

トレンド

生産基盤技術の高度化に向けた取り組み

Activities to Enhance Sophistication of Fundamental Manufacturing Technologies

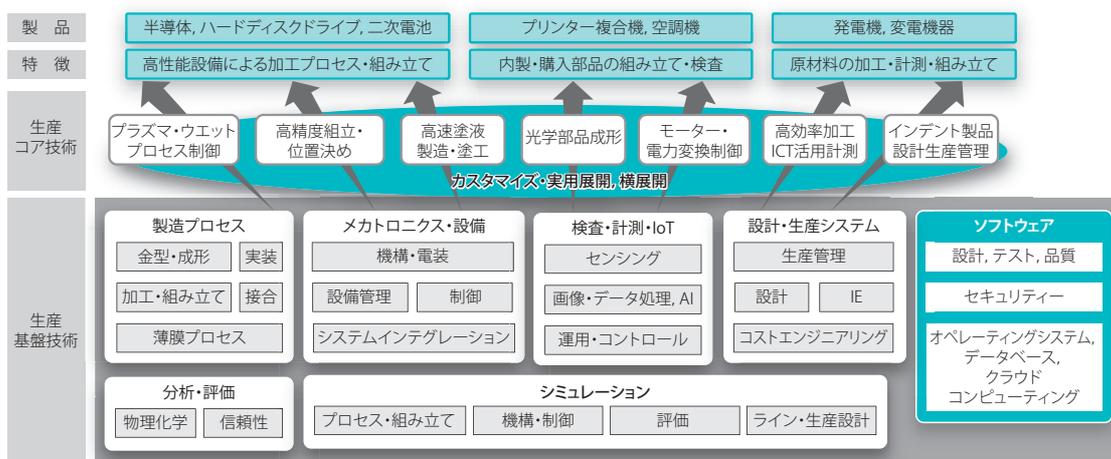
秋山 靖裕 AKIYAMA Yasuhiro 中川 泰忠 NAKAGAWA Yasutada

製品とその開発・製造における品質向上や、コスト低減、納期遵守の観点から、東芝グループは、グループを横断した生産基盤技術の高度化を推進している。

製造プロセスでは、生産性向上のために新しい加工・接合・塗布技術の開発に、メカトロニクス・設備では、搬送効率化などを目的とした新規メカトロニクス機器に、及び検査・計測では、非破壊検査や外観検査といった検査技術の開発に取り組んでいる。生産システムでは、生産管理・制御システムにICT（情報通信技術）を活用するとともに、工場内の製造プロセスから製品据付などのフィールド領域までスルーした生産性改善活動を、分析・評価では、適用範囲の拡大を行っている。そして、シミュレーション技術を活用して設計の高度化・効率化に取り組むとともに、設計以外の評価や搬送などの工程にも適用している。

The Toshiba Group is currently working on the sophistication of fundamental manufacturing technologies from the standpoints of improving quality, reducing costs, and meeting delivery schedules for both products and development and manufacturing processes in a variety of different fields.

Among the new technologies that we have been developing are technologies for machining, connecting, and coating processes to improve the efficiency of manufacturing processes; technologies for mechatronics equipment to improve conveyance efficiency in facilities; and technologies for nondestructive tests and appearance checks to improve the accuracy of inspection and measurement processes. We are also promoting the application of information and communication technologies (ICTs) to manufacturing management and control systems, as well as productivity improvement activities encompassing each of the processes from manufacturing through to installation at the site, and expansion of the fields of application of analysis and evaluation technologies. Furthermore, we are applying simulation technologies from the design process to a broad range of other processes including evaluation and conveyance while advancing the sophistication and efficiency of design.



IoT: Internet of Things IE: Industrial Engineering

特集の概要図. 生産基盤技術と生産コア技術

Sophistication of fundamental and core manufacturing engineering technologies

1. はじめに

特集の概要図は、生産基盤技術と生産コア技術の関係を示したものである。生産基盤技術をカスタマイズし、実用展開、横展開を行うことで体系化・共通化した生産コア技術を、製品の特徴に応じて適用している。製品とその開発、製造には、品質向上に加え、コスト低減と納期遵守が求められているので、この観点から、生産基盤技術の高度化が必要である。

