

最新オンウェハー計測技術の紹介 －オンウェハー全自動 RF 測定システム－

Introduction of recent on-wafer technologies －Autonomous RF Measurement Assistant－

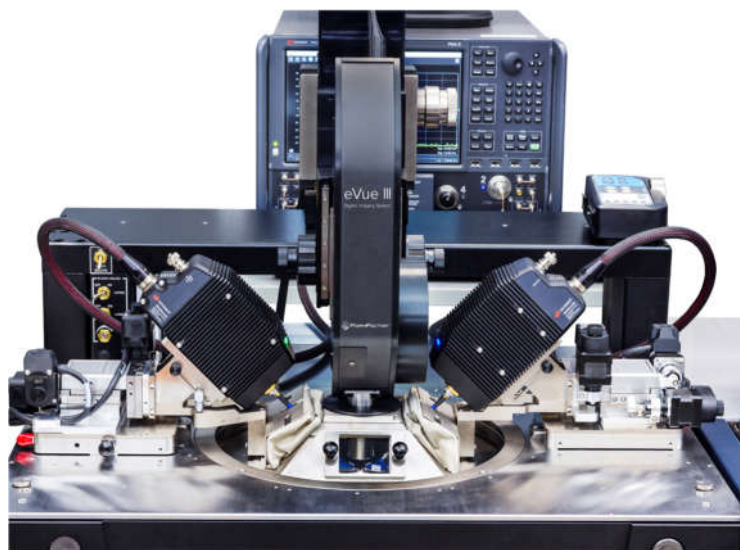
菅原 徹[†]

Toru Sugawara[†]

[†] フォームファクター株式会社 アプリケーションエンジニアリング
FormFactor K.K. Application Engineering

概要

デバイスモデリングに必要な RF 測定は、常温だけではなく広い温度範囲での測定が要求されます。従来このような温度測定は経験を積んだエンジニアがシステムの安定度等を判断しながら行ってきました。今回紹介させていただきます「オンウェハー全自動 RF 測定システム」では電動ポジショナー、デジタル顕微鏡、専用ソフトウェアによりこれらの操作を全自動で行うことで、モデリングに必要なデータを取得することが可能となります。



Abstract

Device Modeling requires Over-Temperature RF Measurements which require experience and deep understanding of over-temperature behavior of Measurement System. New Autonomous RF Measurement System enables Hand-Free Over-Temperature Measurement by using Motorized Positioner, Digital Microscope and Dedicated Software.

1. はじめに

モデリングの重要性と課題

現在RFICを世に送り出すためには、各種EDAを活用し IC 設計を行い、IC を試作し、出来上がった IC をテストして設計検証を行います。一度の試作だけで目標の性能を得られない場合は、再度、設計→試作→設計検証のプロセスを行う必要が生じます。このプロセスの回数を低減することができれば、市場への投入時期を早め、結果として大きな利益を生み出すことが可能となります。

このことを実現するためには「より正確な測定データ」に基づく「より良いデバイスモデル」を得ることが重要となります。

デバイスモデリングにおける特徴的な要求は「温度を変化させての測定」です。S パラメータの測定は常温であっても難しいものですが、低温下/高温下での測定は更に難しいものとなります。温度をかけることでプローブやケーブルが膨張しますので、結果として測定値がドリフトします。ウェハーチャック、プラテン、ポジショナーやプローブが膨張することでプローブとパッドの位置合せも問題となります。この問題は、残留容量等を軽減するためにパッドを小さくした場合はより顕著になります。

2. 温調キャリブレーションにおける課題

デバイスモデリングで必要となる「温調測定」を行う場合、温度変化によりプローブやチャックが膨張/収縮します。常温から 125℃へ温度を上げる場合、プローブは 50um 以上 X 方向に膨張します。

