



メキシコ国立技術研究所の国家プロジェクトとしての半導体

メキシコ国立技術研究所の国家プロジェクトとしての半導体

イラム・アントニオ・ロペス・サラ
ス メキシコ国立工科大学、メキシコ
iraam.ls@aguascalientes.tecnm.mx

ルイス・アルベルト・エスカレラ・ベラス
コ メキシコ国立工科大学、メキシコ
luis.ev@aguascalientes.tecnm.mx

まとめ：

エレクトロニクス業界は技術革新の原動力です。マイクロプロセッサ、センサー、電子機器の設計の進歩により、スマートフォン、コンピューター、スマート家電、高度な医療機器など、人々のコミュニケーションやつながり方に革命をもたらし、日常生活を一変させる新しい技術や製品が生まれています。インターネット、モバイル ネットワーク、モノのインターネット (IoT)、5Gなどの次世代通信技術は、高度な電子部品とシステムに依存しています。したがって、エレクトロニクス産業は世界経済において最大かつ最も急速に成長している産業の1つです。

産業、商業、家庭のいずれのレベルでも、電子回路を使用する多くの自動化プロセスにより、材料とエネルギー資源をより合理的かつ効率的に使用できるようになります。このため、自動車、航空宇宙、ヘルスケア、製造、発電などの主要産業にとって電子機器は極めて重要になります。たとえば、現代の自動車はエンジン制御に電子部品を多用しており、燃費の向上や安全システムの改善を実現しています。これが、エレクトロニクス業界が持続可能性とエネルギー効率において重要な役割を果たしている理由です。太陽光パネル、先進的なバッテリー、エネルギー効率の高いデバイスなどのグリーンテクノロジーの革新は、環境問題に対処し、持続可能な開発を促進するために不可欠です。

今日のエレクトロニクスおよび半導体産業の重要性を考慮し、メキシコ国立工科大学は、この産業の関連トピックを学術活動に取り入れ、メキシコのエンジニアリングを世界の半導体産業に大きく取り入れることを目指して、2023年に国家半導体プロジェクトを開始します。
抽象的な：

エレクトロニクス産業は技術革新の原動力であり、マイクロプロセッサ設計、センサー、電子機器の進歩が、スマートフォン、コンピューター、スマート家電、高度な医療機器などの新しい技術と製品の創出を推進し、人々のコミュニケーションとつながり方に革命をもたらし、日々の生活を変えています。インターネット、モバイルネットワーク、インターネット・オブ・フィング (IoT)、5Gなどの次世代通信技術は、高度な電子部品とシステムに依存しています。エレクトロニクス産業は、世界経済において最大かつ最も急速に成長している産業の1つです。

工業、商業、家庭レベルで電子回路を使用する多くの自動化プロセスにより、材料とエネルギー資源をより合理的かつ効率的に使用できます。これにより、自動車、航空宇宙、ヘルスケア、製造、発電などの主要産業にとってエレクトロニクスが重要になります。たとえば、現代の自動車はエンジン制御に電子部品に大きく依存しており、燃費の向上や安全システムの改善に役立っています。これが、エレクトロニクス業界が持続可能性とエネルギー効率において重要な役割を果たしている理由です。ソーラーパネル、高度なバッテリー、エネルギー効率の高いデバイスなどのグリーンテクノロジーのイノベーションは、環境問題に対処し、持続可能な開発を促進するために不可欠です。

メキシコ国立工科大学 (TecNM)は、今日の電子・半導体産業の重要性を考慮し、この産業の関連トピックを学術活動に取り入れ、メキシコのエンジニアリングを世界の半導体産業に大きく取り入れることを目指して、2023年に国家半導体プロジェクトを開始します。

導入

電子技術は国家の安全保障と防衛にとって極めて重要です。通信システム、レーダー、衛星、ドローン、その他の軍事装備は、高度な電子技術に依存しています。これはデジタル変革の礎であり、人工知能、ロボット工学、仮想現実と拡張現実、クラウドコンピューティングなどの新しいテクノロジーを可能にし、私たちの生活や仕事の仕方を変えています。経済的には、エレクトロニクス産業は

高度にグローバル化され、サプライチェーンが複数の国にまたがっているため、国家間の国際貿易と経済関係が促進されます。中国、米国、日本、韓国、ドイツなどの国々は、研究開発から製造、マーケティング、流通に至るまで、世界中で数兆ドルの収益を生み出し、数百万の雇用を創出する電子製品の生産と輸出のリーダーです。

