

半導体製造ラインのための セミオート生産計画システム

Semiautomatic Production Planning System for Semiconductors

成松 克己 井上 賢一郎 白須 義紀

■ NARIMATSU Katsumi ■ INOUE Kenichiro ■ SHIRASU Yoshinori

東芝大分工場の200 mmウェーハ製造ライン(クリーンルーム)における投入計画作成業務のノウハウを定型化し、計画作成を半自動的に行う“セミオート生産計画システム”を開発した。

このラインでは、主にカスタムのシステムLSIを製造しており、製造リードタイムが顧客からの納入要求日程が確定する期間より長いため、顧客需要から着工指示数を決定するタイプの計画システムでは対応できず、これまで手作業で投入計画を作成していた。この投入計画作成業務には、クリーンルームを運用するのに重要な平準化などのノウハウも含まれている。

開発したシステムにより、計画作成期間の半減と計画作成業務の負荷低減を実現させることができた。

Toshiba has developed a semiautomatic production planning system for 200 mm wafer fabrication at its Oita Operations facility.

As the dominant products of this fabrication line are system large-scale integrated circuits (system LSIs), which usually require a longer production lead time than the customer's order lead time, the general "demand-pulled" type planning system is not useful and human coordination is essential for the preparation of production commencement plans. In addition, the personnel in charge of production planning are also skilled in increasing production efficiency, which is not offered by the general demand-pulled type planning system.

The semiautomatic production planning system was developed to assist these planning personnel. It has successfully reduced planning operation times by half and also significantly reduced planning workloads while maintaining the equivalent quality.

1 まえがき

東芝の半導体部門は、G-Oneと呼ばれるSCM(Supply Chain Management)のシステムを既に構築している。G-Oneでは、営業からの顧客需要見込みをもとに需給計画が立案される。

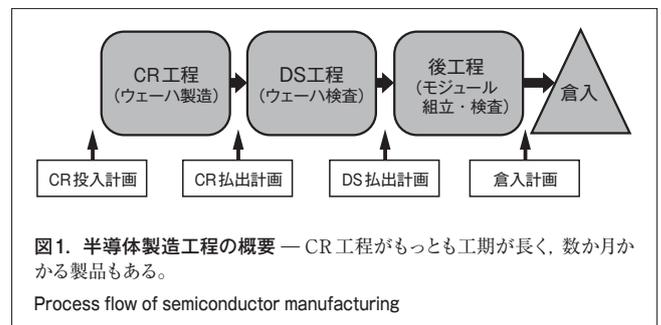
大分工場の200 mmウェーハ製造ライン(クリーンルーム)以下、CRと略記)の中心製品であるシステムLSIは、製造リードタイムが長く、先読みをしながら先行生産する必要がある。このため、顧客動向や生産状況のほか、事業計画も考慮して事業部側と整合した生産要求をもとに、CRの生産計画を工場側で作成し、ウェーハ供給計画としてG-Oneの需給計画に接続する形態をとっている。

200 mmウェーハのCRへの投入計画(以下、CR投入計画と言う)作成では、数百品種の日程計画を手作業で作成していたため、時間と作業負荷がかかるという問題があった。そこで、時間の短縮とノウハウの定型化を目的に、“セミオート生産計画システム”を開発した。

以下、このシステムの概要を述べる。

2 CR投入計画の位置づけ

半導体製造工程は、一般に、ウェーハを製造するCR工程、



ウェーハを検査するダイソータ(DS)工程、及びモジュールを組立・検査する後工程の三つに大きく分けられる(図1)。CR工程は最初の工程で、工期がもっとも長い。この工程では数百以上の詳細な工程があり、同じ種類の装置を何度も繰り返し使用し、プロダクトミックス(製品の構成)も常時変化するため、CR工程全体のキャパシティ(以下、CRキャパシティと言う)を正確に見積ることは難しい。

CRからの払出し、DSからの払出し、及び倉入れの計画に関しては、主にCR工程にある仕掛り在庫(WIP: Work In Process)をどのように払い出していくかを計画することになる。計画の変動に対応したCRへの投入がされていないと、払出しの調整だけでは対応できない状態になる。このため、CR投入計画が非常に重要である。

CRは多数の装置によるジョブ型のラインであり、品種によって使用装置や工程順序が大きく異なり、また、先端製品では装置の状態が出来高や歩留まりに与える影響が大きいので、キャパシティの正確な把握は非常に難しい。このため、常にキャパシティのデータを柔軟にメンテナンスし、生産状況を的確にとらえて需給調整を行うことが求められる。