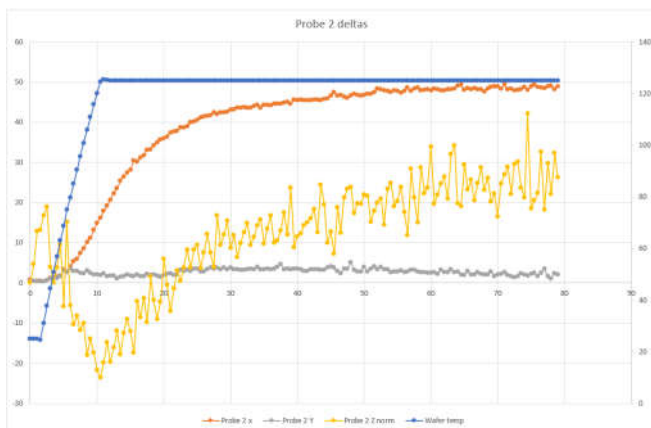


図1. 温度によるプローブの膨張

チャックも 100um 以上 Z 方向に膨張します。

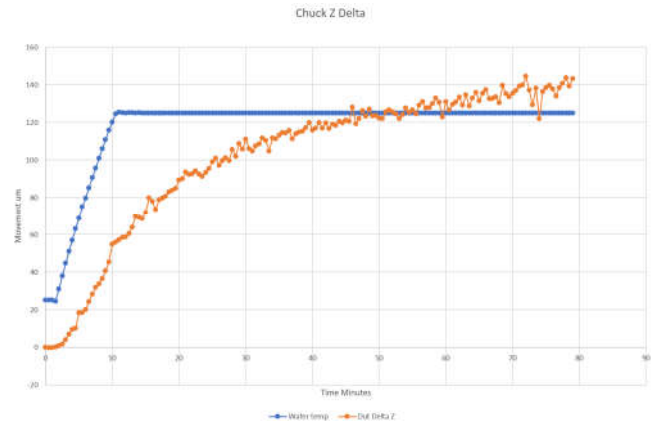


図2. 温度によるチャックの膨張

これらの物理的変化に伴い S パラメータの値も変化します。(ドリフト)

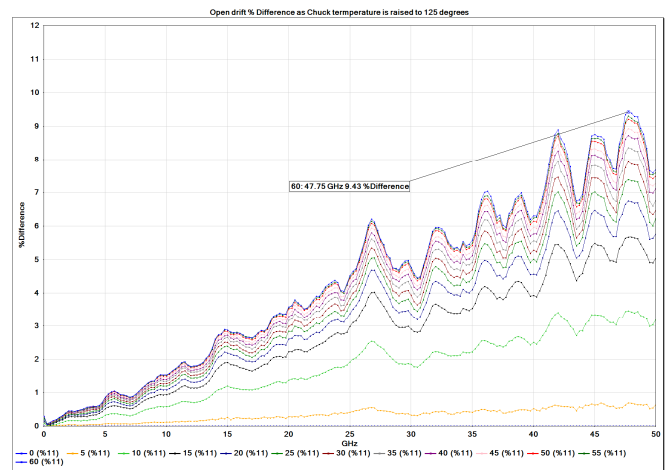


図3. S パラメータのドリフト

この例では、常温でキャリブレーションを行い 125℃に温度を上げる際にウェハー上部にプローブを配置して（ウェハーにはコンタクトしていない。）5分毎に S パラメータの変化を記録しています。

