

研究概要報告書

資料 - 10

(1/10)

研究題名	「音を視る」音声・音響記録技術の走査型トンネル顕微鏡による解析とその応用	報告書作成者	波多野 博行
研究従事者	波多野 博行・藤原 努・倉田 茂昭・根岸 秀幸		
研究目的	<p>本研究の目的は音声・音響記録材料として用いられているコンパクトディスク、フロッピーディスク、テープ等の記録状態を、新たに開発した走査型トンネル顕微鏡（STM）および走査型近接場蛍光顕微鏡（SFM）を用いて解析し、新たな記録技術の開発と記録状態の改善に資すると共に、音声伝達技術、声紋記録技術等多方面への応用の途を拓き、文化生活および情報化社会に貢献することを目的とする。</p>		
研究内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. コンパクトディスク用材料としてのシリカ板およびシリコンウェハの性能の検査および品質の管理を行うために、シリコン板の表面微細構造を走査型トンネル顕微鏡と走査電子顕微鏡を用いて解析し、また、シリコンウェハの表面および金や白金の表面蒸着状態を解析することによって光コンパクトディスクの録音技術との関係を検討する。 2. イメージとしてトポグラフィ的に及び二次元的に観察し、音声・音響との対応ならびに走査電子顕微鏡（SEM）による観察結果を比較する。これによりさらに忠実良好な記録状態を得る技術の開発に資する。 3. その結果を放送、ビデオ等の音声・音響伝達技術に応用し、新たな記録伝達方法の開発と改良に資する。 4. さらに声紋記録技術等にも応用し、実用的な多方面への応用に資する。 		

1. シリカ板表面の微細構造の解析

光コンパクトディスクにしてもフロッピーディスクにしても、良い録音状態を期待するためには、良い録音材料が必要であることは云うまでもない。

本研究においては、まづシリカ板表面の微細構造を、走査トンネル顕微鏡 (STM) を用いて観測し、走査電子顕微鏡 (SEM) による結果と比較した。

結果は図1に示すものであるが、写真①に示すSEM像に比べてSTM像はさらに微細構造をよく表していることが解る。これをさらに超微細に観測すると図2が得られる。

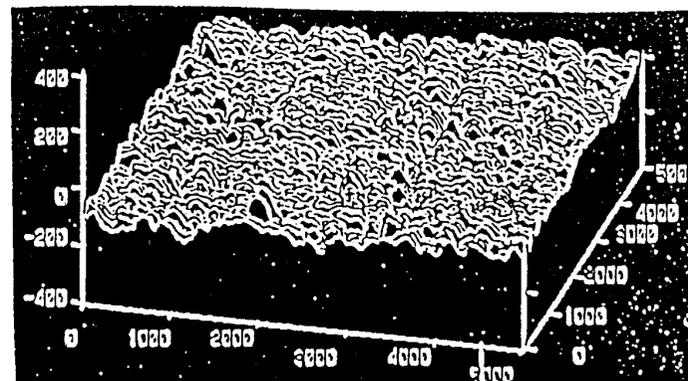
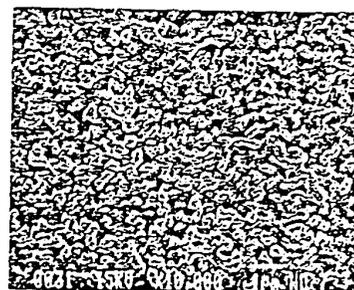


図1.シリカ板表面のSTM像



写真① シリカ板表面のSEM像

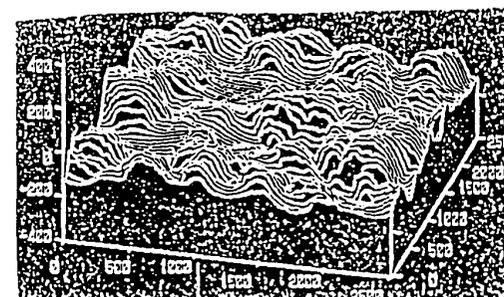


図2.シリカ板表面のSTM像(拡大図)