現代のエレクトロニクス産業は半導体材料を基盤としており、半導体材料はトランジスタ、ダイオード、集積回路などの基本的なデバイスの製造に使用され、事実上すべての電子機器に不可欠なコンポーネントであるため、現代のエレクトロニクスのバックボーンとなっています。半導体材料の使用により電子部品の小型化が可能になり、より小型で高速かつ効率的なデバイスの開発につながりました。マイクロプロセッサと電子回路はシリコンなどの半導体材料で作られており、これらのデバイスはコンピュータやサーバーの動作に不可欠であり、コンピューティング業界にとって不可欠です。

現代の通信インフラも半導体に大きく依存しています。携帯電話、通信ネットワーク、データ伝送システムなどのデバイスは、動作するために半導体コンポーネントを使用し、電力管理と変換においても重要な役割を果たします。ソーラーパネル、LED、エネルギー効率コントローラーなどのデバイスは、半導体材料を使用して変換を改善し、エネルギーをより効率的に使用します。自動車業界や産業オートメーションシステムでは、センサー、アクチュエーター、制御システムの動作に半導体が不可欠です。電気自動車や電力管理システムでは、性能と効率を向上させるために半導体が使用されています。

MRI スキャナー、超音波装置、ウェアラブル健康モニタリング デバイスなどの高度な医療機器は、その動作に半導体に依存しています。これらの材料により、医療診断および治療の精度と機能が向上します。これらは、人工知能、拡張現実、仮想現実、量子コンピューティングなどの新興技術の開発に不可欠です。これらのテクノロジーは、大量のデータを処理し、複雑な操作を実行する半導体の能力に依存しています。半導体材料の研究により、ガリウムヒ素 (GaAs) や窒化ガリウム (GaN) などの超伝導体が開発されました。これらの超伝導体は優れた電気伝導特性を持ち、従来のストレージ方法に比べて処理速度が速いソリッド ステート ドライブ (SSD) などの新しいデータ ストレージ技術の開発など、新しい技術開発分野を推進しています (Kaeslin, 2008)。

つまり、エレクトロニクスおよび半導体産業は、世界的に最も重要な産業の一つであり、大きな経済的影響力を持っています。半導体企業は数十億ドルの収益を生み出し、研究、開発、製造、マーケティングの分野で数多くの雇用を創出しています。つまり、これらの産業は、技術の進歩、経済成長、生活の質の向上、そして地球の持続可能性にとって不可欠なのです。その影響は幅広い分野に及び、これらを現代世界における戦略的かつ基礎的な産業にしています。半導体科学技術の進歩は、世界的なイノベーションと経済発展を推進し続けています。

発達

電子産業のバリューチェーンは半導体材料に基づいており、半導体材料の製造に必要な元素の抽出、精製、処理のための鉱業と冶金学に起源を持ち、電子部品、主にトランジスタ、ダイオード、抵抗器、コンデンサの製造に使用されます。

そして、それらは電子回路を構築するための基本的な要素です (Wakerly, 2001)。エレクトロニクス産業のバリューチェーンにおいてこの段階に到達するには、さまざまな知識分野のエンジニア、プログラマー、物理学者、化学者、数学者などの作業が必要です。

