

電子線描画データ変換システムにおける データ圧縮法

鈴木 俊夫 杉山 俊樹

(株)日立製作所

島田 豊 浅沼 利文 岡 佑一

日立コンピュータエンジニアリング(株)

LSIのマスクパターンデータを電子線描画装置用描画データに変換するシステムにおけるデータ圧縮法について述べる。LSIの大規模化に伴い、マスクパターンデータを電子線描画装置用描画データに変換するために必要な計算機処理時間及び描画データ量が増大している。それらの問題点を解決するため、マスクパターンデータにおける同一図形の繰返し性に着目したデータ圧縮法を開発した。本手法は、等間隔で2次元に繰返し配置される図形を、他の図形との重なり関係を考慮しながらデータ圧縮を施す描画データ変換手法である。本手法により、描画データの変換に要する計算機処理時間及び描画データ量を従来の1/2以下に削減することができた。

DATA COMPACTION METHOD FOR ELECTRON BEAM LITHOGRAPHY DATA CONVERSION SYSTEM

Toshio Suzuki Toshiki Sugiyama

Hitachi, Ltd.

Yutaka Simada Toshifumi Asanuma Yuuichi Oka

Hitachi Computer Engineering Co., Ltd.

2326, Imai, Ome-Shi, Tokyo 198, Japan

A data compaction method for the data conversion system from mask pattern data of LSI to electron beam lithography data is discussed. Computing time and electron beam lithography data quantity for conversion from mask pattern data to electron beam lithography data are increased by enlargement of LSI scale. For solving the problem we developed a data compaction method by noticing repeating figures in mask pattern. Using this method, electron beam lithography data is compacted by considering overlap between repeating figures at equal interval and the other figures. Computing time and data quantity can be reduced more than half.

1. まえがき

LSIの大規模化・微細化に伴い、電子線描画装置を利用して、マスク／ウェハにマスクパターンを描画する方法が主流となっている。図1に示すように、論理／回路設計及びレイアウト設計によって作成されたLSIのマスクパターンを電子線描画装置で描画するためには、マスクパターンデータを電子線描画装置用描画データ（EB描画データ）に変換する必要がある。

近年のLSIの大規模化・微細化により、マスクパターンデータ量が増大し、さらに、近接効果補正処理が必要になってきた。しかし、従来の電子線描画データ変換システム¹⁾では、入力となるマスクパターンの全ての図形に対し変換処理を行うため、描画データの変換に必要な計算機処理時間及び描画データ量が増大し、変換処理の限界にきていた。特に、DRAM等のメモリLSIでは、増加が顕著であり、上記の問題点を解決する1つの手段として、データ圧縮を行う必要があった。

この背景から、メモリLSIでは、メモリセルが規則的に2次元配置される領域を持つことに着眼し、その同一図形の繰返しを利用したデータ圧縮方式が提案されてきた^{2) 3)}。この従来の階層構造に従った圧縮方式では、繰返して配置される図形が他の図形と重なるの無い場合に適用できる。しかし、実際のLSIのマスクパターンでは、繰返しの単位となる図形と他の図形とが重なりを持つことがあるため、この重なりを考慮した圧縮法の考案が望まれる。

本報告では、マスクパターンデータにおいて、等間隔で2次元に繰返し配置される図形を、他の図形との重なり関係を考慮しながらデータ圧縮を施す描画データ変換手法について述べる。