(注: フローチャート図, ブロック図, 構成図, 写真, データ表, グラフ等 研究内容の補足説明に御使用下さい)

様式-10

2. シリコンウェハー表面の微細構造の解析

シリカ板と同様にして、光コンパクトディスク用シリコンウェハーの表面の微細構造を観測した。結果は図3に示すものであるが、写真②に示すSEM像と比較して、STM像はさらに一層明瞭に微細構造が解析できることが解った。

図3は何も蒸着していないシリコンウェハーの原版である。図3では最大凸凹の高さ27.08nm、粗さ3.532nmと計測される。

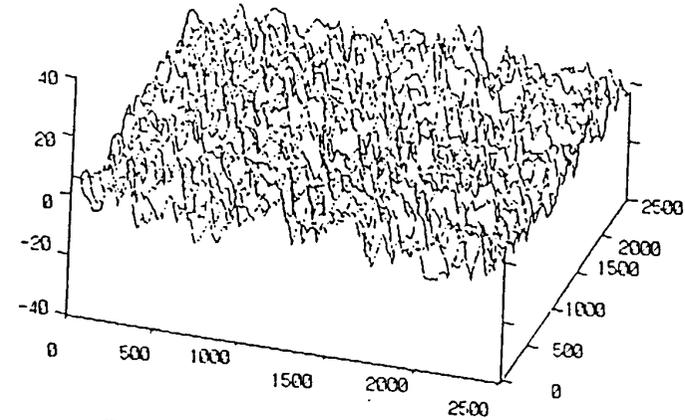
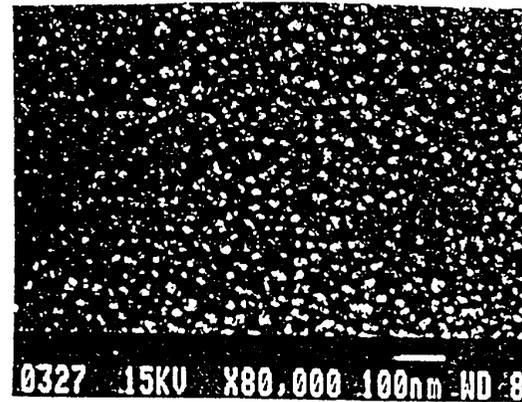


図3. シリコンウェハー表面の高分解能STM像



写真② シリコンウェハー表面のSEM像

(注： フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等 研究内容の補足説明に御使用下さい)

3. シリコンウェハの蒸着表面の検査と品質管理

光コンパクトディスク用のシリコンウェハの蒸着表面の検査は、厚み計による計測くらいでは不十分である。走査トンネル顕微鏡による観測は、前述のように、表面微細構造を検査するのに適している。そこで、実際に金蒸着したシリコンウェハの表面を観測すると図4のSTM像が得られる。この製品は清浄無傷の表面の良品であることを示している。ところが、図5は同様にして観測したものであるが、右隅には大きな突起と、左隅には深い溝が観測される。図6は図4の左隅の一部を拡大したものでその凸凹の高さは31.84nm、粗さは2.590nmである。図6は無傷の良品であることが解る。

