



このコーナーでは、JVIA 会員企業のトップの方に、PRポイントとして「わが社のいちおし」をお聞きし、その企業らしさの秘密に迫ります。今回はサファイア隔膜真空計を開発したアズビル株式会社です。

アズビル株式会社

■アズビル株式会社 執行役員アドバンスオートメーションカンパニー
マーケティング・開発・制御機器事業担当

高村 哲夫

【経歴】

1984 (昭和59) 年入社。一貫して営業・マーケティングに携わる。現在は執行役員としてマーケティングと開発、品質保証を担当。慶応義塾大学経済学部卒。54歳。趣味はゴルフ、読書。



■アズビル株式会社 アドバンスオートメーションカンパニー
マーケティング部センサー1グループ マネージャー

内山 修

【経歴】

1992 (平成4) 年入社。マーケティングと営業を担当。2002～2003年に米国勤務で、米国内のマーケティングを担当。日本に戻って国際営業につき、現在はマーケティングのマネージャー。法政大学工学部機械工学科卒。48歳。趣味はゴルフと読書、トレッキング。



アズビルは創業から100年以上にわたり、計測と制御の技術、機器を駆使したオートメーションというソリューションをユーザに提供してきた。半導体製造現場向けにもコンサルティングからシステム化、運用、保守に至る一貫したソリューションの提供はもとより、マスフローコントローラ(気体流量計)や真空チャンバの内部をセンシングするデジタルファイバなどの機器を販売している。

そうした数多くの機器の中で、同社の“いちおし”は新型の隔膜真空計だ。耐食性が高く、高温動作特性の良いサファイアをセンサ部に採用し、優れた安定性、再現性を実現、デジタル信号処理により周囲の温度変化にも安定した出力を確保、ゼロ点調整が簡単、スタートアップ時間を大幅低減など、自信を持って送り出した製品であり、今後の販売拡大に大きな期待を寄せている。



山武記念館



藤沢テクノセンター外観

アズビル株式会社

所在地

本社

〒100-6419 東京都千代田区丸の内2-7-3

TEL : 03-6810-1000

藤沢テクノセンター

〒251-8522 神奈川県藤沢市川名1-12-2

TEL : 0466-20-2111

■代表者：代表取締役社長 そね ひろずみ 曾禰 寛純

■従業員：5210人

■売上高：2544億6900万円

■設立：1949 (昭和24) 年8月22日

■資本金：105億2271万円

■事業概要：計測・制御機器、システムの製作、それらを用いたオートメーション

◆人を中心としたオートメーション◆

アズビルは2002年に米国ハネウェル社との資本提携を解消し、社名を山武ハネウェルから山武に変更した。2006年の創業100周年にグループシンボルとして“azbil”（アズビル）を導入、2012年には社名を山武からアズビルに変更した。さらに機械を制御するという発想から、人の充足感をつくるという発想へと進化し、「人を中心としたオートメーション」の探求を通じて社会の持続的な発展に貢献するという理念を掲げた。

執行役員の高村哲夫氏によれば「オートメーションというとロボットなど無機質なイメージがあるが、人の喜びや充足感を理解し、一人ひとりのしあわせをつくり出すことを目的とした技術です」と語る。

そして、この理念を実現するためのキーワードが、安心、快適、達成感、地球環境への貢献の4つ。事業を通じてこの4つの社会的価値を創出していくことが同社の経営方針となっている。

同社はこうした方針のもと、事業を大きく3つの領域に分け、カンパニー制を敷いている。最大の事業がビルディングオートメーション(BA)である。ビルの最適空調による環境負荷の低減やセキュリティなどの事業だ。「ビルやホテルの壁に小さな四角の箱がついているのを見たことがある人は多いと思う。あれは部屋の温度、湿度を測るセンサです。一般の方にはあの箱が一番目につくと思います」(高村執行役員)という。BA事業は売上高約1100億円で、全社売上高の約44%を占める。

2番目がアドバンスオートメーション事業(AA)。AAは大きく分けて鉄鋼や化学、石油精製など、湾岸系プラントのプロセスオートメーションと、自動車や半導体、食品、薬品といった内陸系産業のファクトリーオートメーションという2つの事業領域がある。両領域で、商品からサービス、エンジニアリングといった事業を展開している。AAの売上高は900億円強で全社の36%を占める。

3つ目がライフオートメーション(LA)。ライフラインを中心に最終顧客と直接接する事業だ。この事業は2008年にガスや水道メータの金門製作所(現アズビル金門)を子会社化したことで、大きな事業になった。ガスや水道を制御するバルブなどをネットワークで監視するシステム構築やエンジニアリング、サービスまでこなしている。