以下、電子線描画データ変換システムの概要、繰返しデータ圧縮法とその効果について述べる。

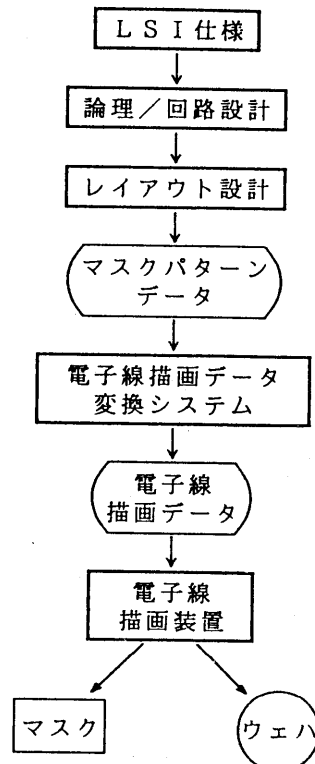


図1 LSIの開発フロー

2. 電子線描画データ変換システムの概要

従来システム¹⁾を拡張した電子線描画データ変換システムDECSは、LSIのマスクパターンデータを入力し電子線描画装置用描画データに変換するシステムである。尚、図形演算処理ではパターン演算処理プログラムパッケージVSOP⁴⁾を利用している。

本章では、DECSの機能及び処理フローについて述べる。

DECS: Direct-writing Electron beam data Creating System
VSOP: Virtual Slit Operation Program

2. 1 機能

DECSは図2に示す機能を備えている。主な機能を下記に説明する。

(1) 重なり除去

マスクパターンデータには、多重に重なっている図形があり、そのまま描画データに変換すると描画時に多重露光となり、描画パターンの精度が悪くなる。そのため、入力マスクパターンデータ内の重なっている図形に対し、その重なりを除去することが必須となる。

(2) 寸法補正

入力マスクパターンの図形の幅を変えて描画データに変換したい場合に、重なり除去を施したマ

スクパターンデータに対し、図形ごとに図形の幅を拡大・縮小する。

(3) 近接効果補正

微細加工プロセスでは、描画時に電子線の散乱による近接効果のため、描画パターンの精度が悪くなる。従って、描画時に図形の幅や図形同士の間隔に応じて、電子線の照射値を制御する必要がある。そこで、図形の幅や間隔によって図形を分割し、各図形に幅、間隔の寸法に応じた照射値を割当てることにより、近接効果補正を行う⁵⁾。

(4) EB基本図形分解

電子線描画装置の基本図形である台形に各図形を分解する。

機 能		内 容 説 明	
入 力	倍 率		
	鏡面反転／回転		
	白黒反転		
	繰返しデータ圧縮		
図 形 加 工	重なり除去		
	微小間隙埋込み		
	寸法補正		
	近接効果補正		
出 力	EB基本図形分解		
	描画領域分割		

図 2 DECS の 機 能

(5) 描画領域分割

電子線描画装置では、一度に描画できる領域に制限があるため、EB描画データの領域をその制限内の描画領域に分割する。ただし、分割の境界付近での微小図形発生を抑えるため、分割の境界に余裕幅を持たせ、余裕幅内の図形は分割しない。

