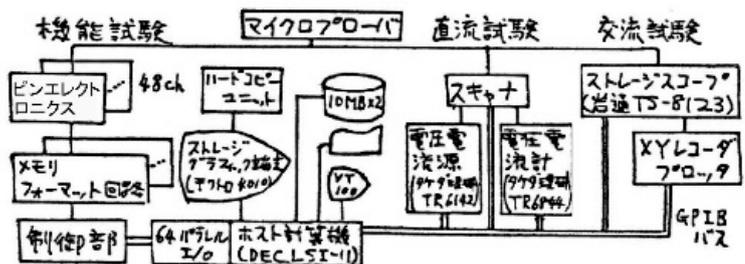
クリーム半田を用いた微小はんだ付け装置(右は展示品)



LSI テスト用ピンエレクトロニクス
(端子接続部)(2ch 分)



テスト用マイクロプローバ

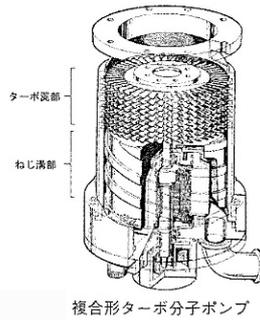


テストシステム

7 各種真空ポンプ（回転式粗引きポンプ、ターボ分子ポンプ、拡散ポンプ、イオンポンプ、クライオポンプ）



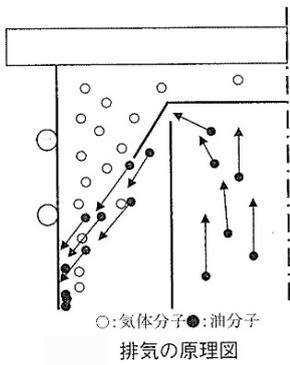
回転式粗引きポンプ



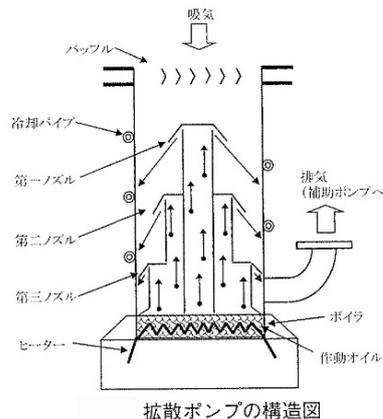
複合形ターボ分子ポンプ



ターボ分子ポンプ



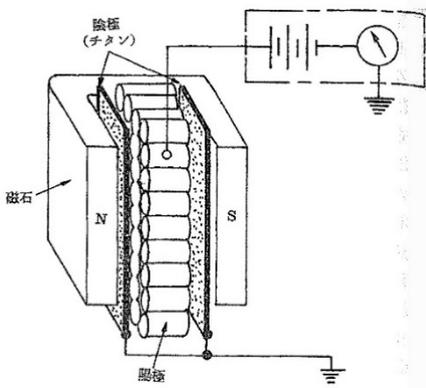
○:気体分子 ●:油分子
排気の原理図



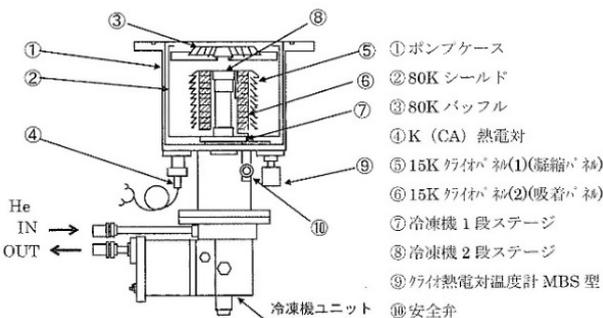
拡散ポンプの構造図



(油)拡散ポンプの原理・構造・写真 (展示(ガラス製 熊野勝文氏製作))