もう一つは2013年にスペインのテルスター(現アズビルテルスター)に資本参加し、医療関係の機器やクリーンルームから凍結乾燥器のような装置まで展開している。こうしたLAは売上高約500億円弱で全社の約20%を占めている。

◆IoTを先取りしたセンサ、制御システム◆

事業の3本柱の中で今回の“いちおし”であるサファイア隔膜真空計はアドバンスオートメーションカンパニーの製品である。同カンパニーは「先ほど申し上げたアドバンスオートメーションのうち、国内の石油精製、化学、鉄鋼といったところは大きな新規投資が見込めず、海外が主になります。国内外ともに伸びる可能性を持っているファクトリーオートメーション事業をさらに強化していこうと、商品開発を重点的にやっています」(同)という。

具体的なフィールドとしては半導体や電子部品だ。スマートフォン関係で使われている電子部品はほとんどが日本製で、電子部品メーカーの投資はまだまだ旺盛である。日本では半導体メーカーは、東芝、ルネサス、ソニーなど少数になってしまったが、韓国サムスン、台湾TSMC、米国インテルをはじめとして、世界的にはまだまだ半導体の設備投資は続くとみている。

また日本のトヨタ自動車やホンダ、日産自動車などの自動車メーカーもグローバルで力を持っている。さらに食品や薬品メーカーも国内で堅調だ。高村執行役員は「アドバンスオートメーションカンパニーは、具体的にはこうした市場に向けた新製品を重点的に開発していくという方針で進めている。今回の真空計がその一つです」と語る。

アドバンスオートメーションカンパニーは製造ラインの生産管理や統合制御するコンピュータシステムから、いろいろな情報を伝達したり、制御したりするためのコントローラ群、それと末端に位置するさまざまなセンサとアクチュエータ、こういったものをトータルで提供している。さらに、それぞれの商品を結び付けるエンジニアリング、それと設置後のメンテナンスサービスまで対応できる体制をとっているようだ。

IoT(モノのインターネット)だ、インダストリー4.0だと世の中が騒がしいが、「概念自体は新しいものではなくて、ネットワークでいろいろな付加価値をつけていくことです。弊社では以前から商品として入っているものもあります。その契機は、デバイスの進化、つまり半導体や電子部品が低価格になったことで、それらを取り込んでいくということです」(同)という認識だ。

今年の機械工業デザイン賞審査委員会特別賞を受賞した「流体制御用スマート・バルブ・ポジションナ700シリーズ」も、従来との違いはネットワークの機能を持って、診断情報を上位に伝達する、上位から設定情報を書き込んだりする、いわゆるインダストリー4.0の概念そのものでできている。

「これからご説明する真空計も半導体製造装置ではグローバル

スタンダードになっているEtherCAT（イーサキャット）というプロトコルを搭載して、外部から設定を書き込むことやセンサの内部情報、診断情報など、いろいろな複合機能がIoTによって実現できる機能を開発中です」（同）とIoTはすでに取り込んでいる。

「私たちの強みはこういったいろいろなセンサを保有していることです。ただし、いままでのように単機能のセンシング情報ではなくて、いろいろな情報を付加して上位にあげないといけません。上位のコンピュータがビッグデータを処理する能力を持っていても、データが来なければなにもできませんので…」（同）という。

同社は光や磁界を使ったセンサに加え、地震センサなども手がけている。東京都内のガス配管の4000ヶ所にセンサをつけ、一定震度以上の地震を検知すると、ガス配管をシャットダウンしてガス漏れ防ぐシステムだ。これもネットワークにつながっており、いろいろなデータを上位にあげて地震波形などの診断ができるようになっている。

「石油化学プラントなどの地震発生時の防災対策として、インテリジェント地震センサが多くのプラントで採用されています。地震の際に安全にプラントを停止させるために、設置されているインテリジェント地震センサ3台に対して、2台以上が異常を検知すると、シャットダウンのシーケンスに入ります。」（内山修マネージャー）という。



