



# 高電流イオン注入装置「NV-10」 国産化

日高 義朝(株式会社 SEN-SHI・アクセリス カンパニー\*)



## 1. 「NV-10」の誕生

半導体におけるイオン注入は、1972年頃にまず中ドーズ注入が実用化され、ついで1977年頃に高ドーズ注入が実用化された。そして1990年代には高エネルギー注入によるウエル形成が量産に適用されるようになった。イオン注入はドーパント量と深さ方向のプロファイルを高精度に制御できる技術であり、最先端デバイス製造にとって不可欠の技術となっている。

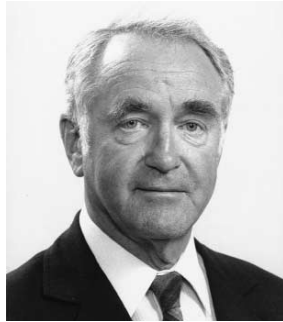


写真1 NV-10の生みの親  
Dr. Peter Rose

イオン注入装置において、忘れてはならないのが、Dr. Peter Rose (写真1) の存在である。彼は「NV-10」の生みの親であるばかりでなく、黎明期のイオン注入装置のほとんどが彼とその仲間たちによって開発されている。言わば、“イオン注入装置の父”である。その功績により、彼は1996年米大統領より国家技術勲章を授与された。

Dr. Peter Roseは1978年、米国カトラーハンマー社の支援を受けて、NOVA Associatesを設立し、半導体向

け高電流イオン注入装置「NV-10」の開発をスタートさせた。NOVA Associates設立後カトラーハンマー社がイトン社に吸収され、NOVA Associatesはイトン社の傘下に入ったが、開発は順調に進み、当時としては最高の10mA以上のビーム電流が得られる本格的量産用高電流イオン注入装置「NV-10」が1979年に完成した。この年12月、1号機は日本のT社へ出荷された。

図1に「NV-10」のシステム構成を示す。「NV-10」では、大電流イオン注入によるウエハー温度の上昇

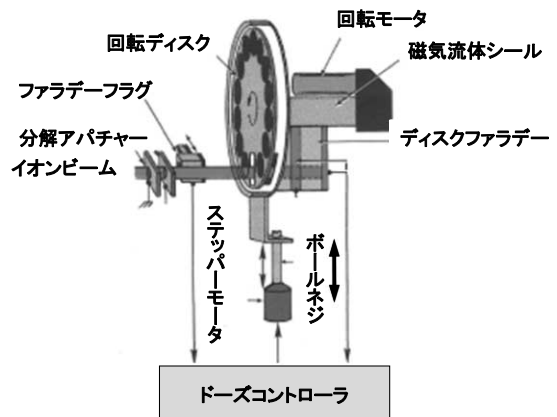


図2 NV-10 ドーズ制御システム

\*旧 住友イトンノバ株式会社

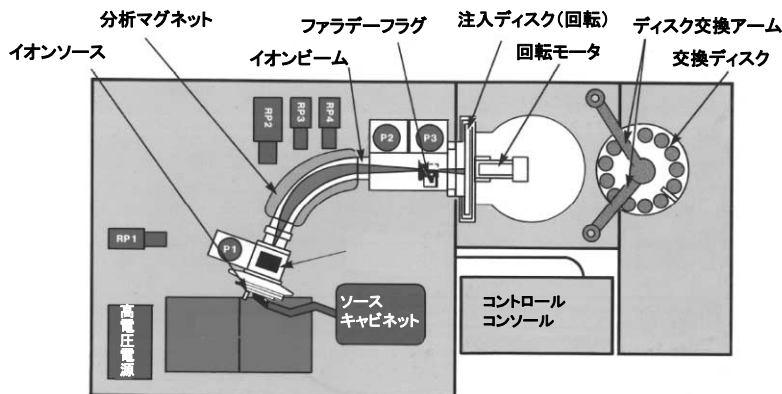


図1 NV-10システム構成

を抑制するため、バッチ式回転ディスクが採用された。「NV-10」の特徴の1つは、優れたドーズ制御にあった(図2)。高速のディスク回転と低速の半径方向のスキンの組み合わせで、ドーズ量はディスクファラデーで測定されるビーム電流量に応じて、半径方向のスキンの速度を変えることにより制御される。