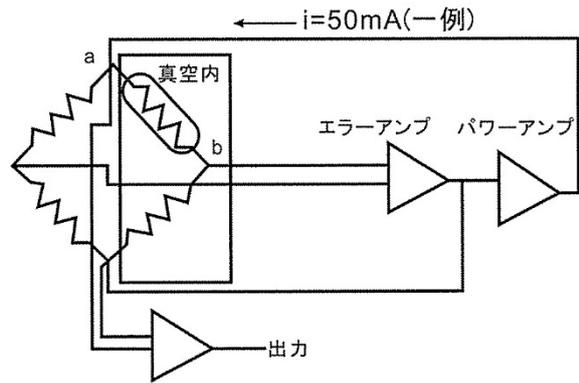
イオンポンプの構造と写真



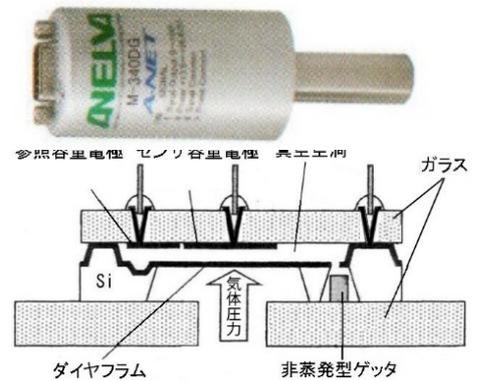
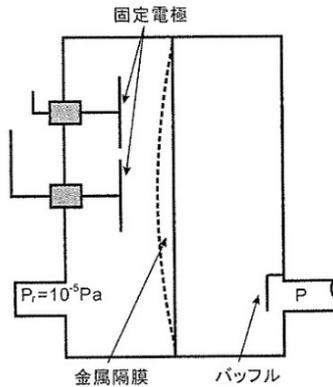
クライオポンプの構造と写真



8 真空ゲージと四重極質量分析計



真空度により抵抗が変化するピラニゲージ (展示)

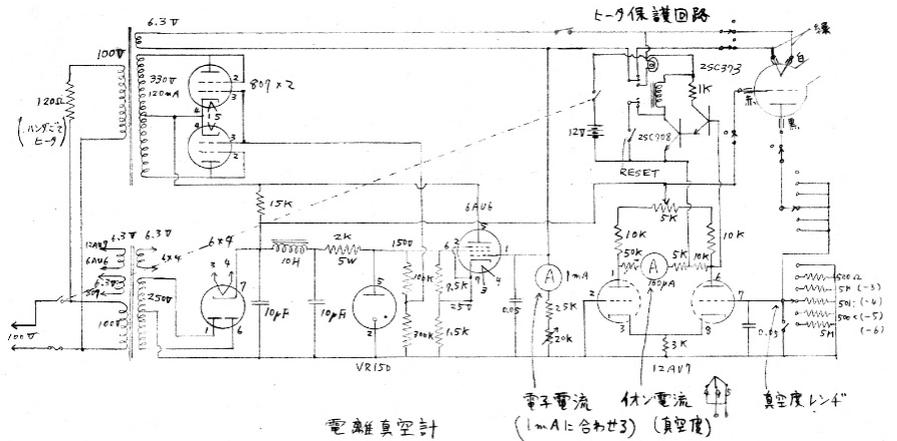


ダイヤフラム真空計 (左のものを展示)



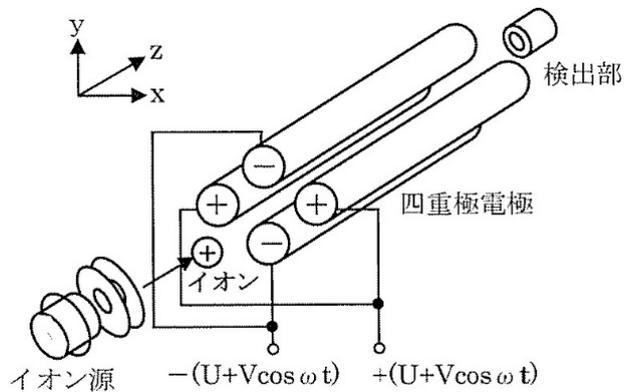
ヒータから熱
電子放出
↓
衝突した
分子をイオン化
↓
正極でイオン
電流検出

