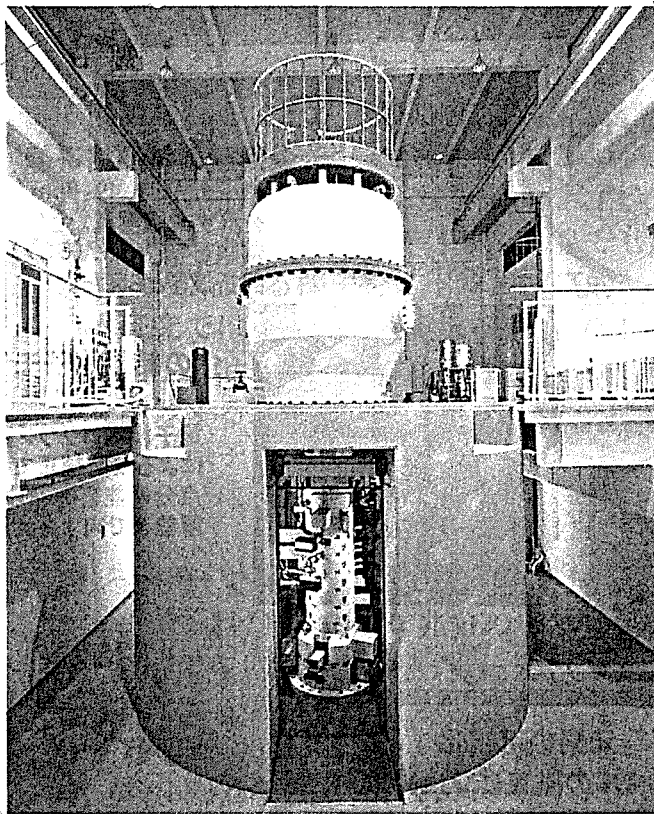


— 100万ボルト電子波干渉型電子顕微鏡の開発と応用 —
共同研究者 外村 彰 日立製作所 フェロー

環境との調和がとれた経済発展を維持していくために、デバイス、材料、バイオなどの諸分野で現象の深い理解に基づく新たな技術が必要とされています。こうした研究開発を支援するために、高い空間分解能と電子の「波」としての性質を利用したホログラフィー干渉計測法を特徴とする加速電圧100万ボルトの電子顕微鏡を開発しました。

この装置は、電界放出電子銃の採用により世界最高の干渉性(輝度と単色性)と格子分解能の世界記録(49.8ピコメートル)を達成しました。また、単なる原子レベルの像観察にとどまらず、ホログラフィー干渉計測法によるナノスケールの領域での電場、磁場の測定、量子力学的現象の観測などにより新たな技術開発・探索に貢献することを目指しています。特に本装置によるローレンツ顕微法は今のところ高温超伝導体中の磁束量子の動きを直接観察できる唯一の方法として、材料実用化の鍵を握る磁束ピン止め現象の研究に新たな展開をもたらせると考えています。