2. 生産基盤技術の高度化の取り組み

生産基盤技術の高度化として、製造プロセスでは生産性向上に向けた新しい加工、接合、塗布技術の開発に、メカトロニクス・設備では搬送効率化などを目的とした新規メカトロニクス機器に、及び検査・計測では非破壊検査や外観検査といった検査技術の開発に取り組んでいる。更に、生産システムではICTを活用した生産管理・制御システムを高度化するとともに、工場内から製品据付などのフィールド領域までをスルーした生産性改善活動に取り組んでいる。また、分析・評価では活動領域の拡大を進めている。そして、設計の高度化・効率化はもちろん、それら以外の評価や搬送などの工程に対しても、シミュレーションを活用している。これらの概要を以下に述べる。

2.1 製造プロセス

微細化、高機能化が進む電子デバイスの製造プロセスに対し、コスト削減と品質向上を目的として、新しい加工技術や、接合技術、塗布技術を開発している。

この一つの例が、ケミカルダイシング技術である⁽¹⁾。半導体ウエハーをチップに分割するには、通常、ブレードが用いられる。半導体チップは小型化しているので、分割領域の面積が増加すると、ウエハーの使用効率低下や、加工時間増加による生産性の低下を招き、製造コストに多大な影響を与える。これに対し、ケミカルダイシング技術は、異方性ウエットエッチング技術を適用して分割領域幅を極小化するとともに、一括加工を実現した。この手法を用いて、チップ状に切断したウエハーを図1に示す。

もう一つの例が、マイクロ摩擦攪拌(かくはん)接合である(図2)。摩擦攪拌接合は、接合ツールで発生させた摩擦熱で部材を軟化、熔融させながら攪拌して一体化する技術であり、これまでは大型製品に使われていた。これをスケールダウンすることで、溶接や、超音波接合、圧接などでの対応が難しい、薄板の狭領域接合を実現した。

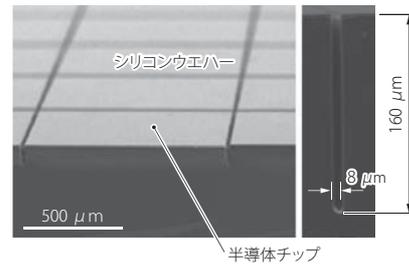


図1. ケミカルダイシングを用いてチップ状に切断したウエハー
貴金属触媒によるエッチングで、シリコンウエハー全面を一括加工する。
Wafer dicing by metal-assisted chemical etching



図2. マイクロ摩擦攪拌接合の様子
接合ツールの回転による摩擦熱で薄板を溶融して接合する。
Joining of thin aluminum plates by micro friction stir welding

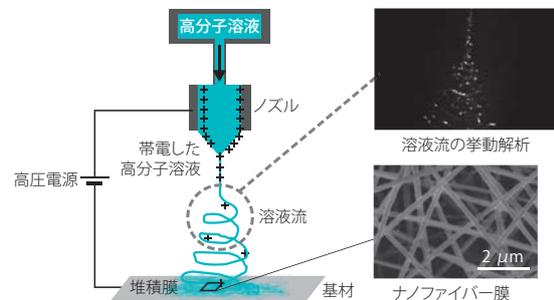


図3. エレクトロスピンニング法による多機能ナノファイバー膜の形成
溶液に電界を加え、溶液流をナノファイバー化して、不織布を形成する。
Multifunctional nanofiber membrane formed by electrospinning

また、塗布技術の一つとして、多機能ナノファイバー膜の高速形成を研究している⁽²⁾。エレクトロスピンニング法は、高分子溶液に高電圧を印加し、電界によって高分子を引き出し紡糸する技術である(図3)。この紡糸過程において、紡糸条件や溶液物性が膜形成過程に与える影響を明らかにすることで、ナノファイバー膜の高速形成を実現した。この方法により、材料そのものが持つ耐熱性や、耐圧縮性、絶縁性、生体適合性などの特性を生かしたまま、ナノファイバー化による薄膜化、高空孔率化、高比表面積化構造などの効

果を得ることができる(この特集のp.6-10参照)。

2.2 メカトロニクス・設備

製造現場における搬送効率化に向け、メカトロニクス技術やシミュレーション技術を駆使して多様な機器を開発している。

製造ラインの搬送負荷を軽減するために、導入しやすい小型AGV(無人搬送車)を開発した(図4)。市販テープと認識タグを貼り付け、エクセルファイルなどを用いて容易に動作を指定できる。また、多品種少量生産への対応では、様々な形状の対象物を把持できるフレキシブル把持ツール(マルチ吸着ハンド)を開発した(図5)。粉粒体を入れた柔軟膜内部を減圧して粉粒体の対象物の形状に倣うことで、対象物を把持できる(同p.11-15参照)。