大まかに言えば、エレクトロニクス産業のバリューチェーンは図 1 のようになります。

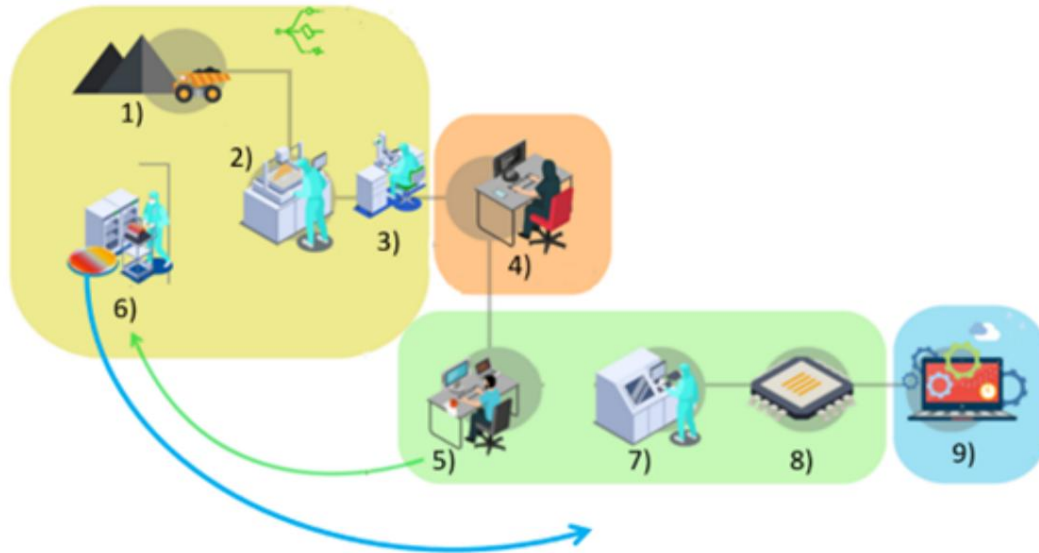


図1.

電子産業のバリューチェーン。 1) 材料抽出のための採掘 2) 半導体材料の設計と特性評価。 3) 電子機器の設計と特性評価。 4) 個別電子回路および集積電子回路の機能設計。 5)

集積回路の物理的な設計またはレイアウト。 6) 集積回路の製造。 7) 回路の検証。 8) パッケージング。 9) 電子製品の設計および製造。

エレクトロニクス業界の経済的、社会的背景において、2020年のCOVID-19パンデミックは世界中に深刻かつ多面的な影響を及ぼし、多くの経済で国内総生産（GDP）の大幅な低下を伴う世界的な不況を引き起こしました。観光、ホスピタリティ、航空などの分野が特に大きな影響を受けました。事業の閉鎖や経済活動の縮小により多くの人が職を失いました。その結果生じた経済危機により、多くの地域で貧困レベルが上昇し、不平等の格差が拡大しました。パンデミックは、健康、経済、社会の危機を管理する政府の能力を試し、政府の対応の有効性は国によって大きく異なりました。これにより科学と健康の分野での国際協力が促進されたが、地政学的、経済的緊張も悪化した。それは、世界的なサプライチェーンの弱さと、西側諸国が主に中国にあるアジアの工場に依存していることを浮き彫りにした。この危機的な状況は、一部の国にとって国家安全保障産業となっている半導体産業を中心に、技術分野に大きな影響を及ぼしました。

この世界的危機に対応して、米国議会は2022年8月にCHIPSおよびアメリカ科学法を制定し、国内の半導体生産を強化してこの分野の技術革新を促進することを目指しています (Swanson, 2023)。この法律は、半導体製造に520億ドル以上の優遇措置を割り当てており、これにはこれらのデバイスの製造に関連する資産への投資に対する25%の税額控除も含まれる。

CHIPS 法は、さまざまな目的のためにいくつかの基金を設立します。その一部は次のとおりです。

- 米国における半導体生産を促進する CHIPS for America Fund。
- マイクロエレクトロニクスの研究開発を支援する CHIPS for America Defense Fund。

- 半導体サプライチェーンと新興技術におけるセキュリティとイノベーションを促進する CHIPS for America 国際技術セキュリティおよびイノベーション基金。

これらの経済的インセンティブに加えて、この法律には、マイクロエレクトロニクス分野の労働力の育成、新たな製造施設の創設、技術セキュリティに関する国際協力の強化に関する規定も含まれています。CHIPS法の施行は、特に中国との貿易摩擦の状況において、米国の外国製造業者への依存を減らすための重要な措置とみなされている（Riquelme, 2022年）。補助金を受ける企業は、中国での新たなハイテク投資の禁止や、コスト超過を防ぐための臨時利益の分配義務などの制限を受ける。

この米国のチップ法の計画には、カナダとメキシコが含まれています。このような状況の中で、2023年1月、連邦政府の主導により、ソノラ計画の枠組みの中で、メキシコ国立工科大学に半導体分野で高度な能力を持つ人材を育成するよう依頼されました。これは、メキシコ国立工科大学の国家半導体プロジェクトの始まりとなります。

この国家プロジェクトの第一歩は、学术界と専門家コミュニティが電子産業のバリューチェーンを詳細に理解し、その中で、すでに述べたように、電子産業の発展とそれに依存する技術の基礎としての半導体材料の重要性を理解することを目的とした、半導体基礎ディプロマの開始でした。このディプロマコースは、学生、教師、卒業生、専門家を対象としており、オンライン形式で、120 時間のコースです。コースは、半導体材料、CMOS 技術によるデジタル回路設計、CMOS 技術によるアナログ回路設計、集積回路レイアウト、新興技術という 5 つのモジュールに分かれており、各モジュールでバリューチェーンのさまざまな段階に重点が置かれています。このディプロマは 2023年5月に実施され、半導体研究の技術科学分野に関心のある学生、教師、一般の人々のための知識の組み合わせを開発することを目的としており、世界レベルでの競争の発展のために、我が国のこの戦略的産業のバリューチェーンにおける特定の活動と応用研究の実現におけるプロファイルの開発に貢献します。

