

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 6 部門第 1 区分  
 【発行日】平成 23 年 6 月 30 日 (2011.6.30)

【公表番号】特表 2010-527011 (P2010-527011A)  
 【公表日】平成 22 年 8 月 5 日 (2010.8.5)  
 【年通号数】公開・登録公報 2010-031  
 【出願番号】特願 2010-507726 (P2010-507726)  
 【国際特許分類】

G 0 1 Q 60/24 (2010.01)

G 0 1 Q 60/00 (2010.01)

【F I】

G 0 1 N 13/16 1 0 1

G 0 1 N 13/10 1 4 1

【手続補正書】  
 【提出日】平成 23 年 5 月 12 日 (2011.5.12)  
 【手続補正 1】  
 【補正対象書類名】特許請求の範囲  
 【補正対象項目名】全文  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【特許請求の範囲】  
 【請求項 1】

試料の表面下特性のイメージングを行う方法において、  
 走査型プローブ顕微鏡 (S P M) を提供する S P M 提供工程であって、S P M はチップ  
 を支持するカンチレバーを有するプローブを備えている工程と；

試料に超音波エネルギーを与える超音波源を提供する超音波源提供工程と；

第 1 位置にある試料の 1 つの部分に超音波源からの超音波エネルギーを結合するエネルギー結合工程と；

プローブを使用して、入射した前記超音波エネルギーと試料の表面下特性との間の相互作用を検出するプローブ使用工程と；

試料の異なる部分に超音波エネルギーを結合するように、試料と超音波源とのうちの少なくとも一方を並進ステージで連続的に移動させて、超音波源と試料との間の相対運動を生じさせる移動工程と、を含む方法。

【請求項 2】  
 第 2 位置にある前記試料に超音波を結合することと、第 2 位置について測定工程を繰り返すこととを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】  
 非線形のプローブ応答を導出するようにチップと試料との相互作用を制御することを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】  
 チップと試料との相互作用を制御することは、フィードバックを用いて非線形のプローブ応答を調整することを含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】  
 プローブに結合された第 2 超音波源を提供することと、第 2 超音波源はビート周波数を有するビート信号を生じるように駆動超音波を生成することとを更に含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 6】  
 プローブに結合された第 2 超音波源を提供することは、G H z 周波数で動作する圧電変

換器をプローブに組み込むことを含む、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

超音波源提供工程は、生成される超音波を第 1 位置にある試料の前記部分に集束させる超音波変換器を提供することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

生成される超音波を集束させることは、超音波変換器に結合されたフレネルレンズを使用して超音波を集束させることを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

複数の調波を励起させるように超音波源が駆動される、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 10】

エネルギー結合工程は、試料に対する超音波源の液体結合を提供することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

エネルギー結合工程は、連続波レーザ音響励起を行うことを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

検出した相互作用に基づいて試料の表面下構造を再構成する再構成工程を更に含み、再構成工程の分解能は 100 nm よりも高い、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記プローブ使用工程は、カンチレバーの運動の振幅および位相のうちの少なくとも一方を測定することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

超音波エネルギーの振幅および位相を測定することは、試料の期待される組成および期待される構造を含む群のうちの少なくとも 1 つを使用して測定を補助することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

試料の表面下特性を検出するプローブ式機器であって、

チップを支持するカンチレバーを有するプローブを備えた走査型プローブ顕微鏡 (SPM) と；

第 1 位置にある試料の 1 つの部分に超音波を提供する超音波源と；

試料とプローブおよび超音波源との間の相対動作を生じさせる並進ステージと；

入射した前記超音波エネルギーと試料の表面下特性との間の相互作用を測定するビート信号検出器と、を備えるプローブ式機器。

【請求項 16】

プローブの非線形応答が最適化されるまで、フィードバックループを用いてチップと試料との間隔を制御するアクチュエータを更に備える、請求項 15 に記載のプローブ式機器。

【請求項 17】

試料は、直径が 200 mm 以上の半導体ウェハである、請求項 15 に記載のプローブ式機器。

【請求項 18】

超音波の結合は試料に対して非破壊的である、請求項 15 に記載のプローブ式機器。

【請求項 19】

前記超音波源は液体を介して試料に結合される、請求項 15 に記載のプローブ式機器。

【請求項 20】

プローブに結合されており、ビート周波数を有するビート信号を生じるように駆動超音波を生成する第 2 超音波源を更に備える、請求項 15 に記載のプローブ式機器。

【請求項 21】

前記相互作用はカンチレバー運動を生じさせ、前記検出器は、カンチレバー運動の振幅および位相のうちの少なくとも一方を測定する、請求項 15 に記載のプローブ式機器。

## 【請求項 22】

試料の表面下特性位置のイメージングを行う方法であって、

カンチレバーとプローブチップとを備えるプローブを提供する工程と；

試料上の異なる複数の位置に連続的に結合される第 1 超音波および第 2 超音波を生成する第 1 超音波源および第 2 超音波源を提供する工程と；

試料と第 1 超音波源および第 2 超音波源との間の相対運動を生じさせる少なくとも 1 つの並進ステージを提供する工程と；

試料の 1 つの部分に第 1 超音波源からの超音波を結合する工程と；

第 2 超音波源からの超音波エネルギーでプローブを駆動する工程と；

第 1 超音波源および第 2 超音波源からの超音波エネルギーの相互作用によってほぼ試料表面に生じた超音波エネルギーを、測定する工程と；

試料、第 1 超音波源、および第 2 超音波源のうちの少なくとも 1 つを移動させて、試料の第 2 部分において相対運動を生じさせ、測定を可能とする工程と、を含む方法。

## 【請求項 23】

プローブに結合された第 2 超音波源を提供することは、GHz 周波数で動作する圧電変換器をプローブのチップに組み込むことを含む、請求項 22 に記載の方法。

## 【請求項 24】

超音波エネルギーの測定は、第 1 超音波源および第 2 超音波源の調波のうちの少なくとも 1 つを結合することによって生成されるビート信号の検出を含む、請求項 22 に記載の方法。

## 【請求項 25】

プローブ共振のうちの 1 つにほぼ対応する周波数を有するビート信号を生じるように、プローブとプローブ試料との相互作用の非線形応答を調整する調整工程を更に含む、請求項 24 に記載の方法。

## 【請求項 26】

測定結果に基づいて試料の表面下構造を再構成する再構成工程を更に含み、前記再構成工程の分解能は 100 nm よりも高い、請求項 22 に記載の方法。

## 【請求項 27】

試料上の複数の位置における表面下特性のイメージングを行う方法であって、

試料に超音波源を解放可能に結合する工程と；

1 GHz よりも高い周波数を有する超音波信号で、走査型プローブ顕微鏡のプローブを励起させる工程と；

プローブと試料との間の非線形応答を最適化するように、試料に対してプローブを位置決めする工程と；

ビート信号を検出して、20 nm よりも高い分解能まで試料の表面下特性を検出する工程と、を含む方法。

## 【請求項 28】

前記移動工程は、試料の少なくとも第 1 部分と第 2 部分との間において 5 分未満の並進をもたらす、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 29】

前記移動工程は、試料の少なくとも第 1 部分と第 2 部分との間において 10 秒未満の並進をもたらす、請求項 1 に記載の方法。