〔新製品・新技術紹介〕

# 省電力ドライ真空ポンプへの置き換え提案活動

大 里 英 雄* 笠 原 芳 弘*

## Power-saving Model EV-S Series Dry Vacuum Pump for the Semiconductor Manufacturing Industry

by Hideo OSATO, & Yoshihiro KASAHARA

Ebara's concern over environmental measures, in particular against global warming, has led to our development of a novel power-saving dry vacuum pump series for the semiconductor manufacturing industry. As this series enables an 83% saving in energy consumption, it is expected to replace conventional models used in this industry. Enthusiastic promotion for this product is currently underway.
**Keywords:** Greenhouse effect gas, Semiconductor, Manufacturing equipment, Dry vacuum pump, Energy saving, Replacement proposal

## 1. はじめに

温暖化問題は地球全体の重要な環境問題の一つである。日本政府の方針も2005年2月に発効した京都議定書を転換点に，地球温暖化対策推進法など法的拘束力をもって$CO_2$削減目標の達成に向けた対策を進めることにしている。

各企業においても，CSR（企業の社会的責任）活動の一環として環境対策に取り組み，自らが省エネルギー活動を展開するとともに，保有する技術を駆使して環境対策を社会に提案している。

一方，近年半導体製造業界を取り巻く市場の冷え込みにより，新規設備投資が抑制され，ドライ真空ポンプ事業も，新規販売台数の伸び悩みという課題を抱えている。

今回，企業が取り組むべき省エネルギー対策を，顧客事業所のエネルギー効率を向上させるサービスとドライ真空ポンプ事業を統合させることを目的とし，省電力ドライ真空ポンプ置き換えの提案活動を開始したので紹介する。

* ㈱荏原フィールドテック

## 2. 置き換え提案

### 2-1 半導体設備投資

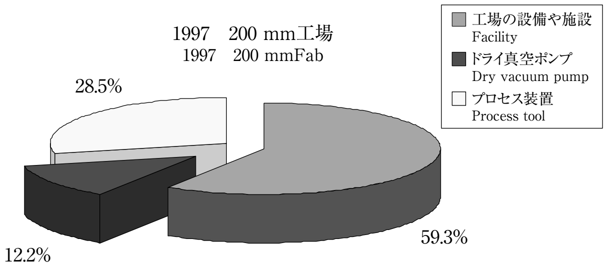
2001年のITバブル崩壊後2007年まで半導体業界は順調に設備投資を行い，約2倍の効率でシリコンデバイス生産を行えるようになった。しかし，通信インフラの高速化が進み，クラウドネットワークといわれるシステムが開始され，PCは以前のような高性能なハードが不要となり，従来のチップ数が必要とされなくなった。市場要求の変化によってデバイス出荷量の伸びが止まるとともに，リーマンショックの影響で消費全体が冷え込むことで，2008年の半導体設備投資にブレーキがかかった。

また今後デバイス性能向上のため微細化するためには更なる巨額の開発及び設備投資を必要とするため，今まで以上に設備投資を行う企業が資金力のある大手数社に限られてくるといわれている。

よって半導体設備産業の今後の10年は，従来とは違ったビジネスモデルを創生していく必要に迫られている。

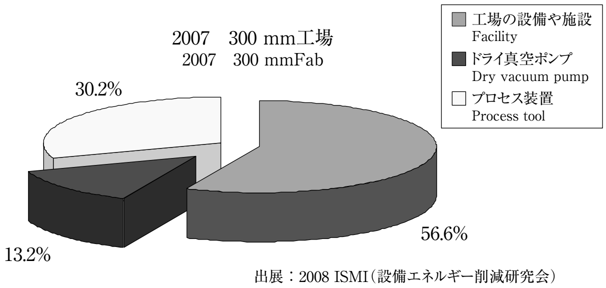
### 2-2 半導体製造工場の消費エネルギー

半導体製造工場の電力消費割合は，**図1，2**のグラフで示すとおり200/300 mmのウェーハサイズや1997/2007年でもあまり変化はない。全体的にはドライ真空ポンプも含めたプロセス装置が約40～50％，工場の設備や施設



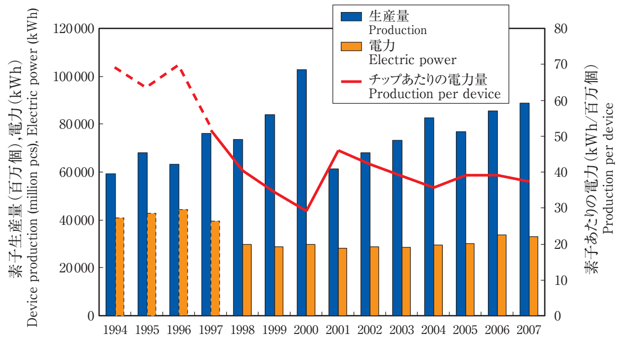

出展：2008 ISMI（設備エネルギー削減研究会）
Source : 2008 ISMI workshop on Equipment Energy Reduction（with dry vacuum pump data）