プロジェクトの第 2 段階では、電子工学、電気工学、コンピュータ システム工学、産業工学など、半導体に関連する教育プログラムと、最近創設された半導体工学の専門分野を創設しました。

これらの専門分野は、半導体材料からさまざまな技術開発分野におけるその応用まで、半導体産業のさまざまな分野をカバーしようとしています。4 つの専門分野が提案されており、それぞれ詳しく説明します。

専門分野 1. 電子デバイス用半導体材料の設計。

この専門分野は、電子機器用の半導体材料の設計に使用される技術に関する知識を持つエンジニアの卒業生の育成に貢献することを目指しています。5つのテーマが提案されています。この専門分野は、電子工学、メカトロニクス工学、材料工学、ナノテクノロジー工学、電子工学関連の学位など、さまざまな工学学位に組み込むことができます。

電子デバイス用の半導体材料設計プロセスに焦点を当てています。扱われるトピックには、固体物理学、実験設計、特性分析、材料特性評価が含まれます。電子機器用半導体材料設計の専門分野は以下のとおりです。

- 実験計画法。
- 半導体デバイスの設計に関する物理的原理。
- 半導体の物理化学的特性の分析。
- 光電子デバイス。

- 半導体コンポーネントを制御します。

専門分野 2. 電子機器および集積回路の製造。

この専門分野は、個別電子デバイスおよび集積回路の製造業界に関連する知識を持つエンジニアの卒業生プロフィールに貢献し、この分野の生産チェーンへの卒業生の参入を促進することを目指しています。それぞれ 5 単位の 6 つの科目が提案されており、合計 30 単位となります。この専門分野は、半導体工学、材料工学、産業工学、電子工学、化学工学、メカトロニクス工学、ビジネス管理工学など、さまざまな工学の学位に組み込むことができます。

この種の製品の製造プロセス、サプライチェーン、この種の産業のリスクと環境への影響の軽減に重点が置かれており、予想される製品の特性と製品の品質を確保するための現在の規制を詳細に把握し、意思決定のためのツールとスキルも提供しています。次のリストは、半導体および集積回路製造の専門分野の科目を示しています。

- 半導体入門。 • 半導体電子デバイスの特性評

価。 • 製造プロセスにおける品質。 • 環境の持続可能性。 • 半導体および集積回路の製造プロセス。 • 通信インターフェースエンジニアリング。

専門分野3. 集積回路設計。

この専門分野は、集積電子回路の設計に使用される技術に関する知識を持つエンジニアの卒業生の育成に貢献することを目指しています。それぞれ 5 単位の 6 つの科目が提案されており、合計 30 単位となります。この専門分野は、半導体工学、電子工学、メカトロニクス工学、情報技術、電子工学関連の学位など、さまざまな工学学位に組み込むことができます。デジタルとアナログの両方の集積回路設計プロセスに重点が置かれています。デジタル設計の分野では、最も基本的なものから複雑なマイクロプロセッサ、通信およびテスト インターフェイスまで、デジタル回路の分析と合成のトピックが取り上げられます。

アナログ回路側では、基本的なアナログ回路、アンプ、アナログ-デジタルおよびデジタル-アナログコンバーターのトピックが分析されます。さらに、集積回路の物理設計と製造プロセスに関連するトピックも取り上げます。この集積回路設計専門分野の科目のリストは次のとおりです。

- 半導体電子デバイスの特性評価。 • 通信インターフェースエンジニアリング。 • デジタル回路の解析と合成。 • メモリ処理アーキテクチャ。 • アナログ集積回路の設計分析。

専門分野 4. 組み込みシステム設計。

この専門分野は、半導体業界および関連分野のニーズに重点を置き、組み込みシステムの設計と使用に使用される技術に関する知識を持つエンジニアの卒業生プロフィールの向上に貢献することを目指しています。この専門分野は、半導体工学、電子工学、メカトロニクス工学、情報通信技術工学、電子機器関連のキャリアなど、さまざまなエンジニアリングのキャリアに組み込むことができます。