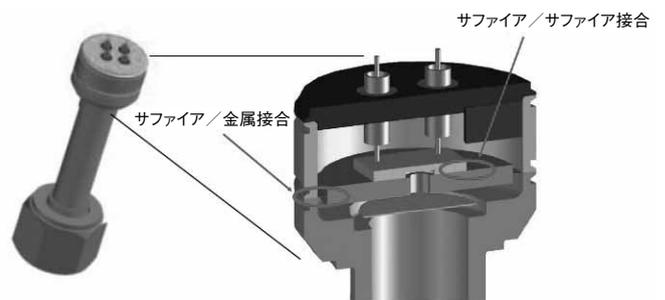
サファイア隔膜真空計

◆“いちおし”はサファイア隔膜真空計◆

「このようにいろいろなセンサ、IoTを先取りしたセンサを20年ほど前からやっています。その中で、真空というキーワードで圧力を検出するセンサのアプリケーションがかなり広がっています」（高村執行役員）。同社はこの真空計を当初は半導体製造装置の真空チャンバ向けに開発した。「競合メーカーの真空計とは違う大きなメリットを持っていることから、半導体だけではなく鉄鋼や鋳造、あるいは食品・薬品の凍結乾燥装置など、いろいろな分野に広がっています」（同）と“いちおし”にあげる。

この真空計は「サファイア隔膜真空計」といい、最大の特長はセンサ部にサファイアを使っていることだ。宝石のサファイアはもともと酸化アルミニウムという鉱物で、純粋なものは自然界には存在していない。無色透明の純粋なサファイアを人工的に作り、それをセンサ部に用いたものである。ちなみに宝石のサファイアは酸化アルミニウムに不純物が混じって青色に、サファイアに鉄分が混じって赤色になったのがルビーだそう。

隔膜真空計は圧力の変化に応じて、変位する膜（ダイヤフラム）をセンサに使って圧力を測る。ダイヤフラムは真空状態で平らになっている。真空チャンバ内の圧力の変動によりダイヤフラムがたわむ。たわみ量をセンシングし、圧力に換算して真空度を測定する仕組みである。たわみ量をセンシングする方法はいろいろあるが、同社の真空計は静電容量式といって、電氣的に検出し、真空度を電気信号として得る仕組みである。



- ・外周部堆積しても計測部に影響が出ないパッケージングを実現。感圧部はチップダイヤフラム部のみ
- ・中間介在物のない接合を実現。

結合断面図

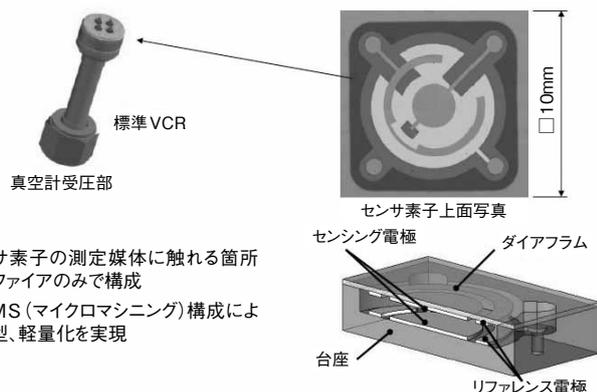
一般的な隔膜真空計はセンサ部のダイヤフラムに金属を使うことがほとんどだが、「弊社はこの部分にサファイアを使ったのが最大の特長です」(内山マネージャー)である。「ダイヤフラムとして使っているサファイアの大きさは10mm角、厚さは測定するレンジによって変えています。藤沢テクノセンターの中にマイクロデバイス製造ラインがあり、そこでエッチングなどで精密に厚さを制御しています」(同)という。

◆接合剤など使わずサファイア同士を接合◆

「静電容量式の隔膜真空計という技術自体は歴史が古いですが、センサ部にサファイアを使ったのは初めてです。なぜサファイアなのかというと、サファイアは材質的にもものすごく安定した素材です。耐熱性が極めて高く、半導体製造用のガスでも腐食しません。フッ素などのフッ素化合物は腐食性が強く、ほとんどの金属は持ちませんが、サファイアは問題ありません。またサファイアは単結晶の酸化アルミであるため変形や摩耗に強く、機械的再現性も極めて高い優れた素材です。それなのに今まで使われていなかった理由は非常に加工が難しいからです」(高村執行役員)という。

「加工の中でも、サファイアとサファイアを接合させる技術がものすごく難しいものでした。真空なので当然、隙間があいてはいけません。それを弊社はサファイア同士をなにも介在させずに接合させる技術を開発して実現しました」(内山マネージャー)そうだ。

サファイア同士の接合というのは、センサ部のサファイアを、それを支える台座のサファイアと接合することである。つまり測定素子であるセンサに触れる部分はすべてサファイアで構成している。「接着



センサ素子概略断面図

センサ素子の測定媒体に触れる箇所はサファイアのみで構成
MEMS (マイクロマシンング) 構成により小型、軽量化を実現

剤などを使うと、熱や機械的なストレスによって特性が変化したり、半導体製造プロセスに悪影響を及ぼしたりする可能性もあるので一切使っていません」(同)という。

接着剤を使わないでどのようにして接合するのだろうか。「そこが私たちの技術です。もともと同じ素材ですから条件さえ整えばできないことはないはずだと考えて挑戦しました。熱や圧力を使うのは言うまでもありません。」(同)と説明する。電子顕微鏡を使い、原子レベルで観察しても、接合面がどこか分からないくらいにできるそうだ。