**図1**　1997年　200 mm半導体工場電力割合
**Fig. 1**　Electric power consumption at 200 mm semiconductor plant in 1997




出展：2008 ISMI（設備エネルギー削減研究会）
Source : 2008 ISMI workshop on Equipment Energy Reduction（with dry vacuum pump data）

**図2**　2007年　300 mm半導体工場電力割合
**Fig. 2**　Electric power consumption at 300 mm semiconductor plant in 2007




出展：資源エネルギー庁，経済産業省機械統計
Agency of Natural Resources and Energy Ministry of Economy, Trade and Industry machine statistics
＊94～97年の半導体素子電力量は電子・電機機械合計からの推定
The amount of electric power of the semiconductor device for '94-'97 is estimated from electron and for electric machine statistics

**図3**　1994～2007年半導体生産量と電力量
**Fig. 3**　Semiconductor production for 1994 - 2007 and electric energy

が50～60％の割合となっている。ドライ真空ポンプは，プロセス装置そのものではないが，CVD，スパッタといった成膜装置，ドライエッチといったエッチング装置などの真空プロセスに用いられており，半導体工場全体の12～13％の電力を使用している。

**図3**は，1994年から2007年にわたり半導体素子の生産量とそのときに用いた電力量をグラフに示したものである。1994年から2000年にかけ日本国内において半導体素子生産量は右肩上がりに上昇しているにもかかわらずチップあたりの電力量は逆に下がっている。これは激しいコスト争いのなか，高集積化が進み同じウェーハ径からとれる素子量が増加したこと，及びデバイスメーカが設備メーカと開発を行いながらエネルギー消費量を削減していった結果である。

2001年は，ITバブル崩壊に伴い稼働率が冷え込み，設備があるにもかかわらず生産できなかった時代である。その後2007年にかけて稼働率の上昇及びウェーハの200 mmから300 mmへの大口径化を行いながら工場設備・施設やプロセス装置に対し省電力化を図り，チップあたりの電力量は2000年の水準にほぼ戻りつつある。1994年からみると2007年は素子1個あたりに換算すると約60％のチップあたりの電力量で生産されていることが分かる。ただし，削減量が緩やかになってきているため，今後は今までの方法では限界との見方ができる。一方，1994年に稼動していた工場が当時の古い設備を使用したまま稼働しているため，まだまだ削減できる余地は残っていると考えた。旧工場，即ちウェーハサイズ200 mm以前の工場を第一のターゲットとし，製造装置に付帯されている旧型ドライ真空ポンプに対する省エネルギー対策を行うことで電力削減を提案していくことにした。

具体的提案は，エネルギー効率の悪い旧機種から，省ユーティリティ性に優れている新型ドライ真空ポンプへ置き換えることにより，ドライ真空ポンプが占める工場全体の13％に対し最大で5％の消費エネルギーの削減が期待でき，結果的に温室効果ガス排出量の削減に貢献することができる内容である。

### 2-3　当社ドライ真空ポンプの消費エネルギー

当社のドライ真空ポンプは1986年にERD/UERR型※シリーズの出荷を開始し，次いで標準化を図ったA型※シリーズを発売している。1995年にはインバータを搭載した省電力型ドライ真空ポンプAA型※シリーズの出荷を開始した。200 mm以前の工場に多く納入されているのが，このERD/UERR型シリーズ，A型シリーズ，AA型シリーズである。

※ ERD/UERR型，A型，AA型は当社の機種記号である。

その後，省ユーティリティ化を進めたESR型※シリーズ等を発売し，2008年に省エネルギー，省スペースを実現した最新機種EV-S型※シリーズを発売した。A型※シリーズからAA型※シリーズへの省エネルギー化においてはインバータが搭載され，飛躍的な消費エネルギー量削減を果たしたが，その後もロータに掛かる負荷の分散ほか，様々な技術的な改善を重ね，更なる省エネルギー化を実現してきた。詳細は「ドライ真空ポンプ　EV-S型シリーズ」を参照。

**2-4　置き換えシミュレーション**

ドライ真空ポンプ置き換え提案の営業活動を実施するにあたり，口頭で説明するだけではユーザに対し十分な意図を伝えることはできない。また，あらかじめ，省エネルギーのシミュレーションデータを作成しても，提案先の顧客において使用されていない機種の例を提示した場合，顧客が検討する材料として有効なデータにはならない。そこで，提案時にその場で容易に試算ができる**図4**のシミュレーションツールの作成を行った。主に盛り込んだ機能は以下のとおりである。