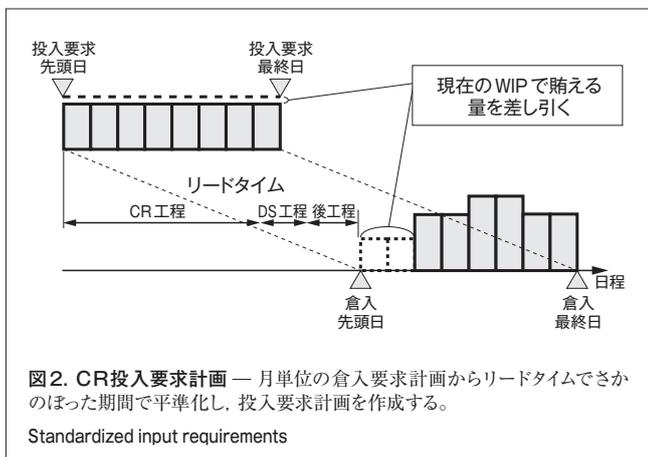
投入した後の着工指示に関しては、進捗(しんちやく)の遅れや進みを許容しつつ、できるだけ払出計画を守るように装置稼働を工夫して着工をコントロールする必要がある。払出計画は、これらを勘案して、現在のWIP位置から払い出すことができる日程を基本に、払出要求と予算達成のための払出数量を考慮して払出計画を作成する。今回開発したセミオート生産計画システムではこのCRからの払出計画もシステム化したので、ここではCR投入計画についてだけ説明する。

3 従来のCR投入計画作成業務

CR投入計画作成において、従来手作業で対応していた業務の概要を以下に述べる。

3.1 基準投入要求の作成

基準投入要求計画の作成概要を図2に示す。この計画は、倉入要求から製品ごとに設定しているリードタイムでさかのぼった要求計画から、現在のWIPで賄うことができる数量を取り除いて作成する。



次に挙げる理由から、基本的には月単位程度を目安に、できる範囲で平準化した投入計画を立案する。

- (1) デリバリティ品として納入日程を約束するものでない限り、通常、月単位の倉入数を目標とする。
 - (2) 装置の稼働状態は一般に不安定な場合が多く、任意の装置がネックになったとき進捗バランスが大きく崩れないように、できるだけ平準化して投入するのが望ましい。
- 平準化の基本的な考え方は、倉入月の先頭日と最終日から

リードタイムでさかのぼった投入先頭日と投入最終日の間で、対象月の倉入所要数量分のロットを均等に投入するというものである。

3.2 新品种対応

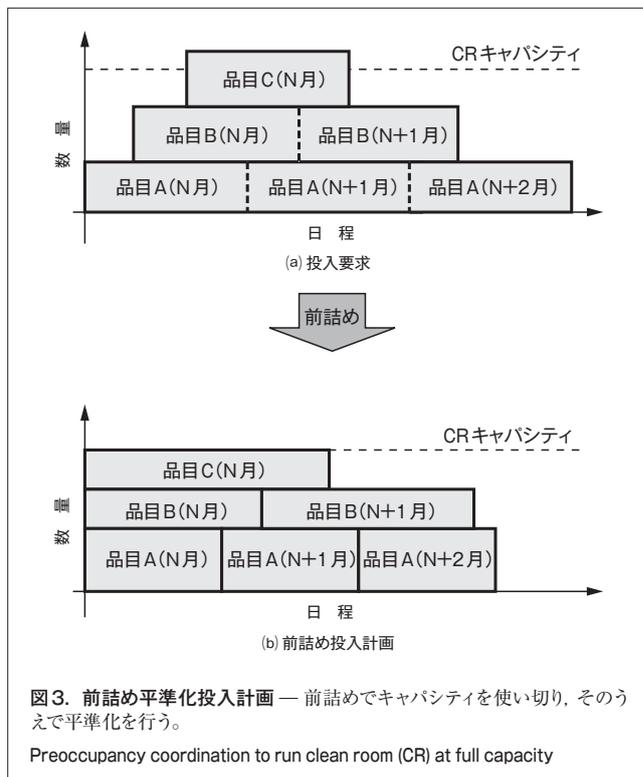
先端の新製品では、後工程のパッケージ仕様やウェーハ検査工程の詳細仕様が決まる前にCRの着工をかけるケースが少なくない。このような場合、製品に関するすべてのマスターデータがそろってはいないため、自動計画システムでの基準投入要求計画では計算することができないので、倉入れの予定があるものに対しては、手作業でDS工程や後工程のリードタイムを補完して投入要求データを作成する。