2.2 処理フロー

DECSでは、図3に示すような手順で処理を行う。

(1) 制御カード入力

- ・変換時に実行する機能とそのパラメータを入力する。

(2) 図形データ入力

- ・入力マスクパターンデータをベクトル表現

にしながら、倍率、鏡面反転、回転、白黒反転を行う。

- ・データ圧縮：等間隔で2次元に繰返し表現されている図形については、処理対象とする部分図形を作成する。

(3) 入力図形加工

- ・入力図形に対し、VSOPの演算を利用し、重なり除去、微小間隙埋込み、寸法補正を行う。

(4) 出力図形加工

- ・入力図形加工後の図形に対し、VSOPの演算を組合わせ、近接効果補正を行う。
- ・EB基本図形である台形に分解する。

(5) EBデータ出力

- ・EB基本図形を描画領域で分割し、描画データフォーマットで出力する。

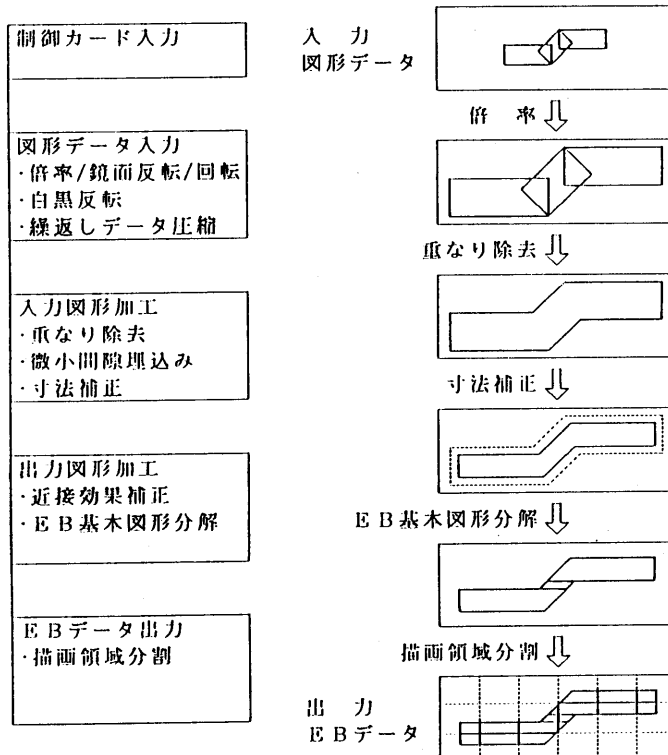


図3 DECSの処理フロー

3. 繰返しデータ圧縮法

本手法は、マスクパターン内の同一図形の繰返し性に着目したデータ圧縮法であり、以下の特徴を持つ。

- ①繰返し図形領域への他の図形の侵入を考慮する。
- ②繰返し図形同士の重なりを考慮する。

以下、繰返しデータ圧縮の対象と処理方式を述べる。

3.1 入力マスクパターンデータの構造

入力マスクパターンデータは、図4に示すような階層構造をもつ。この中で、あるセルを単位とし、そのセルを等間隔で2次元に繰返し配置している部分をアレイ部と呼ぶ。このアレイ部がデータ圧縮の対象となる。この繰返し単位となるセルは、メモリLSIの場合は、メモリセルにあたる。

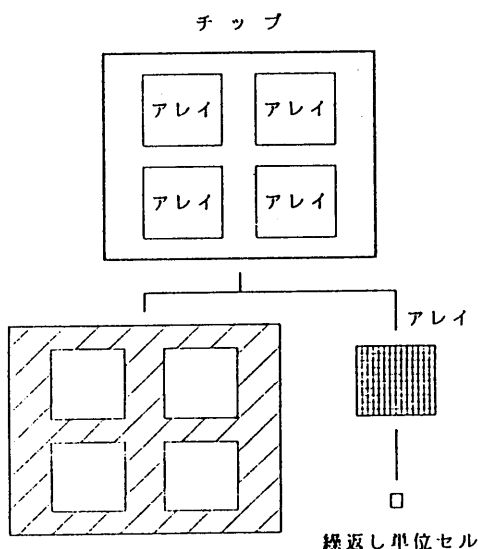


図4 マスクパターンデータの構造

3.2 繰返しデータ圧縮の処理方式

DECSでは、等間隔で2次元に繰返し表現されている図形を、繰返しデータ圧縮の対象とする。

繰返し図形と他の図形との許容重なり幅は任意の値でよい。許容重なり幅が0の場合はアレイ部全体が圧縮可能であるが、正の値になると圧縮できない部分が発生する。ここでは、以下の条件の場合を例に2つの処理方式を提案する。