※ ESR型，EV-S型，AA型，A型は当社の機種記号である。

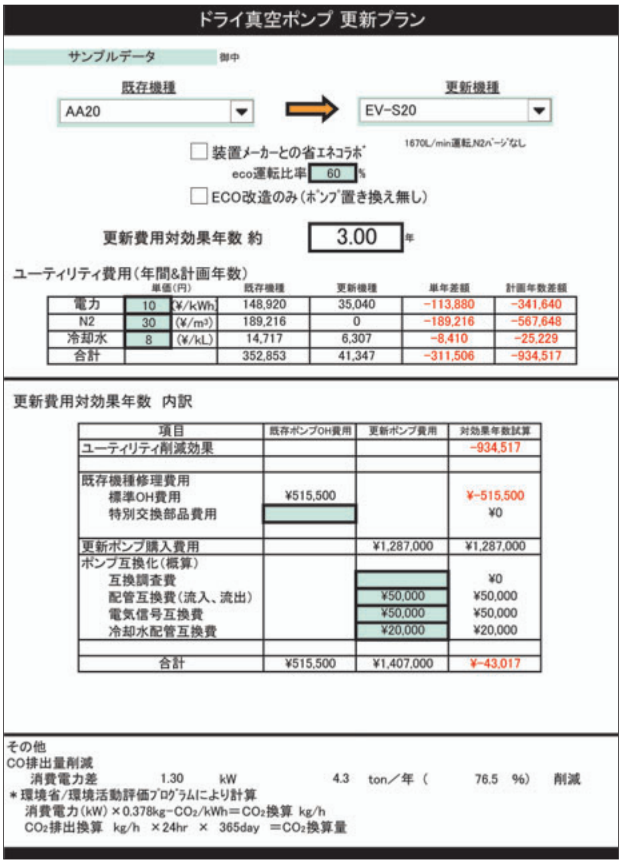



**図4**　置き換えシュミレーションツール

**Fig. 4**　Replacement simulation tool

（1）あらかじめランニングコストの試算に必要なユーティリティの単価，既存機種から置き換える機種の早見表のデータを揃えた。

（2）装置メーカとのコラボレーションの際チェックボックスを選択するだけで対応できる機能を備えた。

（3）電力以外のエネルギーである$N_2$及び冷却水消費量削減効果の試算も同時に可能とした。

（4）電力，$N_2$，冷却水などのユーティリティ費用削減効果を加味した，投資判断に必要不可欠な更新費用対回収年数を計算可能とした。

（5）$CO_2$排出削減量も同じ画面上で試算した。

このツールを使用することにより，エネルギーの見える化と投資回収の見える化を実現した。

**2-5　装置メーカとのコラボレーション**

ドライ真空ポンプは，半導体製造工程のプロセス装置に付帯設備として使用されている。半導体製造装置メーカにおいても，各社省エネルギー対策は進められている。そこで，装置メーカとのコラボレーションを検討した。ドライ真空ポンプ単独で省エネルギー対策を進める場合，置き換えに執着してしまうが，置き換えには設備投資のイニシャルコストが掛かる。装置メーカとコラボレーションを実現した場合，置き換えだけではなく，既存設備による省エネルギー運転モードの提案が可能となる。例えば，エッチング装置のトランスファチャンバ，カセットチャンバ等製造プロセスに影響が低いと思われるチャンバを担当しているドライ真空ポンプに対し，待機時に間欠運転若しくは低速度運転をすることにより，消費エネルギーの削減を実現することができる。ただし，この実現には，装置側からドライ真空ポンプの運転をコントロールする機能が新たに必要となり，コラボレーションが必須である。今回，東京エレクトロン㈱と協議を重ね，コラボレーションの実現に至ることができた。東京エレクトロン㈱のエッチング装置には，ドライ真空ポンプとともにチラー装置が付帯設備として接続されており，装置改造，チラー設備省エネルギー化，ドライ真空ポンプ省エネルギー化を合わせたトータルな省エネルギー提案を作成した。一例として，200 mmウェーハエッチング装置において具体的なエネルギー削減の試算を行った。**図5**では，既存設備としてカセットチャンバにA10S×1台，トランスファチャンバにA30W×1台，プロセスチャンバにA10S×2台の条件で試算している。製造プロセスに影響を及ぼさない条件下で，省エネルギー運転である間欠運転を施した場合，チラー装置の消費エネルギー削減効果と合わせて，21 kWhから13.7 kWhへ