電離真空計(展示)とその回路



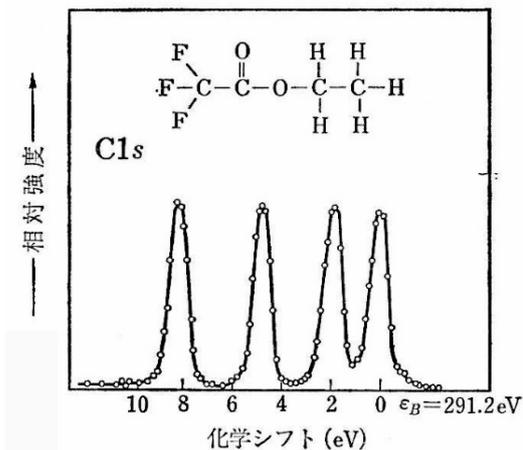
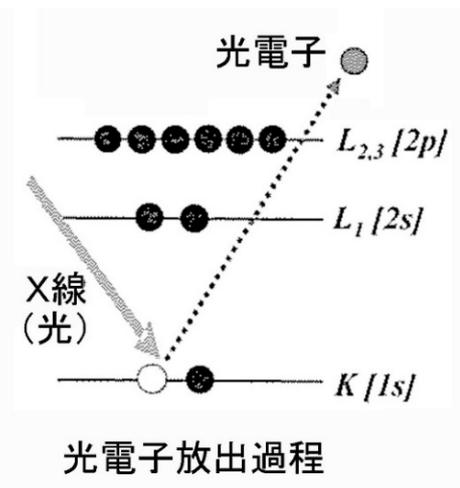
電離真空計

(1mAに合わせ) (真空度)



四重極質量分析計 (Q-Mass) (展示)(気体分子を分圧として計測)

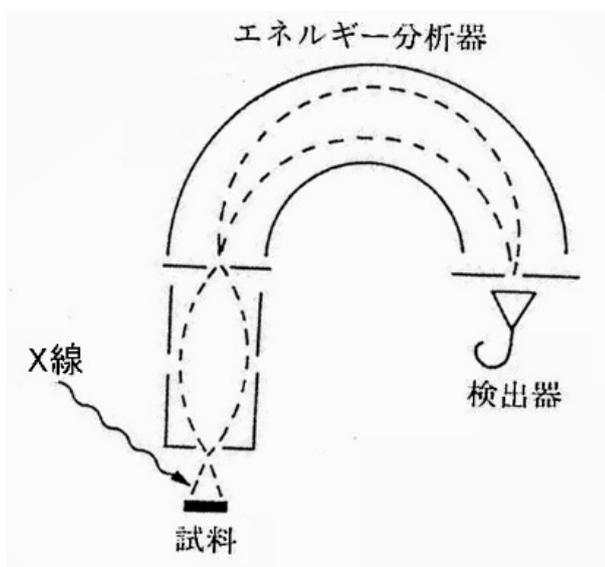
9 X線光電子分光装置 (XPS)



動作原理

X線光電子分光の例(トリフロ酢酸の C1s スペクトル)

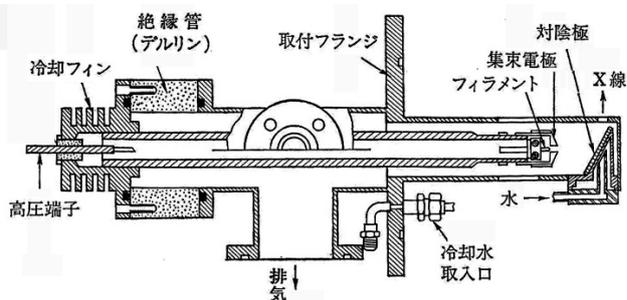
(K.Siegbahn : J. Electr. Spectry, 5, 3 (1974))



半球型電子エネルギーアナライザ(展示)を用いた X線光電子分光装置



X線源 (展示)

