

世界最高レベルの「ナノ位置決めテーブル」の開発について

財団法人 ちゅうごく産業創造センター（会長：松井三生）では、従来から経済産業省からの受託により地域企業等との共同体構成による研究開発事業の推進に取り組んでおります。この度、平成18～20年度に受託した戦略的基盤技術高度化支援事業（構成メンバー：ローツェ株式会社、安田工業株式会社、株式会社ジエムシーヒルストン）により、世界最高レベルの「ナノ位置決めテーブル」を開発しましたので、お知らせ致します。

記

1. 研究開発概要

(1) 研究目的

ムーアの法則により、半導体デバイスの集積度増大による微細化が年々進行しており、この開発を検討した平成18年度には、平成20年度に加工寸法(回路設計パターン線の線幅)が45nmとなる見込みであった。半導体デバイスの製造等においては、露光装置におけるフォトマスク(写真のネガフィルムに相当)の位置合わせや、リペア装置での不良箇所への位置合わせ等において、高精度のXYテーブルが求められ、加工寸法45nmの場合では5nm以下の位置決め分解能が必要である。

このため、次世代半導体製造に対応するため、目標として10nm以下という高精度の位置決め性能を有するXYテーブルである「ナノ位置決めテーブル」の開発に取り組んだ。

(2) 位置決めテーブル設備の概要

XYテーブルは、最上面に取り付けられたテーブルが左右(X)方向、前後(Y)方向に移動する機械で、このテーブルの上に材料を固定し上から治具を上下(Z)方向に当てて材料を加工する。

半導体デバイスの製造における露光装置では、複数枚のフォトマスクのXYを1枚ずつ位置合わせして露光し、何枚分も位置あわせ・重ね露光を繰り返して1つの回路パターンを作成する。

本研究の開始当時は、XY移動距離がそれぞれ200mmから300mmのテーブル(右の写真参照)の位置決め精度は、最高50nm程度(図1)であった。また、0.15mm角程度の狭い範囲では同様な高精度のXYテーブルがあったが、300mmウエハ全体の範囲にわたって5nm以下の高精度位置決め出来るXYテーブルは、当時は勿論、平成21年の現在でも当グループ以外には、開発されていない。



図1 従来のXYテーブル

(3) 研究体制

次の3社の所有する異なる技術を、組み合わせ活用するため次のような役割分担により、研究開発を実施した。

- ・株式会社ジエムシーヒルストン：高精度リニアモーター駆動装置の開発
- ・安田工業株式会社：高精度加工技術を活用したテーブル製作
- ・ローツェ株式会社：高性能駆動用電子制御技術の開発

2. 開発設備の概要

(1) 設備の特徴

開発した高性能「ナノ位置決めテーブル」の技術的特徴は次のとおりである。

① 空気浮上ガイド機構および冷却機構を導入したリニアモータ駆動装置の開発

独自に開発したリニアモータは、棒状の永久磁石軸を囲んだコイルに電流を送って駆動する。この際、永久磁石の配置に独自技術を加えて位置決め精度を高め、コイルに水冷機構を取り入れ熱膨張による精度低下を防止し、空気浮上により摩擦抵抗を回避した。

② 低膨張材料の採用、高精度キサゲ加工技術及びアクティブ除振台の導入

ナノレベルの精度を追及するためには、部材の熱膨張変化を回避することが第1である。ここでは低膨張材料として、基盤に石、リニアガイドにセラミックス、テーブルに低膨張鋳鉄を用いた。また、機械切削では出来ない平面性を出すために熟練職人によるキサゲ加工を施し、さらに、地盤の振動をキャンセルするためにアクティブ除振台を導入した。

このようにして300mm ウエハの端から端まで移動させることができるXYテーブルを、①の高精度リニアモータを駆動源として、機械的には最高の精度を持たせて開発した。

③ 電子制御システムの開発

上記②のテーブルを作動するために、新規な技術思想によるリニアモータ駆動用の、コントローラ・ドライバからなる電子制御システムを開発した。即ち、リニアモータへの配線・配管類には、別途駆動用のモータを取付け、可動テーブルに負荷がかからない構造とし、1nm 精度のリニアスケールを使用して、高速フィードバック回路を開発してXYテーブルを制御した。

その結果、当初目標の5nmを大幅に上回る位置決め分解能0.78nmを達成し、加工寸法45nm半導体用ばかりでなく、将来の加工寸法32nm、22nmの微細構造半導体にも対応できる「ナノ位置決めテーブル」を開発することができた。



図2 ナノ位置決めテーブルの全体写真

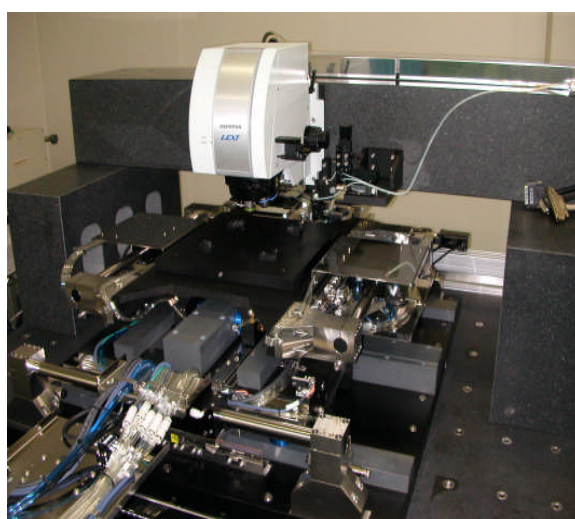


図3 レーザー頭微鏡による絶対位置測定

(2) 設備の性能

開発した「ナノ位置決めテーブル」の主な技術性能は次のとおりであり、世界最高レベルの設備を開発することが出来た。

項 目	性 能
位置決め分解能	0. 7 8 n m
整定時間	0. 0 1 5 秒
最大速度	4 0 0 m m / 秒
XY 最大移動距離	3 2 0 m m

3. 今後の予定

設備のコストダウン化を検討するとともに、顧客の要望に合った改良を施して市場導入を目指す予定である。

尚、このナノ位置決めテーブルを用いて、半導体用マスクやウエハ上の異物を除去する研究も行っている。

以 上

<p>【お問い合わせ先】 (財) ちゅうごく産業創造センター 担当：平野 Tel:082-241-9980</p>
--