3.3 デリバリティ対応

顧客に納期の日程を約束している製品については、人為的な意思として固定した投入計画を作成する場合がある。見込み生産品であっても、倉入後の在庫が不足してきた場合など、顧客の生産計画に合わせて工場内部の計画を調整する必要も生じる。多くの場合にはデリバリティ対応はWIP分で賄えるが、CRへの投入まで固定した計画を作成する場合もあり、その分はCRキャパシティを先取りして割り当て、負荷状況によって後倒しされないようにする。

3.4 前詰め平準化

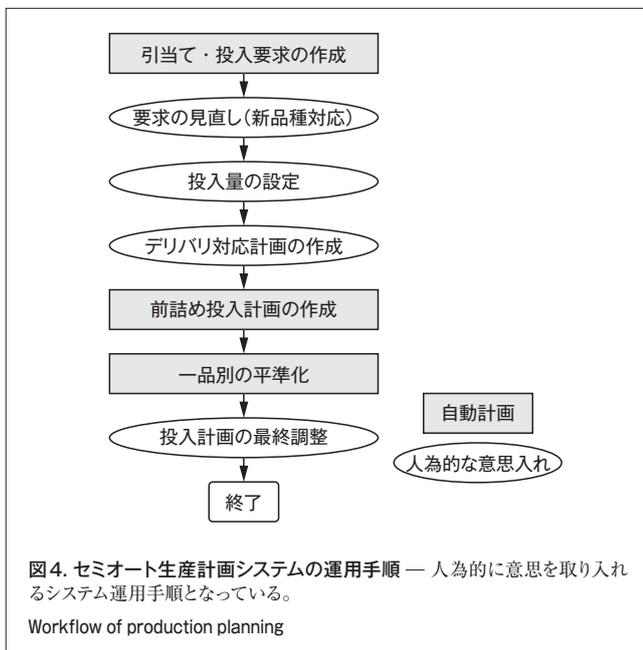
倉入要求数は、事業計画で設定された大枠のCRキャパシティである程度の合わせ込みをしているが、詳細には整合がとれていないため、そのまま投入要求につなげるとCRキャパシティと合わない場合がある。また、先端の投資が行われた



ラインでは、できるだけ早期に投資分の回収を行う必要がある。したがって、需要の見えている品種については、在庫リスクがあっても、先行生産により事業計画で設定されたCRキャパシティを使い切って予算を達成するように工場運営が行われる。このため、基本的には設定したCRキャパシティに合わせて前詰め計画を行う(図3)。

4 セミオート生産計画システムの運用手順

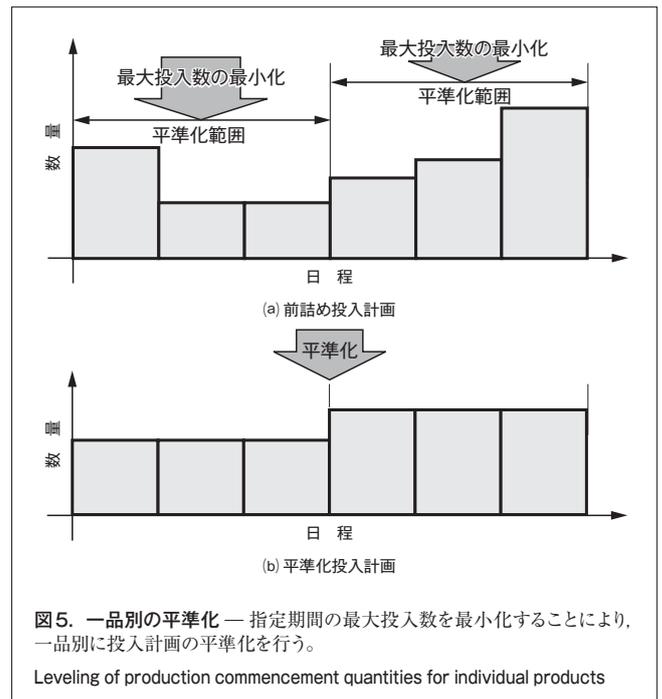
今回開発したシステムは、人為的な意思を反映できることを特徴としており、このためセミオート生産計画と呼んでいる。人為的な意思を入れるポイントも含めたシステムの運用手順の概要を図4に示す。



要求の見直し、投入量の設定、デリバリ対応計画の作成、及び投入計画の最終調整は人為的な部分であり、その他の手順は自動作成される。引当て・投入要求の作成は基本的には自動作成であるが、途中からプロセスを変更して、現在WIPとして存在するロットを不足している他の品名に変えて払い出すといったケースもあり、引当て内容を場合に応じて柔軟に変更することも可能にしている。

