

創立100周年記念論文

技術の系譜

Overviewing the History of Technology Development

荻原 義也*
Y. Ogihara

概要

1910年に富澤信が創業した日新工業社は1917年に株式会社化され、以後、日新電機株式会社として景気の波に翻弄されながらも着実にその地歩を固めていった。本稿では、第二次大戦前からの住友電気工業株式会社との技術提携をきっかけに電力用コンデンサの事業移管を受けて以降の、特筆すべき技術展開を中心に4事業領域をまとめることとする。

Synopsis

Nissin Kogyosha, which Tomizawa Nobu had established in 1910, was converted to a joint-stock company as Nissin Electric Co., Ltd. in 1917. Being influenced by the peak and bottom of business cycles, NISSIN Electric has been paving the way for one of the major manufacturers of electric power equipment. We will summarize remarkable development history of our technologies, following the epoch of the power capacitor business transfer from Sumitomo Electric Industries (SEI), Ltd., just after the World War II.

1. はじめに

当社グループは、大学発のベンチャー魂を引き継ぎ、海外の優れた技術も積極的に取り込みながら「モノ作り」に取り組んできた。その創業以来の技術の系譜概要を図1に集約した。

図1の事業展開を大きく4事業領域にまとめて以下に概説する。

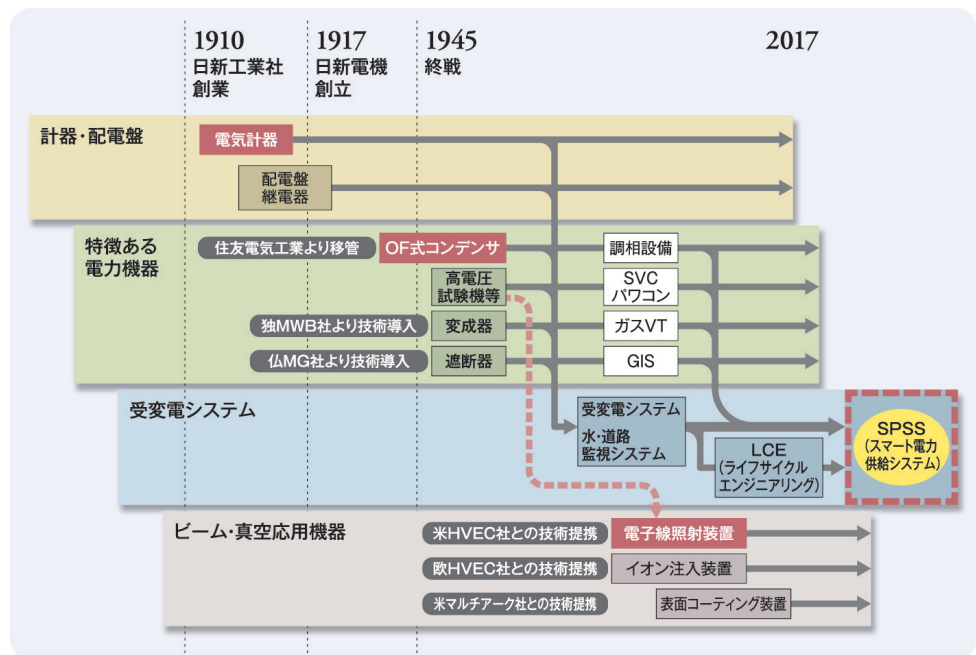


図1 技術の系譜

*フェロー

2. 技術の系譜

2. 1 電気計器・配電盤事業から電力機器事業へ

第一の事業領域は、日新工業社の創業、すなわち富澤が興した電気計器・配電盤事業であり、航空機用計器や船舶用配電盤に展開されるとともに、その後の受変電システム事業の礎となるものであった。

