

SEMI E35-0312

半導体製造装置の COO 測定方法の計算ガイド

NOTICE: This translation is a REFERENCE COPY ONLY. If differences should exist between the English version and a translation in any other language, the English version is the official and authoritative version.

免責事項： この SEMI スタンダードは、投票により作成された英語版が正式なものであり、日本語版は日本の利用者各位の便宜のために作成したものです。万が一英語と日本語とに差異がある場合には英語版記載内容が優先されます。

SEMI スタンダード日本語翻訳版をご利用にあたっての注釈を本文の末尾に記載しております(「すべきである」「しなければならない」について等)。

本スタンダードは、Metrics Global Technical Committee で技術的に承認されている。現版は 2011 年 12 月 24 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2012 年 3 月に www.semiviews.org および www.semi.org で入手可能となる。初版は 1995 年発行。前版は 2007 年 3 月発行。

1 目的

1.1 本ガイドの目的は、半導体産業および関連産業における製造装置の単位製造コスト効率を見積もるための、標準測定方法を提供することである。

1.2 本ガイドは、総合 COO (comprehensive cost of ownership), 制限付き COO (constrained cost of ownership), モニタ COO (monitor cost of ownership) の計算機 (プログラム) を構築するために必要な定義、分類、アルゴリズム、手段、暫定値を提供することにより、EHS (環境、健康、安全) 要因に関連したコストを含めた装置に関連するコスト計算を可能にするための手順を提供するものである。

注 1: このガイドの説明から発展させるために、COO 計算をグラフィックスで表現したものを関連情報 1 に記載している。

2 範囲

2.1 本ガイドは、集積回路 (IC) 用のウェーハおよびデバイスといった半導体ユニットを処理する任意のタイプの装置に適用できる。また、フラットパネルディスプレイ (FPD), 太陽光発電 (PV), マイクロエレクトロメカニカルシステム (MEMS), 高輝度 LED (HB-LED), ハードディスクドライブ (HDD), またはその他のタイプの生産ユニットを処理する任意のタイプの装置にも適用し得る。用語によっては、集積回路のウェーハおよびデバイスの製造に特化している。

2.2 COO モデルを確立するための測定方法を効果的に使用するには、採用したカテゴリの分類内で、限定条件およびデータ値の確認を必要とする。二次モデルからこれらを導いたり、暫定値を使うより、可能な限り実際の数値を入力すべきである。

注 2: いくつかのデータ例を関連情報 2 で示す。

2.3 COO を完全に計算するには、しばしば工場全体の歩留りや歩留りによる損失と関連した製造工場独自のデータが必要になる。本ガイドは、工場内の装置の最適化や投資評価、装置設計およびプロセスの改善を図るのに使われることになると思われる。

注意： このスタンダードおよび安全ガイドラインはその使用に関連した全ての安全上の問題を取り扱うことを意図していない。この文書の利用者は、その責任において、適切な安全および健康上実施すべき事項を決定し、また使用前に法規制やその他の制限への適用性を判断するものである。

3 制限

3.1 一部の要素の中には、他の因子と比べて正確に決定し難いものがある。図 1 に COO のモデル入力要因を収集し、検証できるいくつかのモデル入力要因の関係を示す。COO 計算の精度には、さまざまな誤りや抜けが入り込みやすい。

3.2 ボトルネック、サイクルタイム、およびラインバランスの相互関係は COO 計算には含まれていない。それらが含まれていない理由は、個々の COO モデルにおいて、完全な製造工場についてモデル化される装置の影響を示すことが困難だからである。これらの目的には工場レベルのコストおよび／またはシミュレーションモデルを使用すべきである。

