

1 3 原子間力顕微鏡像を特徴づけるパラメータを抽出する試み

大橋俊彦

Trial of finding the Parameters used AFM Image Characterization

OHASHI Toshihiko

The way to find the parameters which marks the difference of two kinds of AFM image was considered.

In vertical direction , the difference of AFM image was marked by the value of the height distribution (mean, median and mode). And the difference can be expressed by the parameter indicating the roughness (maximum height , arithmetic average roughness and square average roughness) ,too.

In plane direction , a few method for estimate average peak distance was found, but he difference of AFM image was not marked by this parameter.

1 緒 言

材料の表面で起こる様々な現象は表面の材質や化学構造ばかりでなく形状にも影響されることが考えられる。そのような場合に多変量解析等の手法で現象を予測するためには表面形状を表す指標の数値化が必要となり、そのための画像解析手法が多く公開されている。

本研究では高度な市販ソフトウェアを使わず、見かけの異なる2種類のAFM像からその違いを表すパラメータの抽出を試みた結果を報告する。

2 実 験

2.1 装置

AFM像はDI (Digital Instrument) 社製 NanoScopeIIIaを用い、タッピングモードで観察した。この方法では硬さ像と位相像を同時に観察できる。

2.2 試料

市販のPETフィルム(東レ(株)製ルミラー)の受け入れ

材と大気圧プラズマ処理材について表面を観察した。その画像を図1に示す。

3 結果と考察

3.1 AFM3次元画像

受け入れ材では山の高さが比較的そろっているのに対して、プラズマ処理材では低い山に交じって部分的に高い山があるなど、直感的に違いがあるように感じられる。この違いを数値的に表すことを試みた。

それぞれの断面プロファイルの一部を図2に示す。縦(高さ)方向の違いを表すために高さの分布と粗さを求めた。また横(面)方向の違いを表すためにピーク間距離を求めることを試みた。

3.2 縦(高さ)方向のパラメータ

まず測定した各ポイントの高さをヒストグラム化した。その結果を図3に示す。本来は各ピークの高さで同様の処理を行うべきと考えるが簡易的に測定された全ポイントの高さで代用した。