現在、本装置により高温超伝導体の層状構造を反映した磁束量子の挙動を温度や磁場を変化させ調べています。

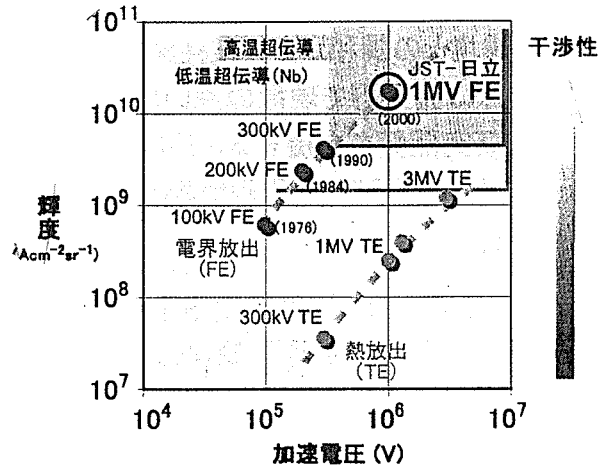
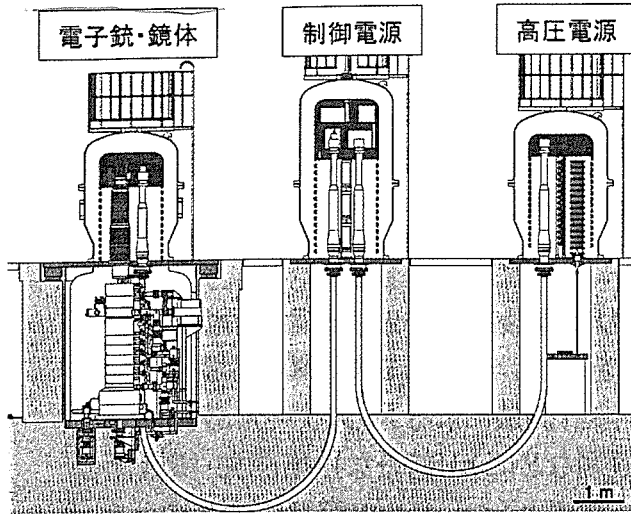


100万ボルト電子波干渉型電子顕微鏡
外観

上部の白いタンク内には電子ビームを発生する電子銃と100万ボルトに加速する加速管が、絶縁ガスとともに収められている。下部の円筒形の青いコンクリート基礎の開口部から見えるのは電子顕微鏡の鏡体。観察者は操作室(写真の1階左壁の裏側)より遠隔操作で像観察をおこなう。

電子銃制御電源と高圧電源の収められている2つのタンクが奥にあり、この電子銃加速管のタンクと高圧ケーブルでつながっている。

100万ボルト電子波干涉型電子顕微鏡

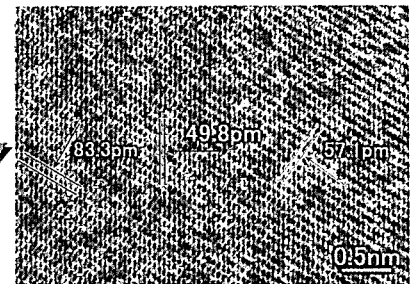


100万ボルト電子波干涉型電子顕微鏡 構成図
3タンクケーブル結合方式により右の高圧電源(交流部)と左の電子銃・鏡体(直流部)を完全に分離した。

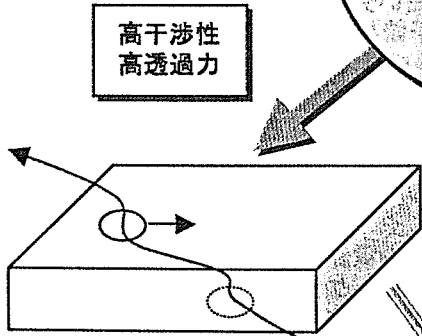
透過型電子顕微鏡の輝度
測定された輝度 $1.8 \times 10^{10} \text{Acm}^{-2}\text{sr}^{-1}$

高電圧の安定 (0.5ppm/分)
構造強化→振動の抑制
磁界重畳型電界放出電子銃採用
→収差の小さい電子光学系

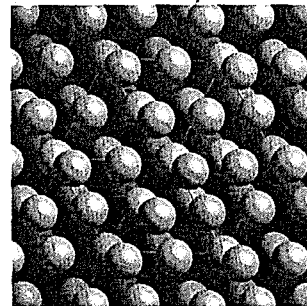
赤字はいずれも世界最高値



金薄膜の結晶格子像
格子分解能 49.8nm
を示す電顕写真。金(111)薄膜を4.7°傾け(337)回折波をとらえた。



高温超伝導体の磁束量子観測



金の結晶格子モデル

電子線ホログラフィーによる収差補正で点分解能を格子分解能まで向上させる。

酸素等軽元素の可視化
原子レベルの磁束ピン止め解明
単電子電界、原子スピンの観察