3.3 COO 計算には、本ガイドに明示的に記載されている項目よりも詳細な項目が必要になる可能性がある。しかし、本ガイドの構成では、これらの状況を見込んでいる。

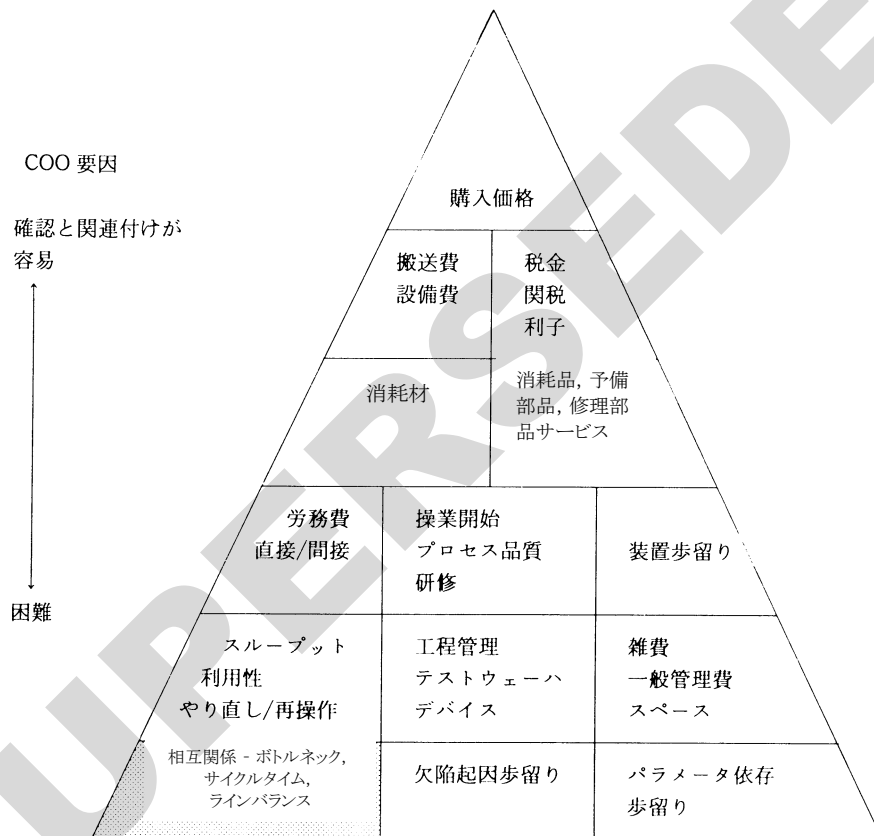


図 1
収集と検証の困難さに対する要因の関係
(Relationship of Factors to Difficulty of Collection and Validation)

4 参照スタンダードおよび文書

4.1 SEMI スタンダードおよび安全ガイドライン

SEMI E10 — Specification for Definition and Measurement of Equipment Reliability, Availability, and Maintainability (RAM) and Utilization

SEMI E81 — Provisional Specification for CIM Framework Domain Architecture

SEMI E89 — Guide for Measurement System Capability Analysis

SEMI E149 — Guide for Equipment Supplier-Provided Documentation for the Acquisition and Use of Manufacturing Equipment

SEMI S12 — Guidelines for Equipment Decontamination

SEMI S16 — Environmental, Health, and Safety Guidelines for Semiconductor Manufacturing Equipment Disposal

SEMI S23 — Guide for Conservation of Energy, Utilities and Materials Used by Semiconductor Manufacturing Equipment

4.2 ISO Document¹

ISO/IEC Guide 99 — International Vocabulary of Metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)

