

MBE 830S 装置 (日電アネルバ社製) について

村上 俊一・石田 哲夫・林 義孝

日電アネルバ株式会社 〒183 東京都府中市四ツ谷 5-8-1

(1982年5月11日 受理)

MBE-830S Molecular Beam Epitaxy System (ANELVA corp.)

Shunichi MURAKAMI, Tetsuo ISHIDA and Yoshitaka HAYASHI

ANELVA CORPORATION

8-1 Yotsuya 5-Chome, Fuchu-shi, Tokyo 183

(Received May 11, 1982)

The MBE apparatus has progressed rapidly in the last two years, leading to the appearance of high performance device based on the MBE method. The recently developed MBE apparatus is described and, also, the history and the future trends of such systems.

1. MBE 装置の歩み

1975年当社で初めて本格的な MBE 装置を製作してから10年以上経つが、この間応用分野、特に半導体デバイスの発展に伴い、装置自体も大きく変化してきた。当初は1チェンバー内に成長系及び分析器を組み込み基板交換時には全体を大気に曝す構造となっていた。その後超高真空中での移送機構や、エアロック機構の開発が進み、結晶成長を行なう成長室、基板及び成長膜の評価を行なうための分析室及び基板を大気から導入するための交換室に分離した独立チェンバー・システムが開発された。このため膜の再現性や特性が大きく改善されてきた。

最近では基板サイズの大形化が進み、さらに基板全体にわたり均一膜であること、不純物混入が少ないこと等、実際のデバイスを想定した要求が強くなってきている。

これに対し装置としては、分子線セルの大形化、ガス放出の少ない材料及び構造等の改善により対応している。以下に最近の装置を基にした構成及び仕様を示す。

2. 装置の構成

1項で述べたように、最近の装置に対して要求されている機能として次の事柄が挙げられる。1) 2インチ以

上の円形基板が取扱える。2) 基板上の成長膜の分布が一樣である。3) 装置内に付着した汚れの除去等の保守作業が容易である。4) 膜中への不純物混入が少なく、良質な膜が再現性良くできること。5) 1日数サイクルの膜作成が可能なこと。これに対し、装置に対し各種工夫がこらされてきている。その例を挙げると、1) 成長時に基板を回転し膜分布を改善する。2) 分子線セルの容量を大きくし、200ミクロン程度の膜厚迄成長できるようにする。3) 液体窒素シュラウドを充塞させ、極力放出ガスをトラップする。4) ターボモレキュラーポンプ等を併用し、迅速な基板交換ができる等がある。**Fig. 1** は当社 MBE 830S 装置の構成図であり、**Fig. 2** はその外観である。以下に本装置の内部構成について述べる。

2.1 超高真空排気系

超高真空排気系としては、イオン・ポンプ、チタンサブリメーションポンプ、液体窒素シュラウドの組合せが、 10^{-10} torr 以下の雰囲気を得るのに最も信頼される排気系であり、MBE-830S においても同様の構成をとっている。本装置においては、さらに基板回転加熱機構周囲や蒸発源部に大型の液体窒素シュラウドを配置しており、壁からの再放出等を少なくし、不純物の混入を避けている。又、最近では InP 等の成長において蒸気圧の高い物質を排気するのにクライオポンプを補助ポンプとして使う例も多い。一方、大気から高真空状態まで迅