## 2. SENの設立

「NV-10」は、1号機が日本に出荷された後、日本の主要半導体メーカーに採用されるようになった。その当時は、日本の商社が代理店となって輸入販売されていたが、概して外国製装置は品質に問題があり、稼働率が低かった。「NV-10」もその例外ではなく、特にエンドステーション(図3)の信頼性が問題であった。ウエハーオートローダは装備されていたがほとんど動かず、オペレータが手で行っていた。また、ディスク交換アームはディスクのグリップがうまくいかず、プラスチックハンマーで叩いてグリップさせるという状態であった。イオン注入がドーピングのキーテクノロジーになるにつれて、日本の顧客からは日本製、少なくとも日本で組み立てられた装置を購入したいとの声が高まった。そこでイートン社は、当時円がドルに対して安いこともあり、日本の会社と提携し、日本で製造することを考え始めた。

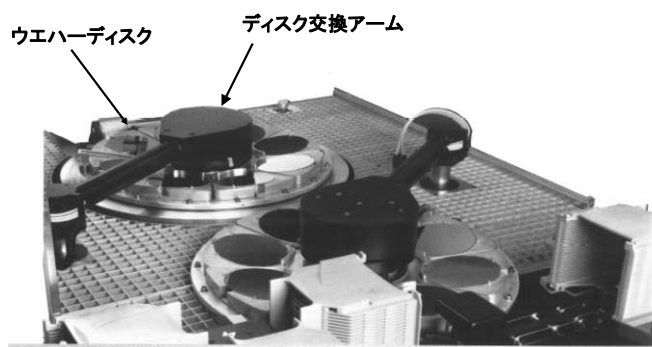
丁度その頃、住友重機械工業(SHI)でも半導体装置産業に興味を持ち、技術本部を中心に調査が行われていた。半導体製造プロセスと製造装置をつぶさに調査し、SHIの新事業としてイオン注入装置が最適であると判断していた。SHIは既に研究用大型サイクロトロンや医療用小型サイクロトロンを手がけており、イオン注入装置製造に重要な加速器技術を有していたからである。

両社の思惑が一致したこと、SHIとイートン社は古くから技術提携やJV設立により親密な関係にあったことから、JV設立の交渉は比較的順調に進んだ。1982年12月にJV設立契約が結ばれ、1983年4月に住友イートンノバ株式会社(SEN)がスタートした。その後2006年4月に社名が、株式会社SEN-SHI・アクセリスカンパニーに改称されて現在に至っている。

## 3. 国産化への道

国産化はリスクを最小にするため、次のステップで行われた。

- (1) ノックダウン方式による組み立て、立ち上げ技術の確立



AT4 オートローダ

図3 NV-10エンドステーション

- (2) 部分国産化

国産化に時間を要するコントローラ関係等をイートン社から購入し、他は全て国産化

- (3) 完全国産化

国産化に当たっては、顧客から改善が要求されているウエハー搬送系を除いて、その他の部分は全てイートン社と同じものを使うことを原則とした。これは、イートン社からイートン社製装置との共通性、互換性を保つよう強く要請されたためである。

SEN設立の2ヶ月前からイートン社へ技術者が派遣され、国産化の準備を開始した。まずトレーニングコースへの参加から始まり、図面、マニュアルの収集から製造・検査技術、生産管理システム等国産化に必要な情報収集が行われた。特に、同一部品採用のためのカタログ探しには手がかかった。

同一部品の採用は簡単に行くと思っていたが、実際はそう簡単ではなかった。カタログから部品を選定するまでは苦労しないが、その部品を購入することが大変であった。その上、新しい会社のため全く知名度がなかった。社名を言っても、なかなか通じず、やっと通じたかと思ったら、送付された封筒の宛先は「住友系鋸(いとこの)様」とか「住友イートンロバ様」であった。

発足当時、国産化に従事した工場の社員は13名であった。この人数で図面製作、発注先業者探しと発注、部品の納期管理、組立て、出荷前テスト、解体&梱包、出荷、現地立上げまでの作業を担っていた。このため、休みは年間を通して数日あるかないかであった。