50GHz までの測定において 60 分間で 9.43% 変化しています。

図からも分かるように、これらの物理的、電気的变化は時間と共に変わっていくので、どのタイミングでキャリブレーションや測定を行うかが重要となってきます。

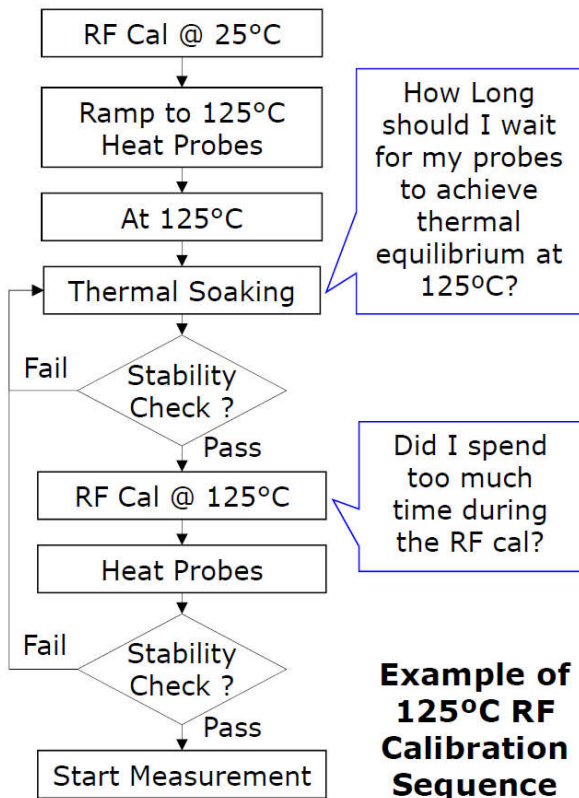


図4. 温調キャリブレーションのアプローチ

図4はこれらを考慮したキャリブレーションのアプローチを示しています。

それぞれの段階で温度的に安定な状態となってから実行することが重要となります。

経験則的には「温度変化 1°C に対して安定するまでの時間は 1 分かかる」と言われています。常温 (25°C) から 125°C の場合は 100 分待つ必要があることになります。

実際にはプローブやチャックがある程度安定するまではプローブをコンタクトすることができませんので、100 分程度待った後にプローブをコンタクトさせてからプローブが温度的に安定するのを待つ必要があります。(図4の最初の Stability Check の部分)

キャリブレーションにかかる時間も重要です。キャリブレーション中にプローブの温度が変わっていきますので、出来る限り短時間で、可能であれば 1 分以内に終了する必要があります。

3. Autonomous RF Measurement のご紹介

今回の全自動 RF 測定システムの概要は以下のようになります。

- 200/300mm セミオートステーション
- 周波数範囲：67GHz または 120GHz
- 温度範囲：-40~+125°C

- Infinity プローブ (GSG のみ)

このシステムのは「プログラマブル (電動) ポジショナー、デジタル顕微鏡、Velox プローバーコントロールソフトウェアが含まれています。

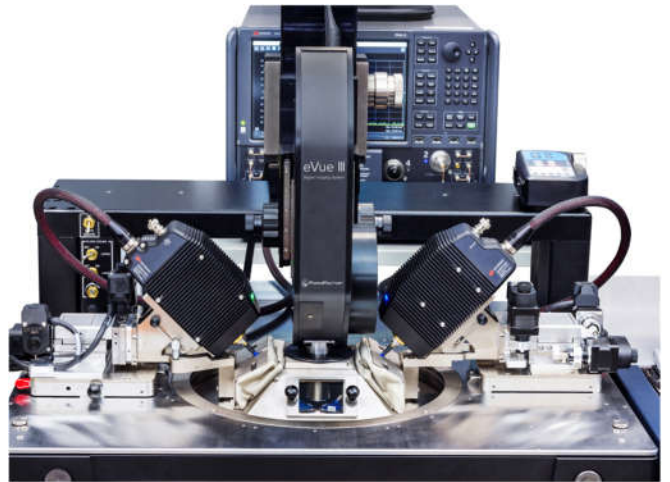


図5. システム外観

プログラマブルポジショナーによりプローブの XYZ の位置をコントロールしますが、そのためにデジタル顕微鏡 eVue を使用して Infinity プローブの針先を認識します。