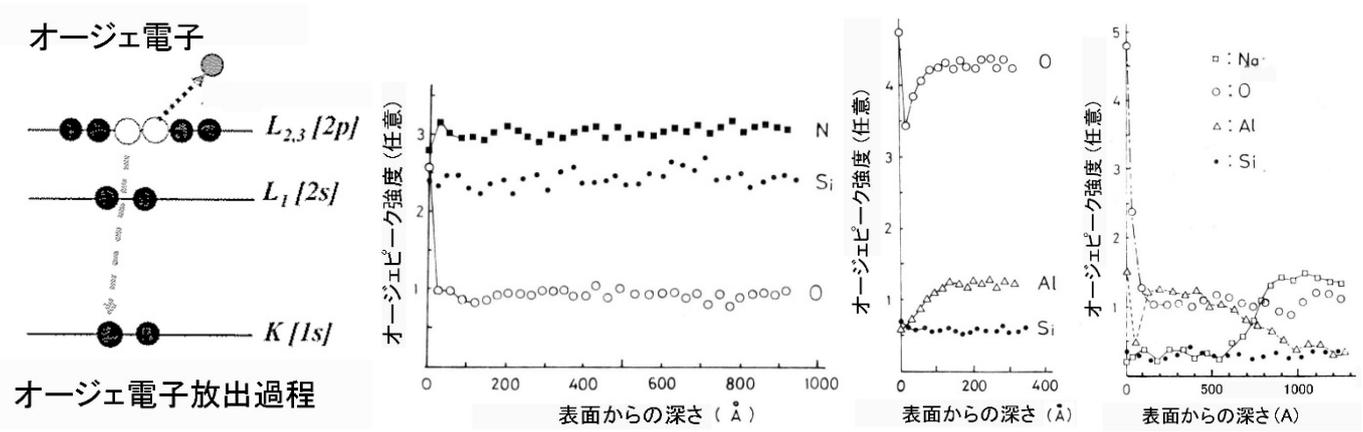


X線源の構造

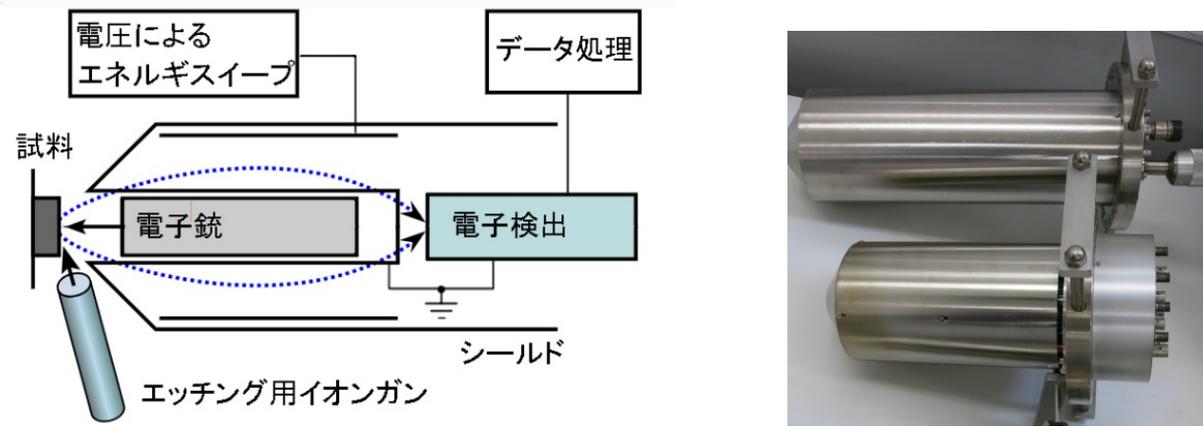
(相原淳一 他、電子の分光、共立出版 (1978))