第二の事業領域は、第二次大戦終結直後の住友電気工業からのOF式^(注)コンデンサ事業移管に始まる。戦後復興期の電力需要の急激な立ち上がりに対して、動力源となる電動機の無効電力消費の増加、さらには力率料金制度導入により短期間で電力用（力率改善用）コンデンサの投資回収可能な状況の出現が信頼性の高いOF式コンデンサの完成と相まって当社のコンデンサ事業を躍進させた。その後、東京電力株式会社と共同で、大地据え置き式大容量縮小型コンデンサが開発され、コンパクト、耐環境・安全性に優れていることから我が国の変電所の標準的な設備となっている。コンデンサとは逆の働きを持つ分路リアクトルも電力系統向け主力製品となり調相設備メーカーとしての確固とした地位を築いている。

ユニークな電力機器として特筆すべきは、このコンデンサ技術を母体として開発されたコンデンサ型計器用変圧器（CVT）であり、これは国内独占の地位を占めている。また、西独（当時）のメスバンドラバウ社（MWB社）との技術提携により、ガス絶縁形計器用変圧器（ガスVT）の技術を確立させ、以後、海外からも高い評価を得ている。

さらに、空気遮断器の技術を仏マラン・ジェラン社（MG社）から導入したのをきっかけに、パuffers形ガス遮断器（GCB）の開発、ガス絶縁開閉装置（GIS）の開発に展開していった。その後のAE形消弧室採用によるコンパクト化実現により、特高クラスにおけるガス絶縁開閉装置の国内シェアトップの地位を現在も維持している。

50Hz/60Hz系統間を直流を介して接続する（連系する）、あるいは系統間を直流送電で連系する広域連系においては、我が国のすべての変換所（交流⇔直流）に当社の高調波フィルタが設置され、サイリスタ変換器から発生する高調波電流の系統への流出を防止している。フィルタ回路は過渡振動現象を引き起こす（過電圧・過電流）ため、設計段階から回路現象を詳細検討する必要がある、このために系統解析技術も当社の強みの一つに成長した。

(注) Oil Filled 方式の略。当社のOF式は、絶縁油劣化防止策として油量調整容器（FT）に金属セルを採用した、完全油密封方式である。

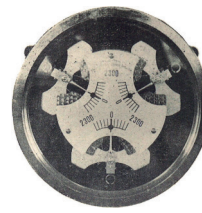


図2 三相漏電計

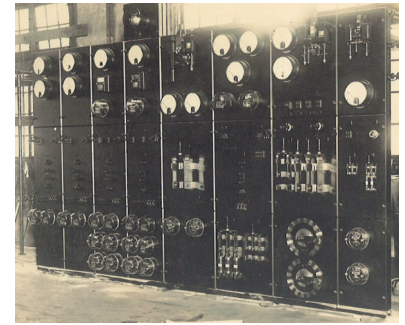


図3 配電盤



CU147

図4 FTを使用したOF式コンデンサ第1号製品



図5 縮小型電力用オールフィルムコンデンサ設備

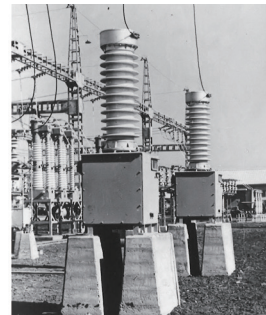


図6 PD（コンデンサ型計器用変圧器 現在の一般名称はCVT）



図7 超高压ガスVT（ガス計器用変圧器）



図8 超縮小型GIS（XAE型）

2. 2 電力機器事業にパワエレ事業が加わる

当社のパワーエレクトロニクス（パワエレ）技術は、電動機の変速駆動分野ではなく、無効電力を高速調整することにより系統の電圧変動を抑制する分野、つまり電力品質の改善からスタートした点が大きな

特徴である。1973年に世界に先駆けて実用化された SVC (Static Var Compensator = 静止型無効電力補償装置) は変圧器・リアクトル技術とコンデンサ技術、さらにサイリスタの高速制御技術の融合により生まれたシステム製品である。