「今年6月の真空学会で発表した時に『完璧ですね、真空計として弱点がないですね』というお褒めの言葉をいただきました。ただし、サファイアは金属と比べると、高価な素材になるので、それをこれからコストダウンしていかなければいけないと考えています」(同)とのことだ。

◆センサ部へのデポジションを緩和◆

同社がセンサ部にサファイアを採用したもう一つの理由は、半導体製造プロセス特有の堆積物問題の解決を狙ったからである。エッチングや化学気相成長(CVD)などの製造プロセスでは半導体ウエハ以外の装置の壁面などに堆積物がついてしまう。当然、隔膜真空計のセンサ表面にも堆積物が避けられない。

センサ部に堆積物が付着すると、計測精度に影響が出てくる。いちいち堆積物を除去することは難しいので、普通は0点の調整しながら使い続け、調整限界に達したところで寿命となり、真空計自体を交換することになるようだ。サファイアのセンサでデポジションされにくいということは計測精度への影響が少なく、真空計の寿命が長い



取材風景

ということにほかならない。

「使い方にもよりますが、これまでの隔膜真空計は短いと1年で交換というのがありますが、普通は3年くらいが寿命と言われてます。弊社のサファイア隔膜真空計は量産に入ってから、まだそこまでいっていませんが、5年くらいは大丈夫だと思います。お客さまにはお買い得です」(同)という。

「弊社はこれまで真空計はやっていなかったのですが、いきなりお客さまに持っていても、直ぐにというわけにいきません。1~2年テストしてみてよかったら使うというお客さまが多いです。それでサンプルテストという期間が続く、それが数年前から量産で使っていたできるようになり出しました」(高村執行役員)とのことだ。

一般に真空計は最初、真空装置メーカーが装置にセットしてユーザーに販売するが、次からは真空計のメーカーにメンテナンスや買い替えの注文が来るケースが多い。「量産から2年ほどたって、お客さまの方が、われわれの知りえないところで、評判を聞きつけてサファイア隔膜真空計の問い合わせがくるようになりました。1年前はまったくなかったのですけれどもね」(内山マネージャー)という。

真空計のセンサへの堆積物の問題は最近、半導体ウエハの上で極めて薄く、かつ回り込みやすく堆積させる原子層成膜(ALD=アトムック・レイヤ・デポジション)が増えていることにより困難さを増している。この場合、サファイアでも成膜原理から堆積物を完全に

ゼロにすることはできない。

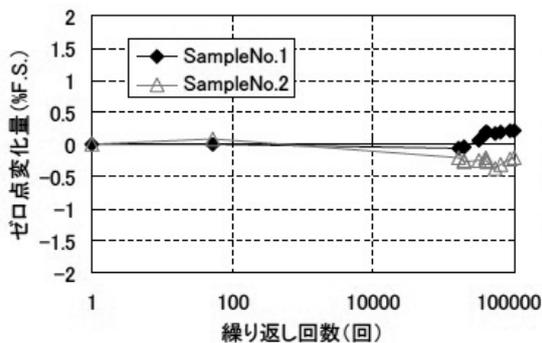
同社は①ダイヤフラムの形状を工夫して誤差を最小限にとどめる②意図的に堆積させる場所を設けて、堆積物をそこに誘導する③堆積自体をできるだけ抑えるために微細なフィルタともいえるトラップ構造(バップル)を開発—といった技術で、ALDにも対処した「ALD向けサファイア隔膜真空計」に進化させている。

◆CPU搭載で簡単にゼロ点調整◆

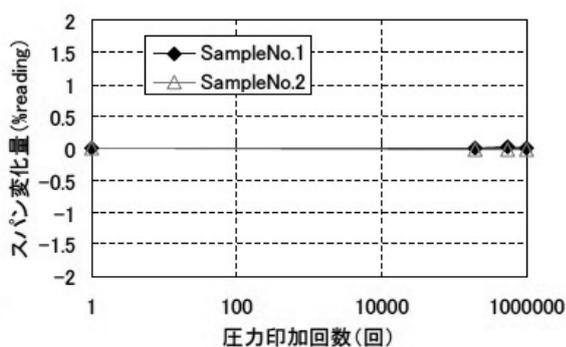
サファイア隔膜真空計のサファイアセンサ以外の大きな特長として、中央演算処理装置(CPU)を搭載して、使い勝手の良いユーザーインターフェースを実現していることがあげられる。パネルにボタンと発光ダイオード(LED)の表示ランプがあり、これらの操作だけで簡単なゼロ点調整や自己診断の実施、イベントの確認などができる。