組み込みシステムの機能を理解し、これらのシステムで人工知能やモノのインターネットに関連する側面を設計および実装できることに重点が置かれています。で

この専門分野では、マイクロプロセッサや DSP などの再プログラム可能な組み込みデバイスを研究します。FPGA などの再構成可能なハードウェア組み込みデバイスの使用に関するトレーニングも提供されます。

さらに、前述の組み込みデバイスに実装される人工知能技術とモノのインターネットの基本概念についても説明します。これらすべての側面は、電子工学または関連分野のソリューションの設計、シミュレーション、実装のさまざまな分野の基礎となる特定の数学的スキルの開発を促進する概念によってサポートされています。

この専門分野では、以下に示すように 5 つの科目が提案されています。

- 工学のための高度な数学。
- 人工知能。
- モノのインターネット。
- デジタル信号処理に基づく組み込みシステム。
- FPGA ベースの組み込みシステム。

専門分野の設計と並行して、半導体工学教育プログラムの作業も行われました。その目的は、「社会的、倫理的、人道的感覚を備えた法的かつ持続可能な枠組みの中で、技術研究開発を通じて半導体材料、電子部品、集積回路の設計と合成に関する有能なエンジニアを育成し、我が国の戦略的半導体産業の強化に貢献し、バリューチェーンの成長を促進すること」です。この教育プログラムは、学習計画の科目および学術活動で定められた学術要件に対応する 260 単位 (4860 時間) で構成されています。2023年には目標通り、17の技術研究所で半導体工学の学位が開設されました。

ディプロマ、専門分野、学部および大学院の学位の教育プログラムの両方について学習計画を設計する過程で、TecNM の学術チームと、半導体問題における国内リーダーである INAOE や CINVESTAV などの研究センター、およびこの分野の大手企業との間で作業会議が開催されました。2023年5月にワシントンDCで開催された、米国、カナダ、メキシコの政府、産業界、学界が参加する米国半導体工業会SIAの半導体会議に参加しました。

結論

メキシコ国立工科大学が半導体分野で実施した戦略的プロジェクトは、半導体材料とデバイスの特性評価から始まり、電子材料とデバイスの研究、分析、特性評価、集積回路の設計、レイアウトまたは物理設計、集積回路の検証とパッケージングの段階を経て、組み込みシステムまたは民生用電子製品の設計と製造に至るまで、電子産業のバリューチェーンの分析に基づいた教育プログラムの設計と作成でした。さらに、研究センターや大手テクノロジー企業など、業界の主要プレーヤーの要件も考慮されました。開発分野だけでなく、これらの教育プログラムの教師に対する研修制度も重点的に検討されました。これにより、これらの新しい教育プログラムに大きな強みが生まれ、成功する可能性が非常に高くなります。

半導体産業は世界経済や技術革新にとって不可欠であるだけでなく、私たちの日常生活のほぼすべての側面に深く根付いています。この産業は、社会を変革し、世界中の生活の質を向上させる新しい技術の開発において、今後も中心的な役割を果たし続けるでしょう。したがって、技術委員会の活動は極めて重要です。

Iraam Antonio Lopez Salas 他国家技術プロジェクトとしての半導体...

メキシコ国立半導体プロジェクトでは、業界の要求に即座に対応できるだけでなく、中長期的には自社の技術開発に貢献する行動を計画できる、機敏な作業方法を採用した、最新の新しい教育プログラムを開発しています。

参考文献

Kaeslin, H.(2008). デジタル集積回路設計: VLSI アーキテクチャから CMOS 製造まで。米国: Cambridge University Press。

リケルメ,R.（2022年8月31日）。米国のチップ法はメキシコで担保投資を生み出す可能性がある:
インテル。エコノミスト。

スワンソン,A.（2023年3月31日）。ニューヨークタイムズによる米国チップ法の5つの重要なポイント。

ウェイカーリー,J.（2001）。デジタルデザイン、原則、実践。メキシコ : プレンティスホール。



入手可能:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94480005006>

論文の引用方法

フルナンバー

記事の詳細情報

redalyc.org のジャーナル ページ

Redalyc 科学情報システム
ダイヤモンドオープンアクセス科学ジャーナルネットワーク
学術機関が所有するオープンな非営利インフラ

イラム・アントニオ・ロペス・サラス 、ルイス・アルベルト・エスカレラ・ベラスコ
国家プロジェクトとしての半導体
メキシコ国立工科大学
半導体は科学技術の国家プロジェクト
メキシコ国立

テクノロジーへの意識
いいえ。 67,p. 33 - 39,2024年
アグアスカリエンテス工科大学、
発行年: 1405-5597