各種材料の XPS 分析データ集を展示

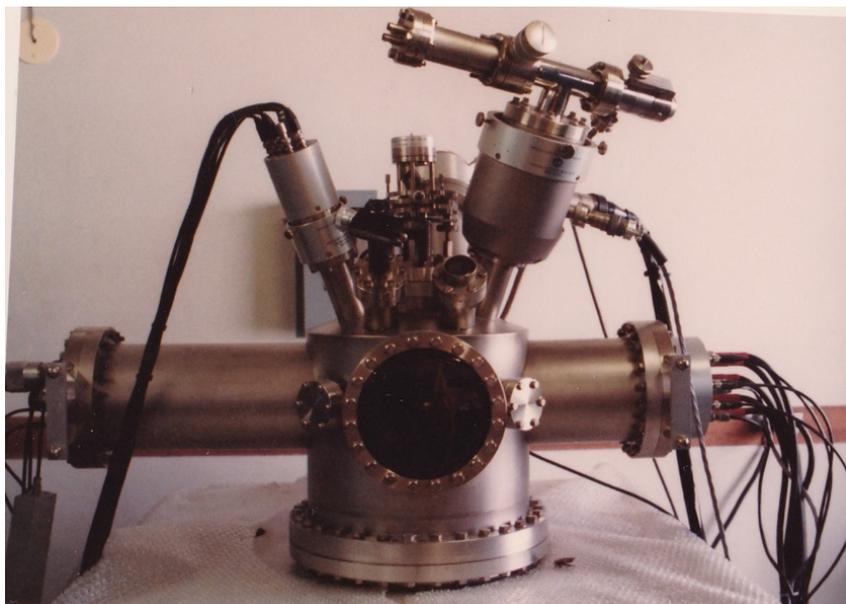
10 オージェ電子分光装置 (AES)



動作原理 pH 用 Si_3N_4 pNa 用 Al_2O_3 pK 用 Naドープ Al_2O_3
 オージェ電子分光の測定例(半導体イオンセンサ(ISFET)表面)



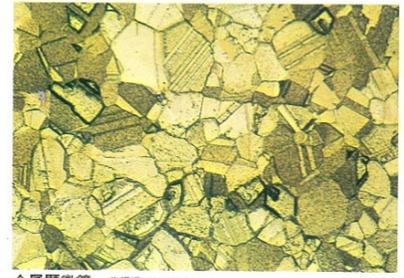
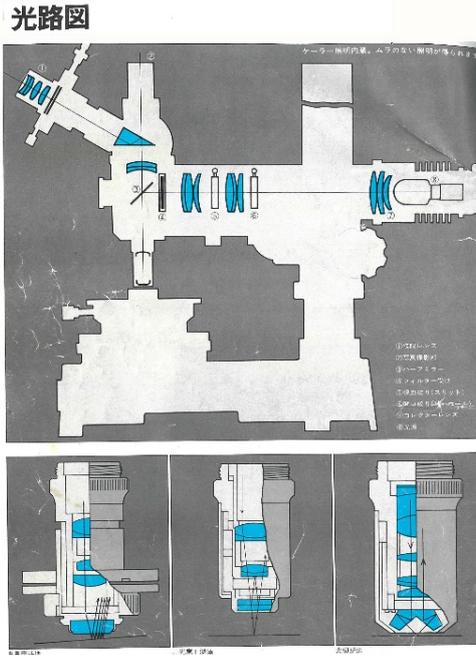
同軸電子エネルギーアナライザ(CMA)(展示)を用いたオージェ電子分光装置



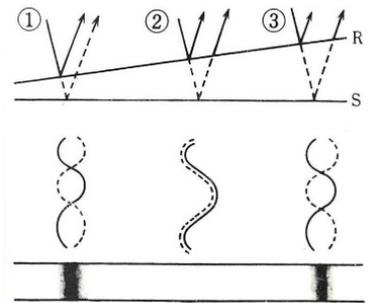
同軸型電子エネルギー分析装置を用いた XPS(左)と AES(右)

各種材料の AES 分析データ集を展示

11 光学顕微鏡と光測定法



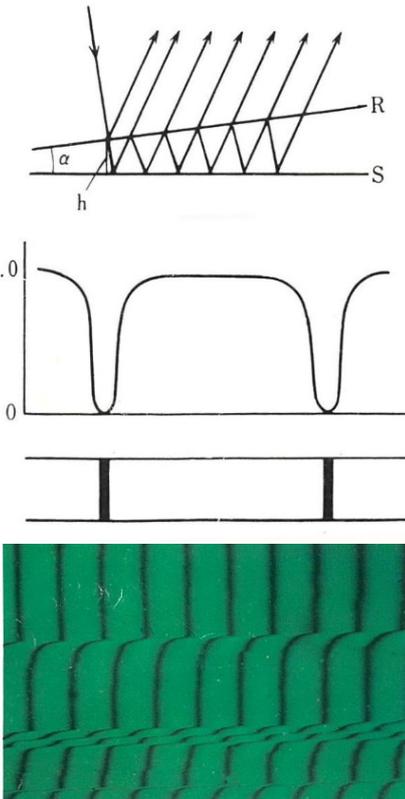
金属顕微鏡 黄銅板 M 10X CB165
※干渉フィルターには2種類あり、半値幅の狭いものはNB、広いものがWBです。