ゼロ点調整というのはユーザが設定する基準の圧力(真空度)のことで、このゼロ点を基準に圧力を測定する。ところが「先ほどセンサの堆積物の話をしたように、プロセスを継続するにつれ基準のゼロ点がずれることがあります。これを元に戻すのがゼロ点調整です」(同)。現実にはセンサをいちいちクリーニングして元の状態に戻すことはできないので、読み取る方の電気信号を調整することにより元の状態に戻してこともあるそうだ。

◆優れた計測再現性を実現



大気圧サイクル試験結果(ゼロ点)



大気圧サイクル試験結果(スパン点)

計測再現性データ

従来の隔膜真空計はアナログ式で、ボリュームで調整するため、ドライバで実際の出力を見ながら調整しないとイケなかった。それに対して、サファイア隔膜真空計はパネルの「ZERO AUTO」というスイッチを押すだけで、自動的にゼロ点調整ができ、ユーザの手間が省ける。

「またゼロ点調整を繰り返すと、調整幅がどんどん積算で増えていきますから、この幅をどのくらい調整できるかも問題です。弊社の場合は20%までは調整可能としていますが、他社は5%くらいだと思います。ゼロ点調整が簡単にできることに加え、調整幅も広いのです」(高村執行役員)と強調する。

次に自己診断の実施というのもアナログの真空計ではできない機能だ。異常が発生すれば、パネルのステータスLEDが赤やオレンジに点灯したり点滅したりして異状の内容を知らせると同時にEtherCATのネットワーク経由で異状の詳しい情報を上位に送ることができる機能だ(開発中)。

ステータスというのは真空計内部の状態を知らせる機能である。例えば、半導体製造装置用の隔膜真空計は内部にヒータが仕込んであり、センサに堆積しにくいように加熱する。その間は安定した計測ができないので、『現在、ヒートアップ中』といったステータスを表示するという便利な機能もある。

また加熱する時間は従来の隔膜真空計は、一定温度に加熱して安定するまで1~2時間かかるが、サファイア隔膜真空計は30分ほどで可能なので、装置のダウンタイムが低減できる。「これもセンサが小型であることと、CPUを内蔵して温度制御しているからです」(同)だそうだ。早く安定させることにより、装置のダウンタイムを低減することが可能になる。

イベントの確認というのは、リリーススイッチを3個内蔵し、圧力連動、異常連動、ウォームアップ完了の機能が選択可能だ。例えば「ある圧力に到達したら、知らせてほしいと設定すれば、信号を送って知らせる機能です」(同)である。

◆取材を終えて◆

サファイア隔膜真空計が注目されている理由をまとめると、まず圧力をセンシングする部分に初めてサファイアを採用したこと、次にCPUを搭載し、同社の得意技である制御技術を駆使して、使い勝手の良いユーザインターフェースを実現したことである。それ以外にも一つ、「国産の真空計であることがお客さまに評価していただい

ています」(内山マネージャー)という。

いまどき、「国産」が評価の対象になるのだろうかと思ったが、現在、隔膜真空計は海外メカの寡占状態にあることに原因があるようだ。「日本のお客さまからみると、サービスとか、校正とって引き取って調整したりする作業に時間がかかるといった問題がありました」(同)そうだ。

藤沢テクノセンターは計量法トレーサビリティ制度(JCSS)という日本で認められている計量法の登録事業所である。真空標準の登録はされていないが、同センター内にはこれまで培ってきた技術を元に真空領域の標準機と同じ原理の装置を備えている。「お客さまから要望があればすぐに引きとって校正することが可能です。こうした対応は非常に評価いただいています」(同)という。

またアズビルでは多くの工業用圧力センサをラインアップしているが、今回紹介したサファイア隔膜真空計は、アズビルにとって新しい領域でのセンサでありアドバンスオートメーションカンパニーでは大変な力の入れようだ。ゼロ点のずれを確認するために、真空と大気開放の繰り返しを10万回も100万回も繰り返しやっているそうだ。「調整をしないで、100万回やって一番ずれた時でも0.2%程度です。展示会などで、こうしたデータをパネルにして掲げておくと、誰でもびっくりします。『本当か』と言われた時もあります」。(同)という。

“いちおし”にふさわしい製品自体の独自性とこうしたデータ取りなどの地道な努力により、商品として開花する時がいよいよ到来したように感じた。