注意： 別途指示のない場合、引用された全ての文書は最新版を指す。

5 用語

5.1 略語および頭字語

5.1.1 AA (*active area of the device*) — デバイスの実行領域

5.1.2 CDF (*cumulative distribution function*) — 累積分布関数

5.1.3 CEO (*cost of equipment ownership*) — 装置 CEO (製造装置の COO)

5.1.4 CF (*cost footprint [of the equipment]*) — (装置の) コストフットプリント

5.1.5 COO (*cost of ownership*) — コストオブオーナーシップ

5.1.6 CYL (*cost of yield loss*) — 歩留り損失コスト

5.1.7 DD (*defect density*) — 欠陥密度

5.1.8 DLY (*defect limited yield*) — 欠陥制限歩留り

5.1.9 DY (*defect yield*) — 欠陥歩留り

5.1.10 EHS (*Environmental, Health and Safety*) — 環境、健康および安全

5.1.11 ER (*equipment required [integer number]*) — 必要装置台数 (整数)

5.1.12 EY (*equipment yield*) — 装置歩留り

5.1.13 FP (*fault probability*) — 故障確率

5.1.14 FPD (*flat panel display*) — フラットパネルディスプレイ

5.1.15 GUE (*good unit equivalents*) — 良品ウェーハ換算値

5.1.16 HB-LED (*high-brightness light emitting diode*) — 高輝度 LED

5.1.17 HDD (*hard disk drive*) — ハードディスクドライブ

5.1.18 IC (*integrated circuit*) — 集積回路

5.1.19 IEC (*International Electrotechnical Commission*) — 国際電気標準会議

5.1.20 ISO (*International Organization for Standardization*) — 国際標準化機構

5.1.21 LSL (*lower specification limit*) — 仕様下限値

¹ International Organization for Standardization, ISO Central Secretariat, 1, ch. de la Voie-Creuse, CP 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland; Telephone: +41.22.749.01.11, Fax: +41.22.733.34.30, <http://www.iso.org>

5.1.22 *MEMS* — micro electro-mechanical system

5.1.23 *MS* — measurement system

5.1.24 *OEM (original equipment manufacturer)* — 相手先商標製造会社

5.1.25 *OU (operational uptime)* — 運転稼動時間（アップタイム）

5.1.26 *P/T (precision-to-tolerance ratio)* — 精度許容比

5.1.27 *PDF (probability density function)* — 確率密度関数

5.1.28 *PLY (parametric limited yield)* — パラメトリック制限歩留り

5.1.29 *PRY (product yield)* — 製品歩留り

5.1.30 *PV (photovoltaic)* — 太陽光発電

5.1.31 *PY (process yield)* — プロセス歩留り

5.1.32 *SR (sampling rate)* — サンプリング率

5.1.33 *TP (throughput)* — スループット

5.1.34 *TU (total utilization)* — 総利用性

5.1.35 *USL (upper specification limit)* — 仕様上限値

5.2 定義

5.2.1 *アルファ誤差 (alpha error)* — 適合している項目が誤って適合しないと報告された時に発生する誤差。タイプ I 誤差とも呼ぶ。

5.2.2 *アルファ確率 (alpha probability, α)* — アルファ誤差の確率，アルファ誤差率とも呼ぶ。

5.2.3 *ベースライン COO (baseline cost of ownership)* — 装置歩留り，すなわち，欠陥制限歩留りおよびパラメトリック制限歩留りを含まない COO。

5.2.4 *ベータ誤差 (beta error)* — 適合していない項目が誤って適合すると報告された時に発生する誤差。タイプ II 誤差とも呼ぶ。

5.2.5 *ベータ確率 (beta probability, β)* — ベータ誤差の確率，ベータ誤差率とも呼ぶ。

5.2.6 *バイアス，偏り (bias, δ)* — 同じ対象について行われた測定値の平均値と真値の間の差。

注 3: 多くの場合，バイアスの真値は未知である。基準ゲージによって確立される値や合意した値を代替値として使用できる。

5.2.7 *構成部品 (component part)* — アセンブリから脱着できる構成要素であって，通常，独立して動作できないと考えられる。時々，ただ部品とだけ呼ばれる。[SEMI E149]

5.2.8 *総合 COO (comprehensive cost of ownership)* — 制限なしに計算された COO。

5.2.9 *制限付き COO (constrained cost of ownership)* — 比較を容易にし，曖昧さを除くために，定義された限定値の集合によって計算した COO。

5.2.10 *消耗材 (consumable material)* — 任意の時点で装置システムによって，または装置システムをサポートして使用される材料。例としては，ガス（例えば，アルゴン，空気），液体（例えば，酸，溶媒，超純水，冷却水，モールドコンパウンド），固体（例えば，注入源，ボンディングワイヤ，リードフレーム）がある。ただし，装置構成部品（例えば，消耗部品），サポートツール（例えば，キャリア，プロンプカード），生産基板（例えば，ウェーハ，ダイ，アセンブリ構成部品），モニタ／フィルターユニット（例えば，テストウェーハ），設備配管（例えば，電気，排出）は含まれない。[SEMI E10]

5.2.11 消耗部品 (consumable part) — 装置のプロセスオペレーションによって消費され、予測可能な平均寿命が1年未満である装置構成部品。装置が所期の機能を実行することができるようにするために定期交換が必要である。

5.2.12 コストフットプリント (cost footprint [CF]) — 装置のすべてのシャドウフットプリントおよび装置周辺のその装置の占有区画の半分を含む水平な最小の四角形の面積。