2.3 検査・計測

製造現場における検査・計測の効率化のため、非破壊検査技術や外観検査技術の開発に取り組んでいる。

半導体チップなどの内部欠陥を非接触かつ非破壊で検出できるレーザー超音波探傷技術を図6に示す。レーザー光で対象物の表面をたたくことで超音波振動を発生させ、対象物を通過した超音波振動をレーザー光で検知する。

また、製品の外観検査などに適用する画像処理技術では、画像処理の高精度化を目的に、近年は機械学習などの活用も進めている。また、図7に示すような、必要最小限のハー



図4. 小型無人搬送車

簡易な始動手続きで動作を設定できる。

Compact automatic guided vehicle

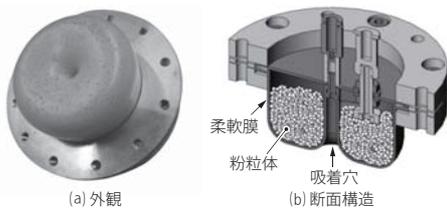


図5. フレキシブル把持ツール

ツール内部の粉粒体を対象物の形状に倣うことで、様々な形状の対象物を把持できる。

Flexible picking tool

ドウェアを組み合わせた検査ツールを実現し、外観検査のほか、3D(3次元)形状検査や異常音検査へ展開している(同p.16-19参照)。

2.4 生産システム

生産や品質を制御するため、図8に示すように、製造実績の分析と可視化を行い、生産性向上に向けた業務変革ポイントの抽出を行う仕組みを開発している。

また、生産工学や、人間工学、部品製造技術などを応用して、部品加工から製品組立・据え付け・保守まで、モノづくり全般のQ(品質)、C(コスト)、D(納期)を向上させ

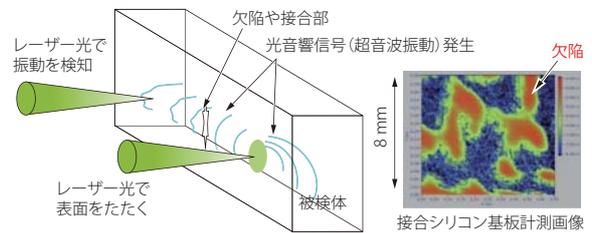


図6. レーザー超音波探傷技術

レーザー光によって発生した超音波振動を活用することで、内部欠陥を非接触かつ非破壊で検知できる。

Laser ultrasonic testing technology

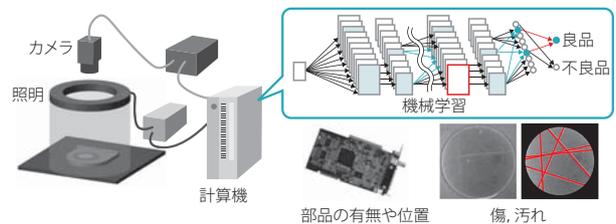


図7. 検査・画像処理技術

部品の有無や、位置、傷、汚れなどを簡易な構成で検出できる。

Inspection and image processing technology

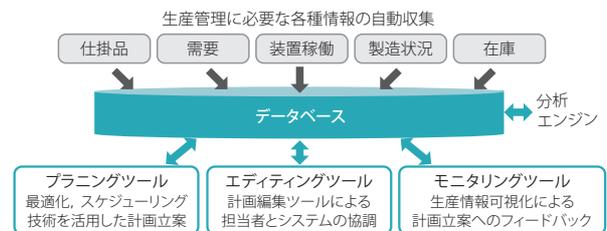


図8. ICTを活用した生産管理・制御システム

生産管理に必要な情報を収集して分析し、可視化することで生産計画に反映する。

Manufacturing management and control system utilizing ICTs

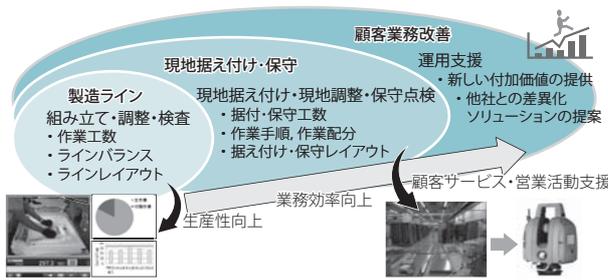


図9. IE適用分野の拡大

製造ラインで培ったIEを、現地での据え付けや保守、更には顧客業務の改善にまで適用する。

Expansion of fields of application of industrial engineering (IE)