多重干渉法 二光束干渉法 光切断法

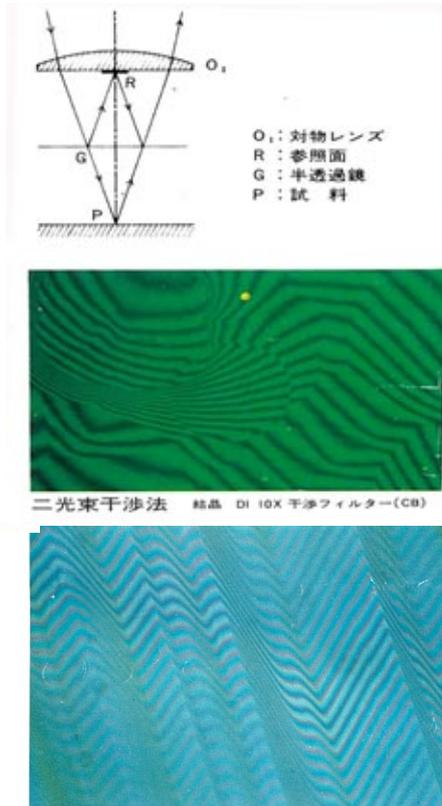
光干渉の原理

サーフェスフィニッシュマイクロスコープ(ニコン)、金属顕微鏡像、光干渉



多重干渉法 結晶 MI 10X 干渉フィルター(NB)®

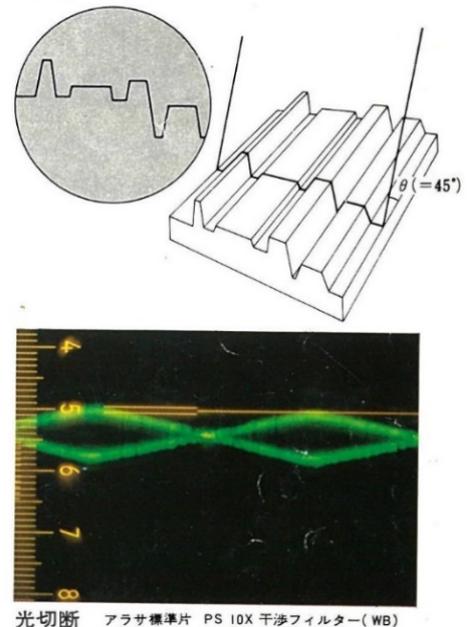
多重干渉



二光束干渉法 結晶 DI 10X 干渉フィルター(CB)

二光束干渉法 結晶 DI 20X

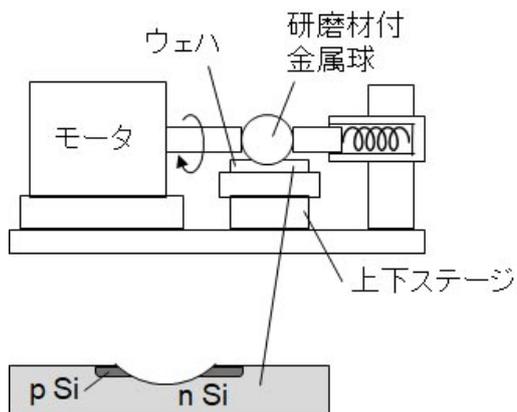
二光束干渉法



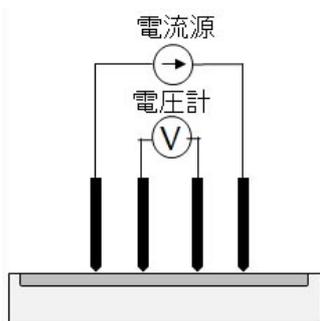
光切断 アラサ標準片 PS 10X 干渉フィルター(WB)