5.2.13 装置CEO (cost of equipment ownership) — 歩留り損失以外の全てのコストを含む COO の因数。

5.2.14 COO (cost of ownership) — 工場環境における装置の据付け、運転、撤去に係わる全てのコストのことで、装置で実際に処理されるユニットの要求量を満たすことが求められる。

5.2.15 歩留り損失コスト (cost of yield loss [CYL]) — 与えられたステップ終了時のユニットの損失は、開始時のユニット数およびその点までの製造コストの損失を示す。さらに、1つのステップから出てくるユニットは、その後の何らかのステップにおいて損失になることもある。したがって、歩留り損失コスト (CYL) の計算には、ウェーハの損失までに累積した製造コストを知る必要がある。したがって、工場を最適化するには、歩留り損失コストは、独立したコストとして追跡しなければならない。

5.2.16 累積分布関数 (cumulative distribution function [CDF]) — 特定の値以下で発生する測定可能な事象の確率を記述する数式。

5.2.17 暫定もしくは暫定値 (default or default value) — 実際のデータが利用できないときに、使用される値。Example value と呼ばれる。

5.2.18 欠陥制限歩留り (defect limited yield [DLY]) — 装置に起因する欠陥により不良品とならなかった装置の一部分。ウェーハ製造工程では、欠陥歩留りは通常、モデルから導かれる。

5.2.19 分布 (distribution) — 測定によって仮定される値の範囲にわたり測定可能な事象の発生確率の特性評価。

5.2.20 境界領域 (easement space) — 装置の背面および側面の空き領域（ロード表面の正面は含まない）。これには、安全通路、人間工学的に設計されたメンテナンス用アクセススペース、コンポーネントの取り外しに必要なスペース、ならびに扉を開ける場合のスペースが含まれる。

5.2.21 装置 (equipment) — 動作や作業（たとえば、処理、移送、保存）を行うのに必要なハードウェアおよびソフトウェアの組み合わせ。すべての直接的な補助サポート装置や周辺装置（たとえば、真空ポンプ、熱交換器、排出物／排気処理装置）を含む。[SEMI E149]

5.2.22 必要装置台数 (equipment required [ER]) — そのステップのスループットを得るために必要な装置数を示す整数。

5.2.23 装置スループット (equipment throughput) — 「スループット (throughput)」参照。

5.2.24 装置歩留り (equipment yield [EY]) — 装置の受け取ったユニットの中、欠陥品であるとか評価やテストによって損傷しているというような判断基準に基づいて、次のステップに送ることが出来ると判定されたユニットの割合。装置歩留りを考慮すると、結果として工場を通過するユニット数は減少することになる。後のステップでは装置はスタート時点で満杯のユニット数より少ないユニット数を処理することになる。妥当な理由で排除されたユニットはスクラップであり、装置歩留まりの因子とはならない。

5.2.25 故障確率 (fault probability [FP]) — 装置故障での処理に起因する故障確率。

5.2.26 固定費 (fixed costs) — 一度だけ発生する費用で、通常装置の購入と工場内への据付に関連したコスト。

5.2.27 良品ウェーハ換算値 (good unit equivalents [GUE]) — 製品歩留まりが 100%であった場合に同じ数のユニット出力を得るために必要な等価ユニット数の計算値。

5.2.28 複合確率 (joint probability) — 複数の確率変数から構成される確率密度関数または累積分布関数。

5.2.29 償却期間 (lifetime) — 固定費および変動費を振り分ける年限。

5.2.29.1 装置使用期間 (production lifetime) — 一台の装置が製造のために使用される年数。

5.2.29.2 償却期間 (tax lifetime) — 地方税や経理上の減価償却に準拠して定義される年数。

5.2.30 仕様下限値 (lower specification limit [LSL]) — その値を下回ると製品が準拠していないとみなされる属性の値。

5.2.31 測定量 (measurand) — 測定の対象となる現象、物体、物質の特定の属性[VIM]。

5.2.32 測定値変動性 (measurement variability) — 特定の条件下で任意の測定量について行われる複数の測定に関連付けられる差。

注 4: 測定変動性の共通の(一般的な)推定量は、分散、標準偏差、分散成分である。特定の推定量には、繰り返し精度および再現性がある。

5.2.33 モニタ COO (monitor cost of ownership) — サンプルの測定、検査、テストを実施するためのサンプリング率に基づいた、生産ユニット当りの有効 COO。