- (1) 他の図形の繰返し図形の領域への侵入は、1ピッチ（繰返しの間隔）以下。
- (2) 繰返しセル同士の重なりは、1ピッチ以下。

〔方式1〕

本方式は、アレイ部の圧縮可能部分が狭くなるが、繰返し単位セルの図形存在領域を計算する必要のない簡便な圧縮処理方式である。

(1) 繰返し配置枠の設定

繰返しセルから繰返し図形を切り出すための繰返し配置枠を、繰返しセルの原点を左下にした1ピッチの大きさの領域に設定する。

(2) 繰返し図形の抽出

繰返しセルの図形は、繰返し配置枠から1ピッチ離れた領域に存在することがあり、また、隣接する繰返しセルとの接続も考慮する必要がある。そこで、繰返しセルの周囲に繰返しセルを2列配置することにより5行×5列にし、図形加工後、中心のセルの繰返し配置枠で切り出し、繰返し図形を得る。

(3) アレイ部の外周処理

繰返しセルの図形が、繰返し配置枠から1ピッチ離れた領域に存在し、また、アレイ部へ他の図形が1ピッチ侵入するため、アレイ部の外周2ピッチが、繰返し圧縮できない。そこで、アレイ部の外周2ピッチとその内部の接続を考慮するため、アレイ部の外周4ピッチの図形を展開し、アレイ部以外の図形と合成する。合成データは、図形加工後、外周4ピッチの内側2列を切り落とす。

〔方式2〕

本方式は、アレイ部の圧縮可能部分を最大化する圧縮処理方式である。

(1) 繰返し配置枠の設定

繰返しセルの図形存在領域を計算し、その中心から上下左右1／2ピッチの大きさの領域を繰返し配置枠とする。

(2) 繰返し図形の抽出

繰返しセルの図形は、繰返し配置枠から1／2ピッチの範囲内に存在する。そのため、隣接する繰返しセルとの接続を考慮しても、繰返しセルの

周囲に繰返しセルを1列配置することにより、3行×3列にし、図形加工後、中央のセルの繰返し配置枠で切り出し、繰返し図形を得る。

(3) アレイ部の外周処理

アレイ部へ他の図形が1ピッチ侵入するが、繰返しセルの図形が、繰返し配置枠から1／2ピッチ離れた領域内に存在するため、繰返し圧縮できない部分は、アレイ部の外周1ピッチとなる。そこで、アレイ部の外周1ピッチとその内部の接続を考慮するため、アレイ部の外周2ピッチの図形を作成し、アレイ部以外の図形と合成する。図形加工後、外周2ピッチの内側1列を切り落とす。