4.1 線形計画法を用いた一品別の平準化機能

このシステムが一般的なスケジューリングシステムと大きく異なる点は、一品別の平準化機能である。要求が平準化されていても締め日の違いや能力の変化、デリバリ対応計画の影響などにより、一般的なロジックで単純な日程順に割り当てた前詰め投入計画では、一品別に見ると日ごとの数量に凹凸が生じる。これを平準化するために、キャパシティ制約をかけなが

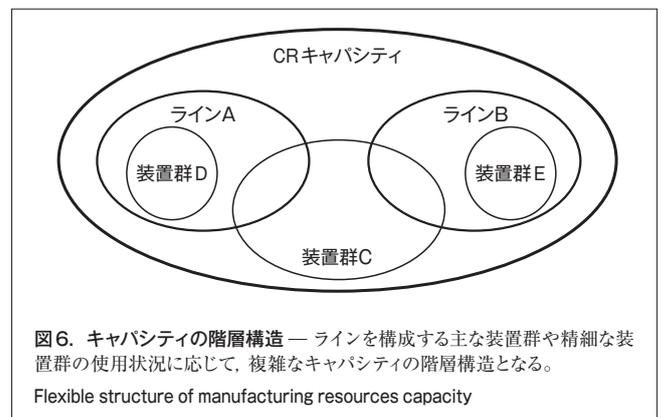


ら、日程上のある範囲内で一品別の日別最大投入数が最小になるように、線形計画法でモデル化して解いている(図5)。

このとき、まず大きい範囲で大まかに平準化を行った後、小さい範囲で再度細かな平準化を行うというように段階的に最適化することにより、これまで手作業で計画を作成していた担当者が見てもそれほど違和感のない平準化計画を作成することができている。最終調整で計画担当者による手直しが入るが、日程計画自体の修正は少ない。

4.2 投入量のコントロール機能

投入量は、CRキャパシティ全体だけでなく、ラインキャパシティや装置群キャパシティを設定することで細かくコントロールされる。通常キャパシティは、図6に示すように階層構造になっており、CRキャパシティの中に主な装置群から成る大枠のラインキャパシティ (CR内の製品種別ごとのキャパシティ) があり、更にラインキャパシティの中に詳細な装置群のキャパシ



ティがあるといった構造になる。この詳細な装置群のキャパシティは、大枠の個別のラインキャパシティに含まれる場合や大枠の複数のラインキャパシティに共通な場合などがあり、この階層構造は複雑になる。

例えば、図6において、装置群Cの中でのラインAとラインBの数量をそれぞれ排他的に設定することにより、数量配分を意図的にコントロールしたり、又は、ラインAに属する装置群Cの計画数量の上限だけを制約とする場合もある。後者の場合は、ラインBに属する装置群Cを使う品種の生産要求が増えたときにラインA分の計画数量を減らす。このように、装置と需給の状況により様々なバリエーションが必要になり、それらの複雑な状況に対応するため、キャパシティ構造を柔軟に設定して投入量を制御することができるようになっている。

5 導入効果

このシステムは、2006年11月から東芝大分工場の200mmウェーハ製造ラインで稼働を開始し、計画作成リードタイムを半減している。導入後にかかっている時間の多くは、データのチェックや人為的な意思入れなど本来の調整業務である。日程表を手作業で埋めて平準化計画を作成していた部分をシステム化することによって、人の判断が必要となる本来の生産調整業務に集中できるようになった。

6 あとがき

CRはサプライチェーンの中でほぼ最上流にあり、付加価値と投資規模の大きい部分である。このため、このCR投入計画について、パフォーマンスを落とすことなく短時間で作成できるようになった効果は非常に大きいと考えている。

今後は、システムの使い勝手の改善のほか、現在人手で作成

しているラインキャパシティの設定に関するシステムサポートの検討を行う。また、マスタデータの登録を早期に行うなど運用面での改善を行って確実な定着を図り、回答作成サイクルの更なる短縮を狙う。ほかのCRについても、製品特性によるビジネス要件の違いに対応した機能追加を行い、このシステムを横展開することを検討している。

更に、投入・払出計画と着工指示との連携を強化するための業務についても分析と定型化を行い、変動に強く競争力のある生産の仕組みの構築を目指す。



成松 克己 NARIMATSU Katsumi

セミコンダクター社 IT推進部 生産システム基盤担当主務。
生産・製造計画システムの企画・構築業務に従事。日本OR学会会員。

IT&Business Transformation Division



井上 賢一郎 INOUE Kenichiro

セミコンダクター社 大分工場 生産部主務。
生産計画システムの構築業務に従事。

Oita Operations



白須 義紀 SHIRASU Yoshinori

生産技術センター モノづくり変革センター研究主務。
生産システムの研究・開発に従事。

Manufacturing Innovation Engineering Center