5.2.34 モニタユニット (monitor units) — 装置のサポートに消費されるテストユニットまたはフィルターユニット (例えば、ウェーハ、デバイス)。テストユニットとも呼ばれる。

5.2.35 非消耗部品 (nonconsumable part) — 装置のプロセス運転で通常消耗されない装置部品。装置が所期の機能を果たすために他の部品との交換 (例えば、故障などによる) が必要とされる場合がある。
[SEMI E10]

5.2.36 運転稼働時間 (operational uptime [OU]) — 作業時間に対する、装置が本来の機能を実行している状態にあった時間の割合。この計算値は、装置の全体的な操業性能を反映するためのものである。

5.2.36.1 議論 — 定義されるように、OU には、半導体製造業者と装置のサプライヤの両方に起因する構成要素がある。

5.2.37 パラメトリック制限歩留り (parametric limited yield [PLY]) — デバイスパラメータが要求範囲外にあるという理由で除外されなかったユニット。

5.2.38 部品 (part) — 「構成部品」参照。[SEMI E149]

5.2.39 精密度対許容値 (precision-to-tolerance [P/T] ratio) — 許容差 (例えば、製品仕様全体の絶対等級など) に対する測定システム (MS) の精度の比。[SEMI E89]

5.2.40 確率密度関数 (probability density function [PDF]) — 確率変数が仮定できる値およびそれらの発生確率の間の関係を指定する数式。CDF の一次導関数である。

5.2.41 プロセスステップ (process step) — プロセスフロー内で定義可能な最小の処理活動。一つ以上の連続したプロセスステップはオペレーションセットとして定義できる。[SEMI E81]

5.2.42 製品歩留り (product yield [PRY]) — 工場通過後に良製品となるユニット数の割合。ユニットの製品歩留まりは、歩留まり損失のすべての因子により構成されている。

5.2.43 確率変数 (random variable) — その分布による値が均等に近い確率で発生する測定可能な事象。

5.2.44 変動費 (recurring costs) — 時間経過や使用率に基づいて、進行中に発生するコスト。

5.2.45 やり直し (redo) — 「リワーク (rework)」を参照。

5.2.46 修理部品 (repair part) — 修理時に購入される装置を修理するための部品。

5.2.47 リワーク (rework) — 欠陥や誤動作に起因して再処理されるユニットの割合。redo とも呼ばれる。

5.2.48 サンプル (sample) — 対象のプロセスステップを代表する、測定、検査、テストのために選択された生産またはモニタユニット。

5.2.49 サンプルング率 (*sampling rate [SR]*) — 対象のプロセスステップを通過する総ユニット数に比例するサンプルの割合（パーセント）

5.2.50 サービス契約 (*service contract*) — 装置の部品を供給するだけでなく、決められた期間と条件の下に、装置点検・整備を提供するサプライヤとの協約のことである。

5.2.51 シャドウフットプリント (*shadow footprint*) — 装置の稼働中に装置のすべての部分の直下の床面積。これには、載置中や処理中の装置の一時的な張り出し部（例えば、装置から張り出すキャリアや載置中のみ突出する装置のロードポート）を含む。

5.2.52 予備部品 (*spare parts*) — 装置をサービスするために維持している構成部品で、予め購入された在庫品。

5.2.53 標準偏差 (*standard deviation, σ*) — 分散の正の開平値。

注 5: 母集団の標準偏差は、標本標準偏差によって実験的に得られるデータから次のように推定できる。

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

ここで、

n = データの値の数

x_i = i 番目のデータ点の値

$\bar{x}$ = データ分布の平均値

5.2.54 ステップ (*step*) — 「プロセスステップ (*process step*)」を参照。

5.2.55 サプライヤ (*supplier*) — ユーザー（例えば、ユニット製造者など）へ装置や関連サービスを供給する人。装置ベンダーまたは相手先商標製造会社 (OEM) と呼ぶ。[SEMI E10]