太陽光発電技術への取り組みは、1980年代の関西電力株式会社との共同研究により、他励式 (サイリスタ使用) インバータと自励式 (パワートランジスタ使用) インバータの開発を行ったことから始まり、これが当社におけるパワエレ機器による有効電力制御のスタートともなった。自励式インバータ (パワーコンディショナ) と二次電池とを組み合わせることで、太陽光発電や風力発電の発電変動を平滑化させる安定化装置、さらには、瞬低・停電対策装置へと発展した。これらの高速電力制御技術は、負荷平準化・負荷ピークカットなど複合機能を有する電力貯蔵技術として後述の SPSS のコア技術となった。

2. 3 受変電システムからソリューション事業に進化

第三の事業領域は受変電システム事業である。第一、第二の事業分野を融合し、現在では電力・民需を中心とする受変電システムや、監視制御システム (「メイト」シリーズ) を活用した水処理・高速道路施設の中で電力安定供給に大きな役割を果たしている。これらの事業では、機器の据え付け・調整から日々の保守点検サービス、さらに更新提案まで含んだライフサイクルエンジニアリング事業も展開している。

そして現在、われわれは、SPSS (Smart Power Supply Systems) と呼ぶスマート電力供給システムを開発し、電力自由化、太陽光発電システム大量導入をはじめとする電力エネルギー分野の大変革に対応すべく事業展開を進めている。上述のように当社グループでは、コンデンサ、コンパクトな GIS、変成器、SVC といった特徴あるコンポーネントとともに、電力品質改善・システム化技術 (ソフトウェア) を培っ

てきた。SPSSはこれらの技術を組み合わせることにより、お客様の所有する再生可能エネルギーや自家発電機といった多様な分散電源を使つての省エネ・電力コスト低減や、瞬時電圧低下・停電時の電力の安定供給を提供するソリューションサービスでもある。



図10 スマートパワコン



図11 水処理監視制御システム

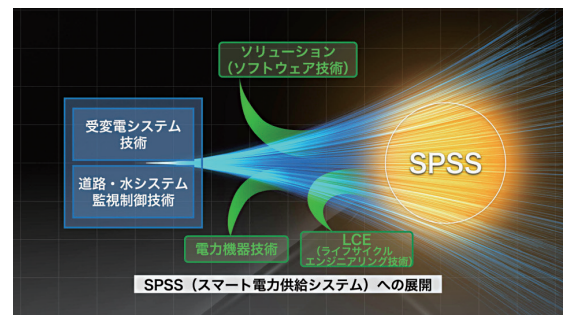


図12 SPSS (スマート電力供給システム) への展開

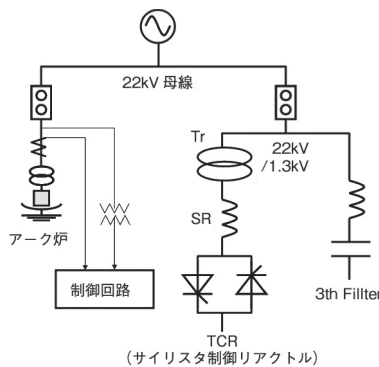


図9 SVC (静止型無効電力補償装置) 回路図



図13 SPSS (スマート電力供給システム)



図14 電子線照射装置



図15 FPD製造用イオン注入装置



図16 表面コーティング装置

2. 4 ビーム・真空応用事業の展開

第四の事業領域は、1950年代後半に開発着手し1970年に米国より電子線加速器の技術導入・提携を行って以来築き上げてきたビーム・真空応用事業である。コンデンサとダイオード回路を応用したコッククロフト型高電圧発生装置を用いた電子線照射装置は、電力ケーブルやタイヤ等の製造ライン（耐熱性強化などの用途）に広く採用され、株式会社NHVコーポレーション（NHVC）の主力製品として、世界屈指の地位を確保してきた。