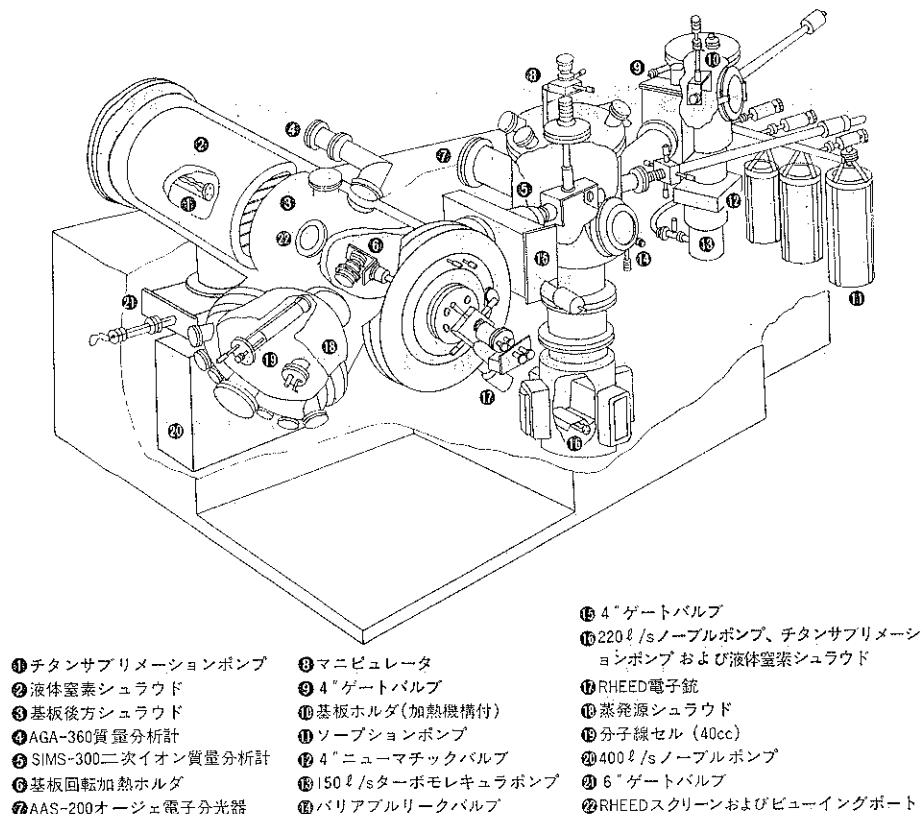


Fig. 1 Schematic diagram of the MBE system

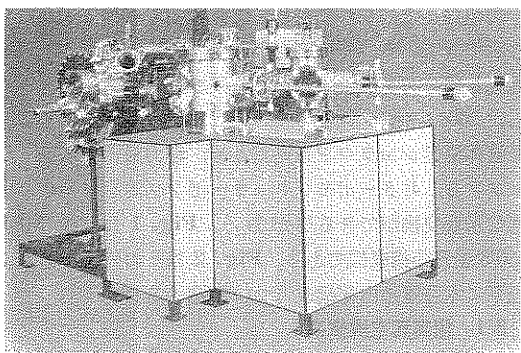


Fig. 2 Photograph of the MBE-830 S

速に排気するポンプとして、ターボモレキュラポンプを使用することは有効であり、基板交換室に装着することにより、基板交換時間の短縮を計っている。

2.2 蒸発源

蒸発源の配置は斜め型となっており、クロスコンタミネーションを防ぎながらチャージ量が最も多い構成となっている。また各ソースから基板への入射角はすべて30°の角度となっている。分子線セルは初期のMBE装

置では0.5cc程度であったが、現在は40ccと大容量になっている。加熱温度は1,300℃まで可能であり、また温度変動は±0.5℃以内となっている。高温部の材料には、Ta, Mo等の高融点材料を使用し、絶縁材にはPBN(パイロリティックボロンナイトライド)を使用している。本装置では他の高温になる部分においても同様の材料を使用し、ガス放出を少なくしている。

Si等の高融点ソースに対しては電子ビーム加熱を用いることが多い。電子ビーム加熱の場合、試料だけを加熱することができ、ガス放出が少ない。本装置ではEBガン分子線セルのかわりに取付けることができる。

2.3 基板加熱

膜厚分布を改善するために、加熱中基板を回転できる機構となっている。回転中の基板の温度安定度をFig. 3、静止時の温度分布をFig. 4に示す。Fig. 5はビームモニターを含めた本機構の写真である。基板加熱系で重要なことは基板面内での温度均一性である。III-V族用の基板GaAs, InP等では熱伝導のよいMoブロックに、基板裏面とMoブロックの熱接触をよくするためGaまたはInを用いて基板を貼り付け、Moブロッ