5.2.56 テストユニット (*test unit*) — 「モニタユニット (*monitor unit*)」を参照。

5.2.57 スループット (*throughput [TP]*) — 装置が工場に引き渡す時間当りのユニット（ウェーハやデバイスなど）の数で、全てのインプット、アウトプットおよび全ての内部作業を含んでいる。処理された全てのテストユニットもしくはモニタユニットも含まれるが、これら非製品ユニットのコストも直接収支計算されるためである。

5.2.58 ツール (*tool*) — シリコンウェーハを処理する工業において、装置やシステムに対する同義語にしばしば使われる。

5.2.59 ツーリング (*tooling*) — 特定のユニット、テスト、あるいは操業の要求条件に合わせて装置を改造するために必要な備品およびアダプタ。

5.2.60 総利用率 (*total utilization*) — 総時間内の生産時間のパーセント。

5.2.61 ユニット (*unit*) — ウェーハ、ダイ、パッケージされたデバイス、もしくは部品（製品および非製品単位を含む）。

5.2.62 仕様上限値 (*upper specification limit [USL]*) — その値を上回ると製品が適合しないと見なされる属性の値。

5.2.63 分散 (*variance*) — 確率密度関数の平均値の周りの広がりを定量化する統計推定量。

5.2.64 総必要量 (*volume requirement*) — 規定された時間内に、装置によって処理することが要求されるユニットの数。普通 1 週間当たりのユニット。

5.2.65 歩留り (*yield*) — 「製品歩留り (*product yield*)」を参照。

5.3 記号

5.3.1 α — アルファ確率 (alpha probability)

5.3.2 β — ベータ確率 (beta probability)

5.3.3 δ — バイアス, 偏り (bias)

5.3.4 σ — 標準偏差 (standard deviation)

5.3.5 D_e — 装置の奥行 (depth of the equipment)

5.3.6 D_s — 装置および占有区画を組み合わせた奥行き

5.3.7 W_e — 装置の幅

5.3.8 W_s — 装置の幅および占有区画を組み合わせた幅

6 コストオーナーシップの概要

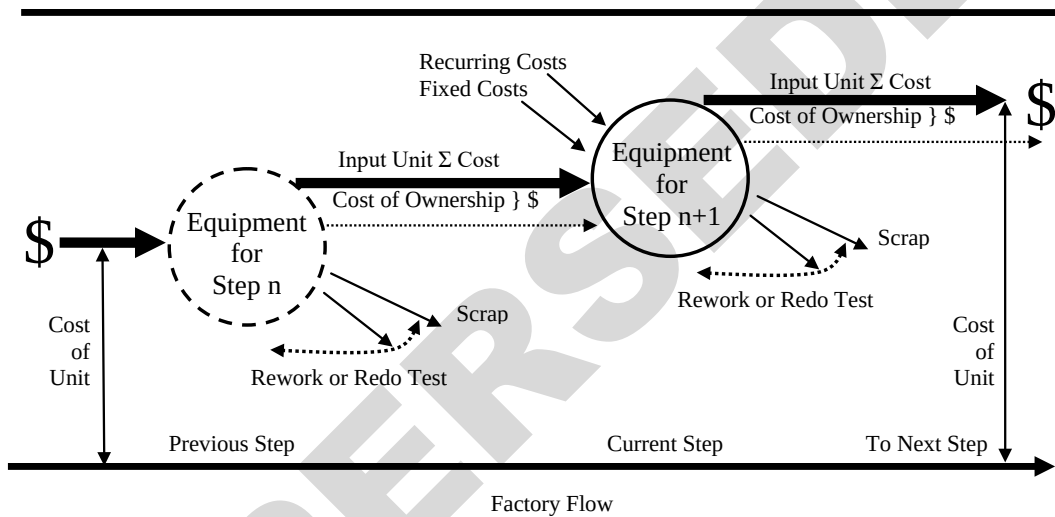


図 2
工場の流れの際のコスト累積
Accumulation of Cost during Factory Flow

6.1 COO の説明 Description of COO

6.1.1 COO は、歩留り損失コスト (CYL) も含め、工場環境に埋め込まれた装置の指定された償却期間について装置を通過する良製品材料の単位に追加される増分コストを評価する 1 つの評価基準である。COO は、年間ベースで計算される。この評価基準は、装置を通過する 1 パスに対する良ユニットあたりのコストとして表現される。図 2 に、式 2 によって示される 2 つの成分、装置 CEO と CYL に因数分解できるこのコストの累積を示す。

$$\begin{aligned} \text{コストオブオーナーシップ} &= \text{装置 CEO} + \text{歩留り損失コスト} \\ \text{COO} &= \text{CEO} + \text{CYL} \end{aligned} \quad (2)$$