イオン注入装置は当社の得意な高電圧技術を活用し、各種イオンを半導体ウェーハに注入する、半導体集積回路実現には不可欠の装置である。ハイボルテージ・エンジニアリング・ヨーロッパ社（HVEE社）との技術提携で築いたイオン注入技術をベースに、中電流あるいは大電流のイオン注入装置が開発された。更に、液晶用薄膜トランジスタ製造工程で使われるイオンドーピング装置（大面積のガラス基板にイオンを均一・高密度に注入）の開発に成功し、最近の液晶TV、スマートフォンといった高精細度液晶画面製造に不可欠の装置となっている。

いずれの装置も現在の日新イオン機器株式会社（NIC）の主力製品であり、特に後者は世界的にトップの地位を築いている。

米国のマルチアーク社との技術提携により、密着性の良い、生産性の高いマルチアーク方式の物理的気相成長装置（PVD）を実用化した。現在は日本アイ・ティ・エフ株式会社（ITF）において、その装置の販売とともに、工具、自動車部品などの耐摩耗性・耐食性を向上させるコーティングサービスを事業展開している。

3. むすび

当社は、電気計器・配電盤事業から創業し、海外企業との積極的な技術提携により、調相機器、開閉機器、変圧器、変成器、保護継電器、パワエレ分野への展開を果たしてきた。

それらを統合する受変電システム事業は、据え付けから更新までのライフサイクルエンジニアリング分野と一体化しながら、お客様に電力安定供給のソリューションであるSPSSの提案を推進中である。

一方、高電圧技術をベースに花開いたビーム・真空応用事業も、お客様のニーズや最先端技術を取り込みながら、開発型の事業展開を推し進めている。

電力系統は電気回路の集まりであり、極めてアナログな世界である。高度情報化社会をささえるデジタル機器（マイクロプロセッサ、集積回路）も、それを支える半導体の生産ラインでは高精度でイオン注入制御するアナログ主体の世界である。したがって、今後ともビッグデータ、人工知能（AI）といった先端技術を取り込みながら、一方でアナログ世界における強みの構築・高度化へのためまぬ努力が必要であることが、「当社の技術の系譜」を執筆していて強く感じたことである。

最後に本原稿の作成に当たっては、社史編集室から多くの資料提供を得たことに深く感謝したい。

執筆者紹介



荻原 義也 Yoshiya Ogihara
フェロー

Overviewing the History of Technology Development

Y. Ogihara *

Synopsis

Nissin Kogyosha, which Tomizawa Nobu had established in 1910, was converted to a joint-stock-company as Nissin Electric Co., Ltd. in 1917. Being influenced by the peak and bottom of business cycles, NISSIN Electric has been paving the way for one of the major manufacturers of electric power equipment. We will summarize remarkable development history of our technologies, following the epoch of the power capacitor business transfer from Sumitomo Electric Industries (SEI), Ltd., just after the World War II.

1. Introduction

Since the foundation, Nissin Electric group has kept the venture spirit originating from the Kyoto University, and worked hard to achieve one of the leading manufacturers of the electric power equipment. Fig. 1 shows our

historical lineage of the technology development and the summary to be described in the following chapters by classifying 4 major business domains.