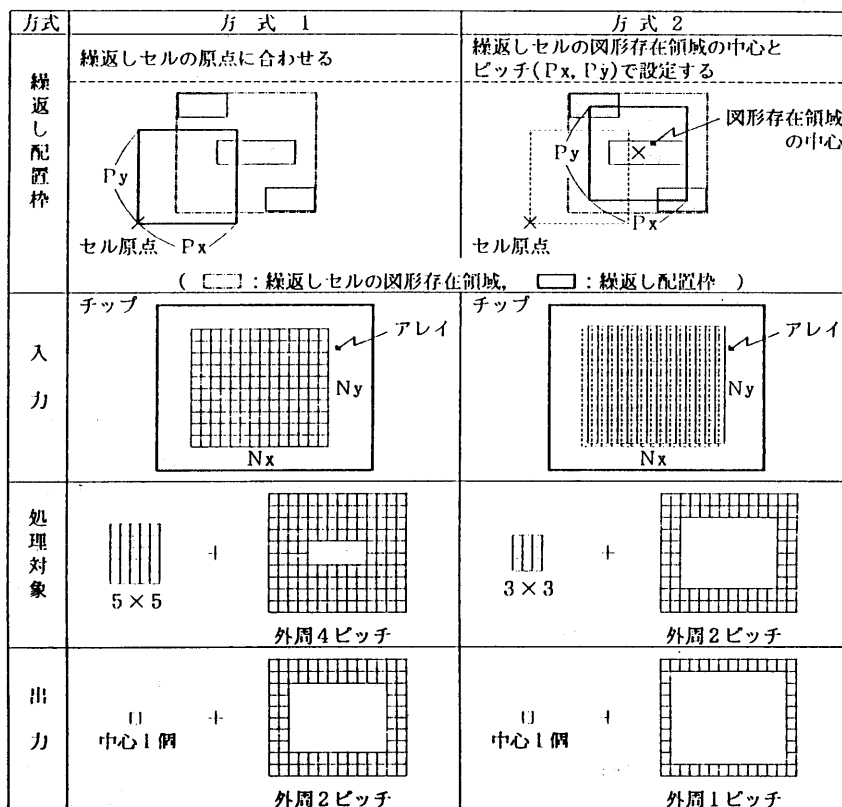


図 5 繰返しデータ圧縮方式

4. 圧縮効果

提案した繰返しデータ圧縮方式をDEC Sに組み込み、1 MビットDRAMで評価した。DEC Sの計算機処理時間及び描画データ量について、方式1と方式2を比較した結果を図6に示す。

方式1では計算機処理時間、描画データ量共に約1/2に削減されている。

方式2ではさらに、1ピッチ分、圧縮可能部分が増大したため、圧縮効果が上がり、計算機処理時間、描画データ量共に1/2以下に削減できることがわかる。

尚、繰返しデータ圧縮による効果は、LSIに占めるアレイ部のデータの割合及びアレイ部の繰返し個数によって変わり、LSIの階層構造の設計法に依存する。

5. むすび

LSIのマスクパターンデータを電子線描画装置用描画データに変換するシステムにおけるデータ圧縮法を開発した。本手法は、マスクパターンデータにおいて等間隔で2次元に繰返し配置される図形に着目し、繰返される図形と他の図形との重なり関係を考慮しながらデータ圧縮を施す描画データ変換手法である。

本手法により、描画データ変換に要する計算機処理時間及び描画データ量を1/2以下に削減することができた。

参考文献

- 1) 石井, 小澤: “EB用アートワークプログラム (EBMA)”, 昭和55年度電子通信学会総合全国大会, 431 (昭和55-3)
- 2) 小松, 守屋, 小川: “可変成形電子ビーム描画におけるデータ圧縮”, 信学技報, SSD 81-78 (昭和56-12)
- 3) 池永, 小山, 渡辺, 吉川: “高速電子ビーム描画装置 (EX-7) のデータ生成手法”, 第35回応用物理学関係連合講演会, 30a-H-9, pp. 550 (昭和63春)
- 4) 築添, 小澤, 酒見, 三浦, 石井: “VLSIマスクデータに対する論理演算と交点計算を同時処理するパターン論理演算法”, 信学論 (D), J69-D, 6, pp. 975-983 (昭和61-6)
- 5) F. Murai, S. Okazaki, Y. Takeda and H. Obayashi: “Electron-Beam Direct Writing Technology for LSI Wiring Process” Proc. IEDM, pp. 558-561 (Dec. 1983)

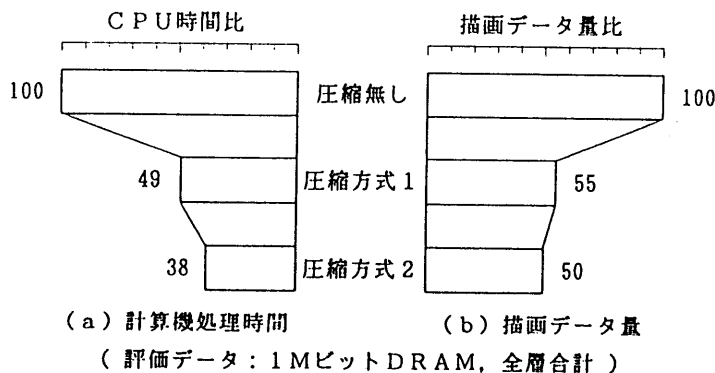


図6 繰返しデータ圧縮の効果