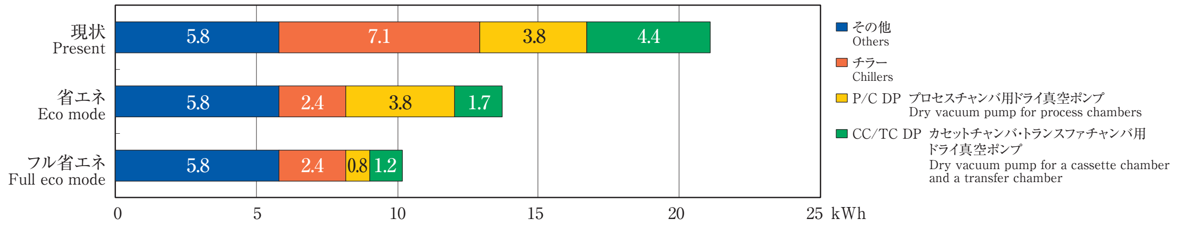



**図5**　東京エレクトロン㈱とのコラボレーションにおける，200 mmエッチング装置（Unity）消費エネルギー削減量試算
**Fig. 5**　Consumption energy trial calculation in collaboration with 200 mm etching equipment of Tokyo Electron Ltd.

と35％の消費エネルギー量削減が実現する。加えて，ドライ真空ポンプを最新機種へ置き換えることにより，21 kWhから10.2 kWhへと51％の消費エネルギー量の削減が可能となる。

今回東京エレクトロン㈱とコラボレーションの合意に至り，ドライ真空ポンプの占める消費エネルギーだけではなく，プロセス装置が半導体製造工場全体に占める消費エネルギーの割合である40～50％の消費エネルギーに対してアプローチが可能となった。省エネルギー対策として更に強い提案となり，この活動は今後新規ウェーハサイズ300 mm工場に対しても，更なる省エネルギー活動に繋がる可能性が大きい。

## 3. おわりに

省電力ドライ真空ポンプ置き換え提案活動推進のため，**図6**のちらしを作成した。この“ちらし”を広く配布し営業提案に活用している。ドライ真空ポンプ置き換えには多大なイニシャルコストが掛かるため，一度に工場内の全数を置き換えて頂くことは容易ではない。まず，第一段階は，今回の活動を通し，旧型のドライ真空ポンプを省電力型のものに置き換えることによるランニングコスト及び環境負荷の低減効果を顧客に理解いただくことが重要と考える。

当社の技術を活用した省エネルギー対策である「省電力ドライ真空ポンプへの置き換え」に取り組むことで，温暖化効果ガス削減に貢献するものと考える。また，省電力ドライ真空ポンプを置き換え提案の形で新規需要を開拓することにより，半導体設備投資の波の影響を受けにくい事業基盤となることを期待する。

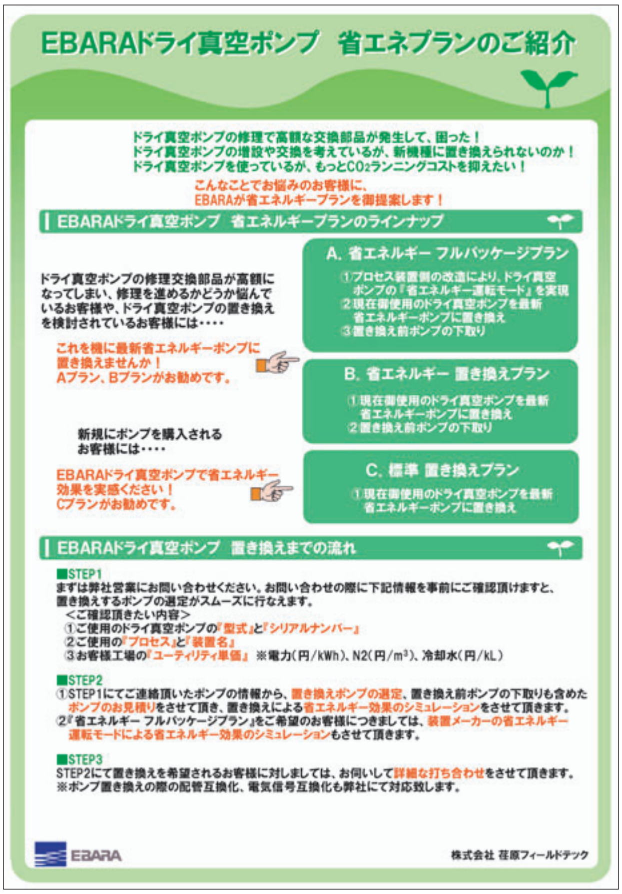



**図6**　置き換え提案“ちらし”
**Fig. 6**　Replacement propasal

今回の省エネルギー対策を進める上で，装置メーカとのコラボレーションは非常に有効的な方法であり，当社とのコラボレーションに快くご同意頂いた，東京エレクトロン㈱に心より謝意を表する。