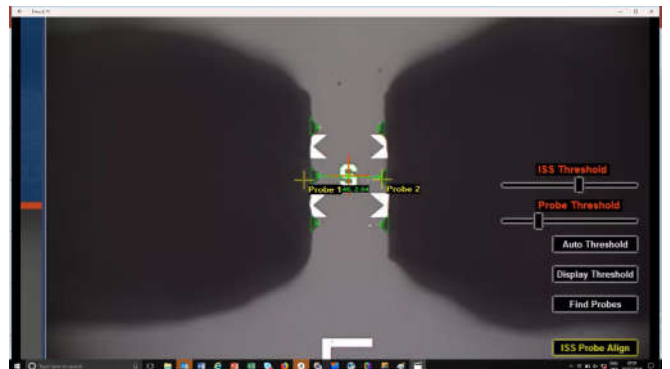


図6. トレーニング画面、針先が認識され ISS での位置が調整された状態

Velox プローバーコントロールソフトウェアには新しく「StartAutomationTemperature X」というコマンドが追加されています。このコマンドにより以下の事が行われます。

- 温度を変化させる。
その間、プローブ同士、プローブとウェハーの間隔を保つ
- 目標温度に到達後、間隔を保ちながらシステムの温度を安定させる
- VNA で電氣的安定度をモニターする
- バイアス用プローブを退避する
- ISS 上でプローブの間隔をセットする
- 再度電気的安定度をチェックする
- キャリブレーションを実行する

- ドリフト確認用のデータを取得する
- ウェハ測定用にプローブの位置を調整する

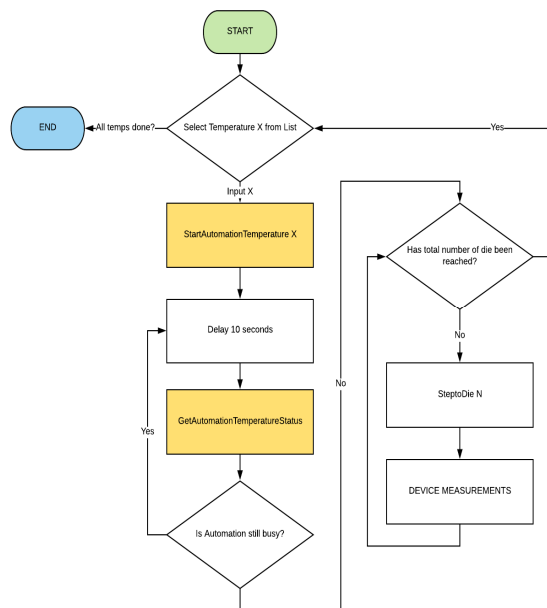


図7. テストプログラムのフロー
 テストプログラムの中では
StartAutomationTemperature X と
GetAutomationTemperatureStatus の2つのコマ
 ンドで処理が行えます。キャリブレーション
 の実行、ドリフトのモニター、ソーキング等
 は全て自動的に行われます。**Next Die** コマン
 ドを送るとドリフトのモニターが自動的に行
 われ、必要な場合は再キャリブレーションが
 実行されます。

この全自動 RF 測定システムは、以下の事柄
 を実現します。

- 120GHz までのキャリブレーションを経験豊
 富なエンジニアを長時間拘束することなく簡
 単に実行できます。
- プローブ等の膨張/収縮をシステムが自働的
 に調整するためテスト時間を短縮します。
- 複数の温度設定でのテストを人の介在無しに
 実行できます。
- システムがドリフトをモニターし、必要な場
 合は自動的に再キャリブレーションを実行し
 ます。

文 献

[1] "High-frequency, over-temperature measurements and
 modeling," in *Application Note* Beaverton, OR, USA:

Cascade Microtech, Inc.

[2] A. Rumiantsev and R. Doerner, "Verification of
 wafer-level calibration accuracy at high temperatures" in
ARFTG Microwave Measurements Conference-Spring,
 71st, 2008, pp. 103-106.

著者紹介

菅原 徹

フォームファクター株式会社, アプリケーション エ
 ンジニア, Toru.Sugawara@formfactor.com