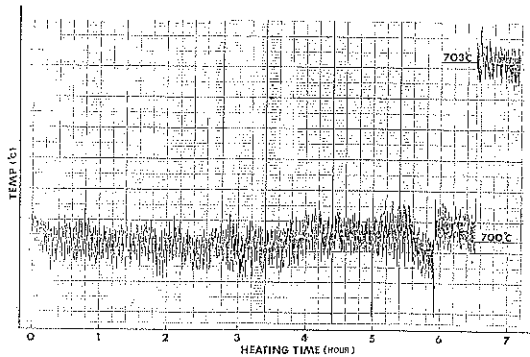


Fig. 3 Temperature stability of a substrate heating at 700°C with rotation

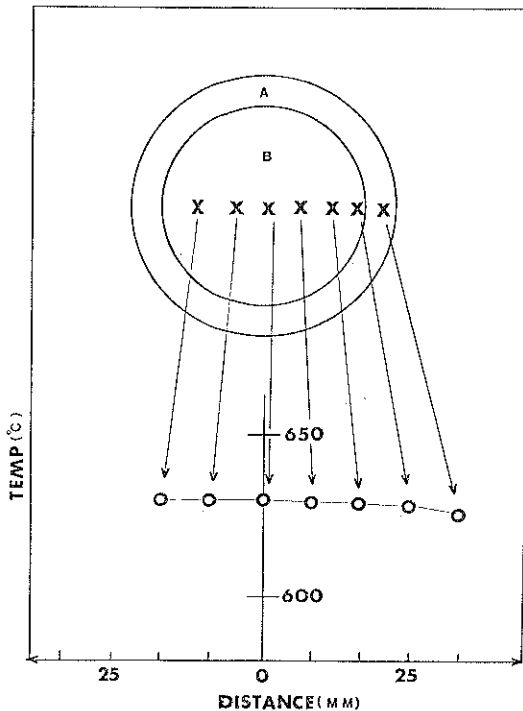


Fig. 4 Temperature uniformity across 2" wafer holder heating at about 650°C without rotation

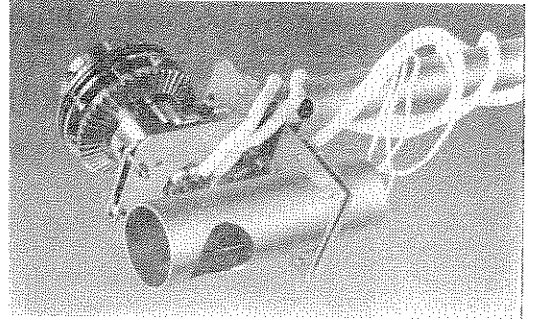


Fig. 5 Photograph of the rotating mechanism and beam monitor

クごと加熱する方法がとられている。現在2インチの基板が取付可能なホルダーができており、処理できるサイズは大型化している。

2.4 成長膜評価

成長した膜の結晶性や平滑度を観測するには電子線回折を使うが、反射型高エネルギー電子線回折 (RHEED) を使うことが多い。RHEEDは成長中に観測するので成長室に取付けられる。成長層の組成分析、基板表面の汚染度の観察にはオージェ電子分光器が使用される。また微量の不純物検出には二次イオン質量分析器 (SIMS) が用いられる。両者とも分析室に取付けられる。

3. 今後の動向

現在 GaAs, InP を初めとする III-V 化合物を用いたデバイスの試作が急速に進み HEMT 等の新デバイスが生まれつつある。今後成長条件の確立がさらに進むであろうが、搬送等を含め成長プロセスのインライン化を目指した装置が近い将来実現すると思われる。但し成長中に生じた As 等の有毒物質の取扱い等、解決しなくてはならない問題もある。

最後に本稿を書く機会を与えて下さった富士通研究所の冷水佐寿様に感謝致します。