国産化で苦労した中の一つに、ディスクの製作過程でのRTVのゴム貼りがあった。イートン社の作業手順書通りにやってもうまく貼れない。すぐに剥がれてしまう。納期は迫ってくる、時間がない、焦る、失敗するの悪循環に陥った。部品や材料は同一品で

進めたが、作業は手順書通りにやることをあきらめざるをえなかった。日本の気候に応じた温度や湿度管理を試行錯誤することでやっと良い条件にたどり着き完成した。この種の作業は独自にノウハウを作りあげていくことが大切と痛感した。

当社では、設立当初から“納期厳守”が合言葉になっており、社員は相当なプレッシャーを感じながら仕事を行っていた。また、このプレッシャーは要求スペックを満たさなければいけない品質保証も含めてであった。納期を守るためには、1週間連続の徹夜勤務はごく普通であった。当時の社員はこれを当たり前のこととして受け入れ、誰も不平不満を言わなかった。納期を何としてでも守るという体質はその後も継承され、当社の社風になった。

国産化は悪戦苦闘の連続であった。しかし、人間逆境に追い込まれると不思議な力が湧いてくるものである。追い込まれ、絶望的な状況下での徹夜作業にも拘わらず、何故か深夜になると頭がさえ、もつれた糸が一瞬に解けるように問題が解決されたことを何度も経験した。今思うと辛かったことが沢山あったはずなのに、それが何故か良い思い出になっているのは何とも不思議である。

#### 4．国産1号機出荷と完全国産化へ向けて

国産1号機(図4)は会社設立の1年後の1984年5月初めに、東北地方のNM社に納入された。納期短縮のため、工場での出荷前検査を省いての出荷であった。一部後送りの部品もあり、搬入後10日目で装置は組み上がった。国産1号機で、顧客も当社も心配の中で立ち上げが開始された。しかし、思いの外トラブルが少なく、順調に立ち上がり、性能もスペッ



図4 NV-10-80国産機

ク以上のものが得られた。顧客から「やはり国産がいいですね」と言われた時は大変うれしかった。これまでの苦労が報われた思いであった。

国産1号機の出荷後、国産化比率を高める仕事が続いた。最終的に100%国産化するには、なお8ヶ月を要した。その間に様々なトラブルに遭遇したが、顧客の協力や指導により成し遂げることができた。当時は、トラブルがあると顧客の技術者も一緒に徹夜し、汗を流しながら解決に取り組んだ時代であった。そのおかげで多くの事を学び、装置を改善することができた。顧客から強い要望のあった搬送系の信頼性向上も実現でき、顧客から与えられた目標のウエハーノットラブル連続搬送10,000枚も達成できた。

「NV-10」はDr. Peter Roseを中心とした物理学者によって開発された装置であり、機械系の設計製作技術には不十分などころが多々あった。SHIで鍛えられた機械技術者が国産化を通してこれを改善し、日本の顧客の要求品質レベルまで信頼性を高めることができた。米国と日本の技術がうまく融合できた良い例ではないかと思う。

#### 5．「NV-10」を超えて

「NV-10」は当時ベストセラーであったが、数年を経ずして微細化の進行によりパーティクル低減やチャージアップ抑制の要求が高まり、新装置の開発が望まれた。当社ではこれに応えるため、「NV-10」の後継機として「NV-10SD」シリーズを、続いてさらに性能向上をめざし、ロードロック方式を採用した「NV-GSD」シリーズを独自開発した。この「NV-GSD」シリーズは、イートン社へも技術を供与し、全世界へ製品展開されてベストセラーとなった。「NV-GSD」シリーズは当社独自のビームライン開発や300mm化をへてさらに進化し、「LEX3-II」に至っている。最近では、高電流機の枚葉化に応じ、最新機種である枚葉式高電流イオン注入装置「SHX」シリーズを独自開発した。1992年以降は中電流イオン注入装置や高エネルギーイオン注入装置、フラットパネル用イオン注入装置へも分野を広げ、日本の総合イオン注入装置メーカーとして、幅広くお客様にご愛顧いただいている。

今日の当社があるのは、設立当時からご指導いただいた日本のお客様のおかげである。紙面を借りて感謝申し上げたい。今後は、さらに技術革新につとめ、半導体産業の発展に尽力していきたい。