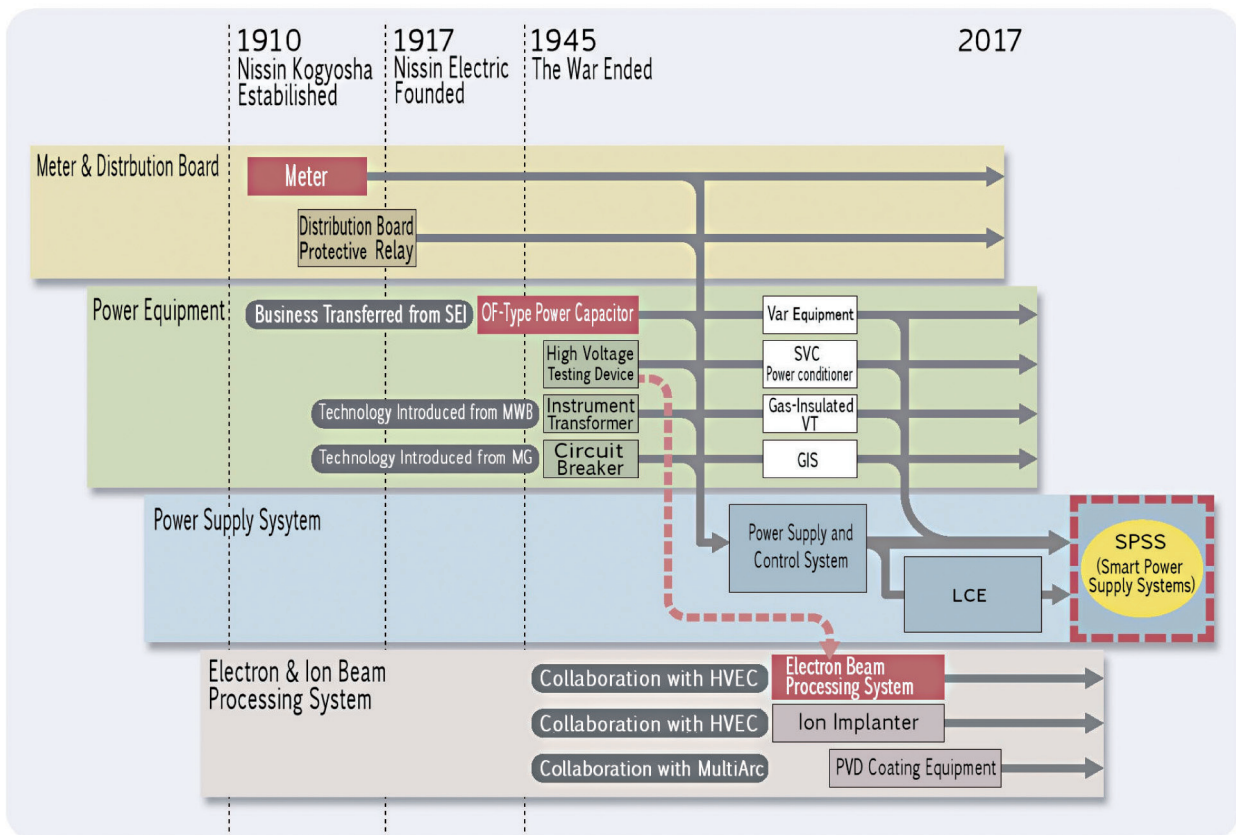


Fig. 1 Historical Lineage of Technology Development

* Fellow

2. History of Technology Development

2. 1 Business Expansion from Electrical Meter and Distribution Boards to Electrical Power Equipment

The first business domain is the production of electrical meter and distribution boards, which the founder Nobu Tomizawa started in 1910. Nissin's activity was extended to airplane instrument and vessel distribution boards, leading to the business basis of the present power supply system.

The second business domain was established at the end of the Second World War, when the oil-filled (OF)-type power capacitor business was transferred from Sumitomo Electric Industries, Ltd. Responding to the rapid increase of the power demand after the business transfer, the fabrication of reliable capacitors and the introduction of power-factor based electricity rates have magnified our market share.

The collaboration with Tokyo Electric Power Co. successfully completed the world's largest capacity of the dead-tank contained power capacitor, which has become most popular in Japanese major substations thanks to its compactness and human safety. Nissin has become the No.1 supplier of the reactive power compensation equipment in Japanese market.

Our capacitor voltage transformer (CVT) for voltage measurement on high-voltage AC circuit is one of the capacitor-applied unique products with No.1 installation share in Japan.