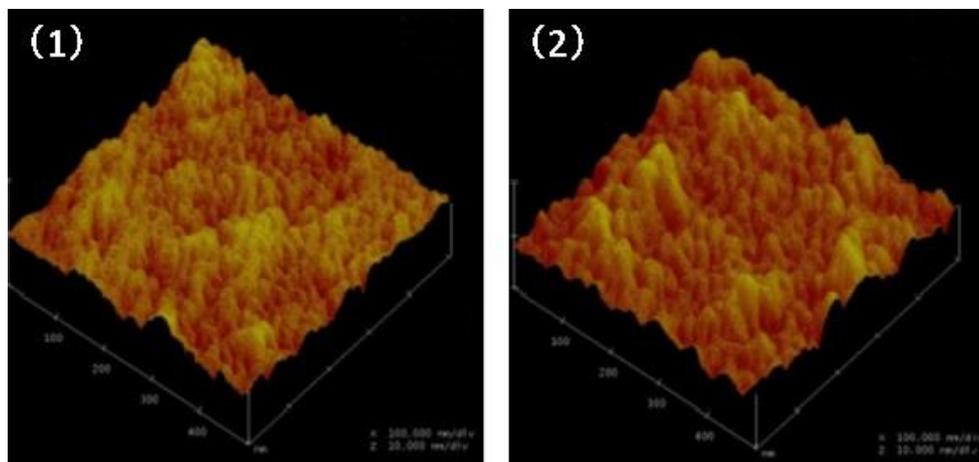


図1 PETフィルムのAFM像

(1)as received, (2)after Plasma Processing , 500nm角, Z Range:10nm

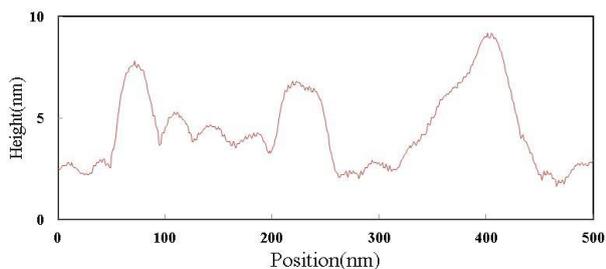


図2 PET フィルムプラズマ処理材の断面プロファイル

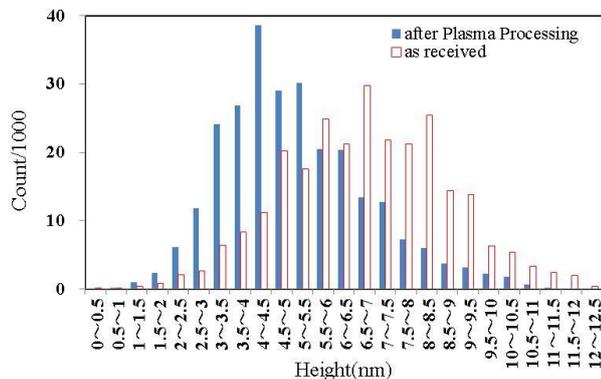


図3 試料 (PET フィルム) 表面の高さの分布

図3より2つの画像で高さの分布に大きな違いがあることがわかる。この両者について算術平均、最頻値(モード)、中央値(メディアン)を求めた(表1)。また表面の面粗さを表すパラメータ(最大高さ(Sz)、算術平均粗さ(Sa)、二乗平均粗さ(Sq))を求めて表2に示す。粗さについても2つの試料で差があることが確認できた。

3.3 横(面)方向のパラメータ

横(面)方向のパラメータについては、まず方法1として簡易的に断面のいくつかについてピーク間距離を求め、その平均をパラメータとして扱うこととした。高さの値から直接ピークを求めることは、縦軸の分解能が不十分であることとノイズが大きいことのためできなかった。そこで両試料のいくつかの断面についてショルダーを含めたピークの数を書いたところ概ね13~14であり平均ピーク間距離は36~38nmとなった。

次に方法2として自己相関関数から平均ピーク間距離

表1 試料 (PET フィルム) 表面の高さの各種代表値

| | Average | Median | mode |
|-------------------------|---------|--------|------|
| as received | 6.76 | 6.75 | 9.75 |
| after Plasma Processing | 5.09 | 4.75 | 5.25 |

表2 試料 (PET フィルム) 表面粗さの値

| | Sz | Sa | Sq |
|-------------------------|------|------|------|
| as received | 13 | 1.58 | 1.96 |
| after Plasma Processing | 11.5 | 1.38 | 1.74 |

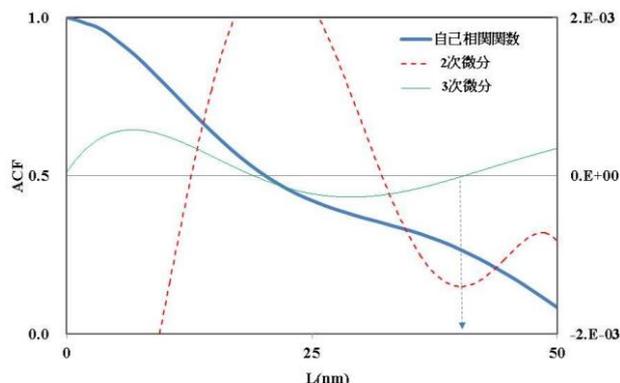


図4 PET フィルムプラズマ処理材の断面プロファイルの自己相関関数及びその2次・3次微分曲線

を求めることを試みた。図2に示した断面の自己相関関数とその2次・3次微分曲線を図4に示す。3次微分が負から正の方向にX軸を横切り2次微分が下向きのピークを示す点を自己相関関数のピークと考え、その最も小さい値を隣り合うピークの平均距離として両試料で各10ヶ所の断面についてピークの平均距離を求めたところ、どちらの試料も35~40nmでほぼ同程度であった。

また、図5にプラズマ処理材の100nm角の領域の硬さ像を示すが、ここに現れたドメインの大きさは直径ほぼ20~35nmであり、上記の2方法で求めたピークの平均距離とほぼ一致している。

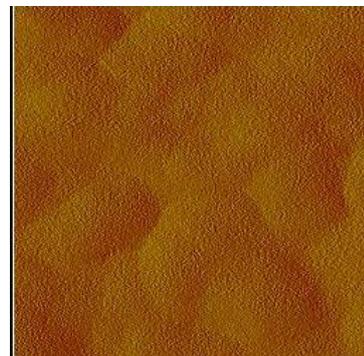


図5 PET フィルムプラズマ処理材の硬さ像 100nm角

4 結 言

AFMの画像データからその形状を特徴づけるパラメータの抽出について検討し、いくつかの有効なパラメータとその抽出法を得た。縦(高さ方向)は高さの分布と表面粗さで特徴出来ることができ、横(面)方向は平均ピーク間距離で特徴出来ることができた。

PETフィルムの受け入れ材とプラズマ処理材で、縦(高さ)方向には差が認められたが横(面)方向は明確な差は認められなかった。