ていくためのツール・手法を開発し、グローバル拠点に普及・展開している。更に、“IE”とは、Industrial Engineeringの略称で生産工学や経営工学とも呼ばれており、価値と無駄を顕在化させ、生産に必要な資源を最小化することでその価値を最大限に引き出そうとする見方・考え方のことである。東芝グループは、図9に示すように、このIEを起点として、工場内から製品据付などのフィールド領域までをスルーした生産性改善活動に取り組んでいる(同p.20-24参照)。

2.5 分析・評価

開発や生産・製造現場での分析・信頼性評価技術の高度化と活用領域の拡大に取り組んでいる。例えば、電子部品の封止プロセスの妥当性を検討し、構造部品に用いる繊維強化樹脂の疲労強度を予測する(同p.25-29参照)。

2.6 設計・シミュレーション

設計の高度化・効率化を行うために、製品企画や設計方針を判断する基準となるコストエンジニアリングや、設計そのものを効率化する設計手法、ノウハウや知識を集約する検索技術などに取り組んでいる。

具体的な設計には、機械、制御、電気などのシミュレーションを活用している。例えば、コンプレッサの振動を使って、つながっている配管に発生する応力を解析し、過度の応力を抑制する配管形状設計に反映している。また、一定の剛性を確保しながら軽量化するように、形状を自動的に最適化する構造設計も行っている。更に、最適化した形状は、CADデータとしてそのまま3Dプリンターで使用できる。

これらの設計に加え、各種製造プロセスの適正化にもシミュレーションを活用している。そして、近年では設計や製造に加えて、運搬や据え付けにもシミュレーションを適用している。重量物運搬作業の機構シミュレーションを図10に示す。これにより、運搬・据え付け時に重量物が適正な姿

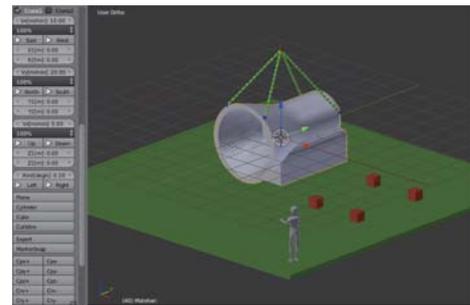


図10. 重量物運搬作業の機構シミュレーション

運搬時の重量物の姿勢を予測し、運搬方法を適正化する。

Example of simulation of lifting mechanism for handling heavy materials

勢を維持できるように、運搬方法を決定できる(同p.30-34参照)。

3. 今後の展開

製造プロセス、メカトロニクス・設備、検査・計測、生産システム、分析・評価、設計・シミュレーションといった生産基盤技術について、高度化の取り組みを述べるとともに、高度化した生産基盤技術をどのように製品に適用していくかについて述べた。

これまで、生産基盤技術は、主に製品開発・製造を対象に開発・適用してきたが、これらの技術は、“品質向上”や、“コスト低減”、“スピード向上(納期・リードタイム短縮)”などを行うための共通技術である。今後も、製品開発・製造にとどまらず、調達から物流、据え付け、保守まで幅広く適用・活用していく。

文献

- (1) 浅野祐策, ほか. 貴金属触媒エッチングによりシリコンウェハ全面の一括加工を可能にするケミカルダイシング技術. 東芝レビュー. 2016, 71, 2, p.31-34.
- (2) 植松育生. エレクトロスピンニング法によるナノファイバー膜の高速形成技術. 東芝レビュー. 2017, 72, 4, p.74-75. <https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2017/04/72_04pdf/r01.pdf>, (参照 2017-09-25).



秋山 靖裕 AKIYAMA Yasuhiro, D.Eng.
技術・生産統括部
技術企画室
博士(工学) レーザー学会会員
Technology Planning Office



中川 泰忠 NAKAGAWA Yasutada, D.Eng.
研究開発本部
生産技術センター
博士(工学) 日本機械学会会員 技術士(機械部門)
Corporate Manufacturing Engineering Center