Since a sulfurhexafluoride (SF₆) gas insulated voltage transformer (Gas VT) was jointly developed with Messwandler-Bau Co., (MWB) Germany, its superior reliability has been highly evaluated both of home and abroad.

Air-blast type circuit breaker (ABB) technology was introduced from Merlin Gerin (MG), France and the collaboration with them has realized SF₆-gas circuit breaker (GCB) and gas insulated switchgear (GIS). The development of auto-expansion (AE)-type interrupter, has contributed to the compactness and the top market share of 66-77kV rating GIS for recent 11 years.

We have also supplied all the harmonic filters to the frequency-converting stations (between 50Hz and 60Hz system) and the converter stations of high voltage direct current (HVDC) transmission system in Japan to mitigate the harmonic interferences.

The harmonic filter circuit composed of capacitors in series with reactors inevitably produces transient

oscillation, causing overcurrent and overvoltage of the equipment. To investigate the transients and design the countermeasures, the power system analysis has been developed as one of our core technologies.

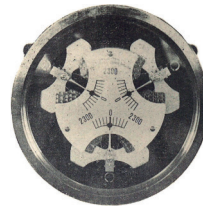


Fig. 2 3-Phase Earth Leakage Meter

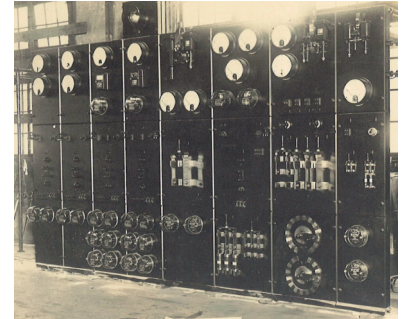


Fig. 3 Distribution Boards



CU147

Fig. 4 Oil-Filled(OF)-Type Power Capacitor



Fig. 5 All-film Power Capacitor Contained in Dead-tank

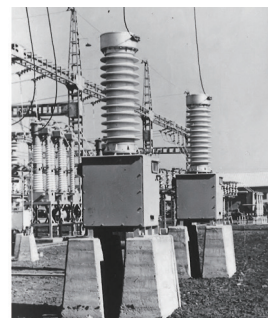


Fig. 6 Capacitor Voltage Transformer



Fig. 7 Gas Insulated Voltage Transformer



Fig. 8 AE-type Compact GIS

2. 2 Startup of Power Electronics Equipment Business

Our power electronics technology has come from the improvement of power quality such as voltage stability.. In 1973, we have developed and supplied the first static var compensator (SVC) in the world to suppress flicker problems. The SVC was composed of thyristor-controlled reactors, fast-response controller for thyristor switches, and harmonic filter branches in parallel.

We have tackled the realization of the photovoltaic generation (PV) system in 1980s in collaboration with Kansai Electric Power Co. to validate the self-commutated inverter for the grid connection. The inverter(power conditioner) in combination with rechargeable battery has been field-tested to show smoothing the fluctuation of power injection into the grid from PV or wind turbine generator (WT). These experiences of fast power flow control have given us a means to levelling power consumption and to supply stable power in an emergency.

2. 3 From Power Equipment Manufacturer to Solution Service Provider

The third domain is the business of the electrical power supply system which integrates the first and the second domain in combination with the monitoring and control system (MATE series) that has been developed for the customers of the water treatment and the highway facilities.

The life cycle engineering (LCE) business is also involved there and expanded from installation and maintenance to renewal proposal of the equipment.

It is the smart power supply systems (SPSS) that we are going to promote, corresponding to the liberalization of electrical power industry and the large-scale penetration of renewable resources, where our

unique components and the know-how of power quality are integrated.

SPSS is a solution service for customers having various dispersed resources to enable the reduction of energy consumption and the countermeasure against utility's power outages.