光切断法

12 光以外の各種測定法



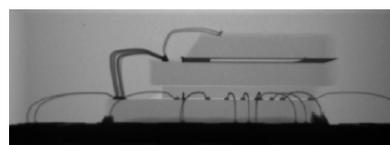
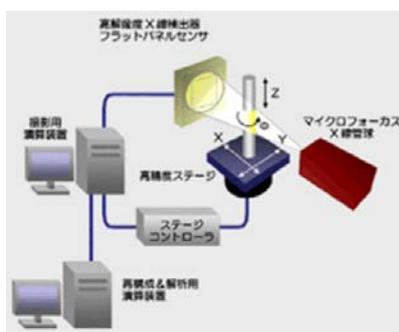
スフェリカルドリルで球面状に研磨後、p Si に着色し顕微鏡で拡散深さを測定



四探針法によるシート抵抗測定



原子間力顕微鏡(AFM)
(Park Systems NX-20)



マイクロ X 線 CT 装置(クリーンルーム 1F)とそれによる 3 軸加速度センサの断面



走査型電子顕微鏡 (SEM)



X 線回折装置

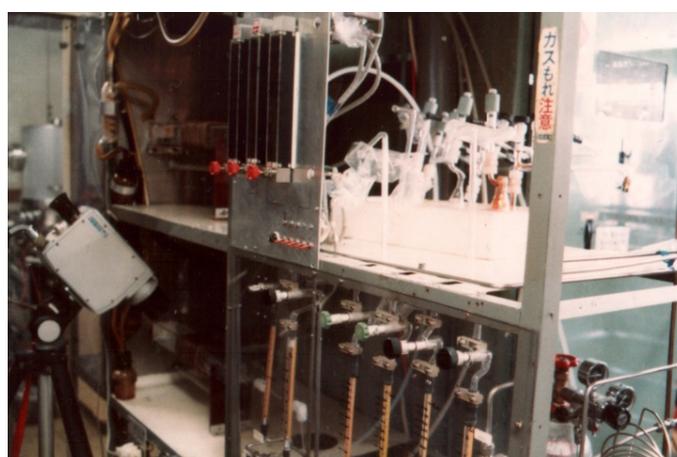
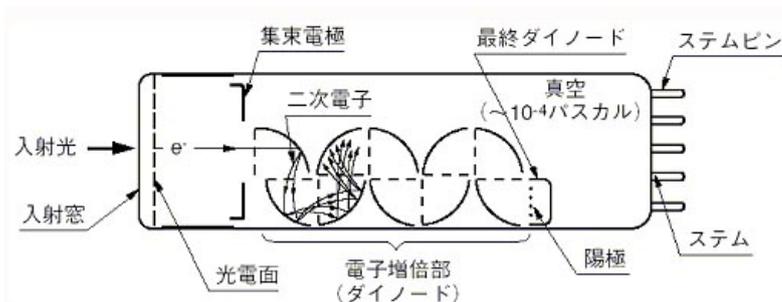
13 気体レーザー、光電子増倍管および(赤外線)放射温度計



気体レーザー（展示）（下は炭酸ガスレーザー）



光電子増倍管



(赤外線)放射温度計とその応用

14 4重ガラス管一体構造の liq.⁴He/liq.N₂ クライオスタットデューワー (1973年～)

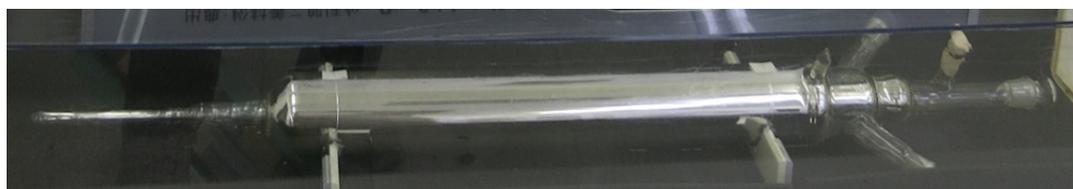
東北大学の理化学ガラス機器の開発は創設時期に遡る。長い期間にわたり研究者との相互連携のもとガラス加工技術者が育ち、多くのユニークな実験器具が試作された。