6.1.2 COO は、要求生産ユニットを満たすのに必要である工場環境内でのプロセスシステムの据付け、運転、廃棄にかかる全コストである。

6.1.2.1 制限のない計算による COO は、総合 COO と呼ばれる。

6.2 COO の制限付きバージョン Constrained Versions of COO

6.2.1 COO 制限付きバージョンは、比較を容易にし、もしくは曖昧さを除くために、定義された一連の限定条件を用いる。例には次のようなものがある： ベースライン COO は単なる装置歩留り – すなわち欠陥制限歩留りおよびパラメトリック制限歩留りは含まれない。

6.2.2 COO を評価する前に、特定の装置の COO モデルにおいてすべての利害関係者によって制限を事前定義し、COO 評価の偏りを小さくしなければならない。

6.3 償却期間 Lifetimes

6.3.1 装置 1 台の償却期間は、年間 COO の評価について固定費および変動費が考慮される期間である。装置が製造に使用されると計画されている年数は、装置の生産償却期間である。

6.3.2 減価償却費割り当てを目的とした税償却期間は、COO の評価で慣習的に使用される装置の償却期間の別の指標である。税償却期間は、地方税や標準的な経理実務に基づいている。

6.3.3 通常、装置は税償却期間よりはるかに長期間、生産ラインに残るので、COO の評価において両方の償却期間を考慮すると役に立つ。

6.4 CEO : 固定費および変動費 Fixed and Recurring Costs

6.4.1 CEO の測定は、装置のライフサイクル中に発生する全ての固定費および変動費の計上を必要とする。計算を§ 8 に示す。

6.4.2 固定費は、一度だけ発生する費用で、通常、装置の取得と工場内への据付(例えば、据え付け、初期訓練、初期品質評価)に関連している。

6.4.2.1 エンドオブライフコスト (例えば、廃棄コスト、汚染除去コスト、除去コスト、処理コスト) もまた固定費の一部である。

注 6: SEMI S12「装置の汚染除去に対するガイドライン」参照。SEMI S16「材料およびコンポーネントを含む半導体製造装置の廃棄に対するガイドライン」参照。

6.4.2.2 減価償却されるコストは、固定費に含めなければならない。

6.4.3 変動費は、装置の運転および保守から定期的に発生するコストである。既存の装置のアップグレードを新たな装置の取得と比較するために CEO を計算する場合には、装置を新しいテクノロジーにアップグレードするコストも含め頻度の高くないいくつかの変動費は固定費に含めてもよい。

注 7: SEMI S23「半導体製造装置で使用するエネルギー、ユーティリティ、および材料保全のためのガイド」参照。

6.5 歩留り Yield

6.5.1 歩留りは、ある一定のユニットの材料が良製品になる比率の測定方法で、百分率を用いる。歩留りは様々な方法で COO に影響する。

- 要求製品量を処理しなければならないユニットの量
- 良品にならない製品のユニットのコスト

6.5.2 PRY は、工場を通過し、結果的に良製品となるユニット数のパーセント値である。ユニット数の製品歩留まりは、式 3 に示すように歩留まり損失のすべてのソースによる複合歩留まりである。成分は、§ 5 で定義されている。

$$\begin{aligned} \text{製品歩留り} &= \text{装置歩留り} \times (1-\alpha) \times (1-\beta) \times \text{欠陥制限歩留り} \times \text{パラメトリック制限歩留り} \\ \text{PRY} &= \text{EY} \times (1-\alpha) \times (1-\beta) \times \text{DLY} \times \text{PLY} \end{aligned} \quad (3)$$

6.5.2.1 DLY は一般のウェーハレベルの現象であるため、DLY=1 に設定することによって他のタイプのユニットについて式 3 を単純化できる。パーティクルの追加は将来のステップにおける欠陥歩留り損失の予