Fig. 10 Smart Power Conditioner



200312©

Fig. 11 Monitoring Control Board for Water Treatment System

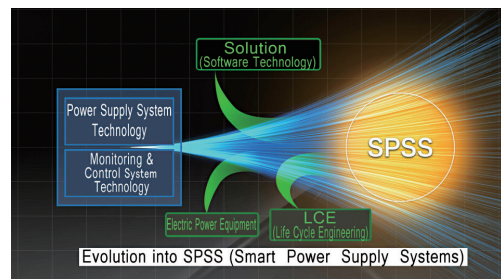


Fig. 12 Evolution into SPSS(Smart Power Supply Systems)

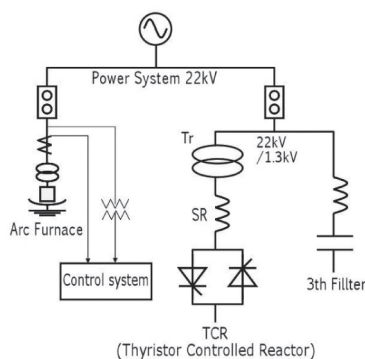


Fig. 9 Static Var Compensator

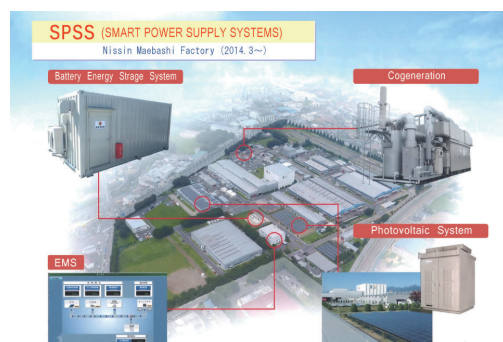


Fig. 13 SPSS(Smart Power Supply Systems)



Fig. 14 Electron Beam Processing System



Fig. 15 Ion Implanter for FPD Manufacturing



Fig. 16 PVD Coating Equipment

2. 4 Business of Electron and Ion Beam Processing Equipment

The fourth business domain is composed of electron and ion beam control technology and processing equipment which we started to develop late 1950s. The completion of the electron beam processing system (EPS) in cooperation with the American company in 1970s, has made NHV Corporation (NHVC) the worldwide leading manufacturer of the EPS for the production line of power cable, automotive tire, and medical products.

Ion implantation has become widespread where several kinds of ion are injected into the semiconductor wafer with our propriety high voltage technology. Since the ion beam injection technology was established in cooperation with High Voltage Engineering Europe Co. (HVEE), the medium- and high-current ion implanter have been developed . An ion doping system, enabling the uniform and high density ion injection into wide area of glass substrate, has been successfully completed and delivered to the dominant manufacturer of liquid crystal display (LCD) of television and smartphone. Both kind of the ion implanters are now the main products of Nissin Ion Equipment Co.,Ltd. (NIC), especially the latter is proud of the top position worldwide.

Through business collaboration with the American company, developed was the multi-arc physical vapor deposition (PVD) system, which have high-productivity and high adhesion of the thin film coating on the tool and the automobile parts. Currently, Nippon ITF, Inc. (ITF) is responsible for the business of thin film coating apparatus and coating service.

3. Summary

Nissin has been founded as a manufacturer of electrical meter and distribution boards, extended to the manufacturer of high voltage power equipment and now taking a new step into the solution provider of SPSS to integrate the business of power equipment, monitoring and control system, and LCE.

The electron and ion beam processing business originating from the high-voltage technology, has been R & D -oriented and capturing the advanced technologies and customer needs.

Electrical power system is the aggregation of individual electrical circuit and presents typical analog world.

The charged particle beam processing system, supporting the high-tech production line, also controls the beam flow in analog manner.

For the future expansion of our business, the importance of the analog technology evolution should be strongly emphasized as well as the the introduction of the advanced technologies like big data and artificial intelligence (AI).

To conclude this paper, the author would like to appreciate the editing staffs of Nissin history for their valuable advices and the reference materials.

Contributor



Yoshiya Ogihara

Fellow