ガラス製クライオスタットは高真空排気系とともに低温での物性、化学反応、動力学など基礎的研究に不可欠なものとして当時の非水溶液化学研究所(硝子研究所、非水研、現多元研)では、研究目的に適したデューワーが開発・製作されたが、なかでも石英・パイレックスガラス段継加工の高度なノウハウ確立により種々の型のガラス製クライオスタットが作られ極低温での赤外、紫外・可視吸収スペクトル、ESR スペクトル、交流磁化率計測などに用いられてきた。

展示の X バンド ESR 用ヘリウムデューワーは 1984 年頃松村善二郎作。4 重のガラス管を上部であわせ封着一体化した構造を持ち、石英とパイレックス両ガラス段継部は同軸胴体下部の 4 重絞り領域に形成されている。マイクロ波キャビティ挿入部の He 溜め石英管径が 5mm^Φ と小さいことから液体ヘリウムの消費が少なく、長時間の測定を可能とした。

参考：東北大学における理化学ガラス機器の開発(東北大学出版会)、

東北大理学部
GlassShop



僅かな液体ヘリウムで長時間の測定を可能にした 4 重管構造のヘリウムデューワー

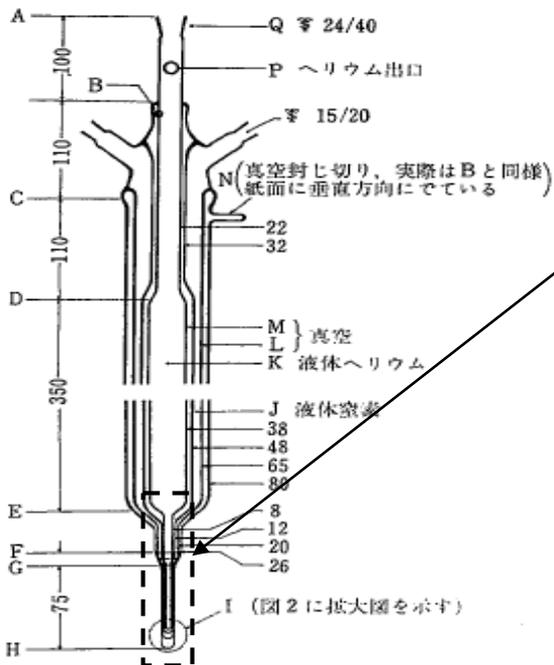
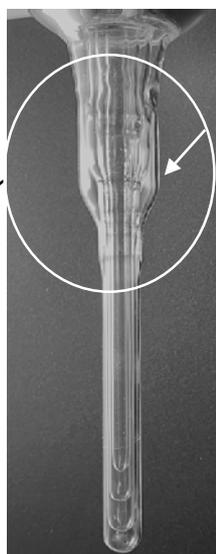


図 1 挿入型液体ヘリウムクライオスタット
寸法の単位はすべて(mm)、ガラス管の径はすべて
外径である



内管から外管まで4重の石英/パイレックス段継中間ガラス領域は垂直位置をずらして溶着されている。キャビティ挿入部石英直管の管壁肉厚と真空部間隙はいずれも 0.5 mm前後と薄い。

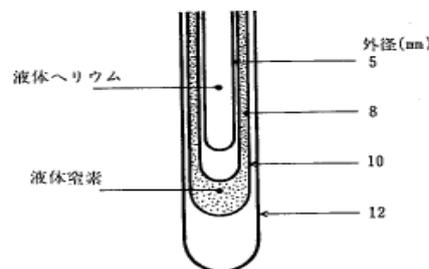


図 2 石英四重管の挿入部

石英管は研磨加工で薄肉化後、段継ガラス形成

出典：松村善二郎ほか, *Rev. Sci. Inst.*, 45, 596 (1976); 非水研報告, 23, 165 (1973)