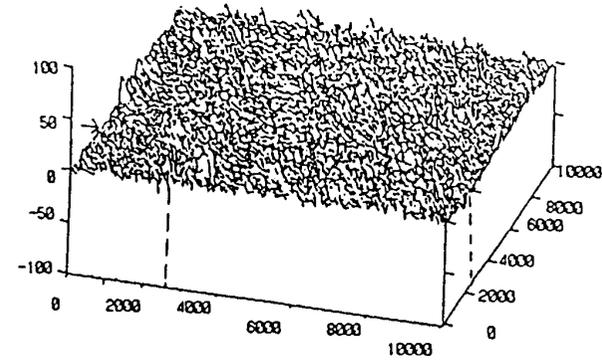


図4. シリコンウェハ金蒸着表面の広領域STM像

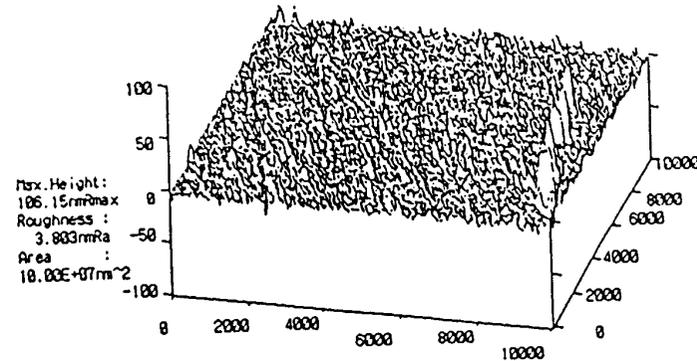


図5. シリコンウェハ金蒸着表面のSTMによる表面検査
右の白い凸部は付着ゴミ 左の黒い凹部はキズ

(注： フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等 研究内容の補足説明に御使用下さい)

説明書

(5/10)

図5の右隅に示される白い突起部分の吸着ゴミは最大凸凹高さ106.15nmと計測され、左隅の黒い條とみえる傷による粗さは3.803nmと計測され、傷の深さもnmのスケールで表すことができる。

なお、図7は図5の傷や吸着ゴミの部分を画像処理によりシャドウを付けて陰影表示したものである。

このようにして、図4の無傷の良品清浄表面と、図5のように左隅に傷があり右隅にゴミの付着した不良品の表面とを比較して製品の良否を検査、品質の管理をすることができる。

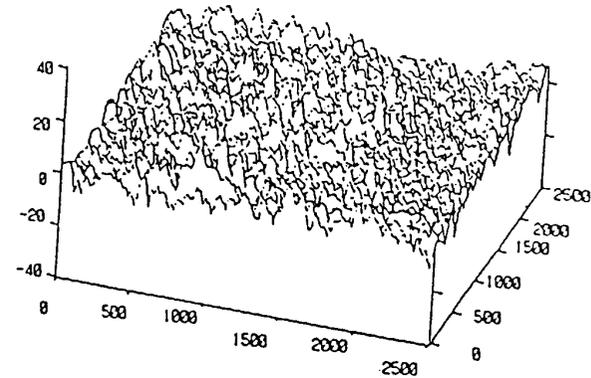


図6. シリコンウェハー金蒸着表面の高分解能STM像
(図4の左隅の部分)

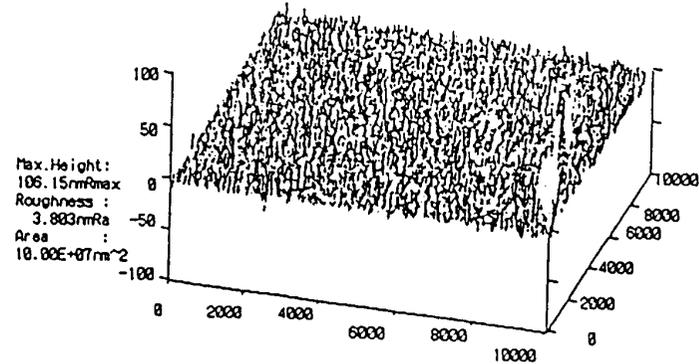


図7. シリコンウェハー金蒸着表面のゴミおよびキズのシャドウ付陰影像

(注： フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等 研究内容の補足説明に御使用下さい)

様式-10

(6/10)

4. 音楽が録音された光ディスク板の表面の走査

トンネル顕微鏡による解析

走査トンネル顕微鏡を用いて光ディスクに録音された音楽の記録は図8に示すものである。これは、ロリンマーゼル指揮、ウィーンフィルハーモニーオーケストラ演奏のベートーベン作曲交響曲第5「運命」の一節である。これを拡大すると図9、10が得られる。また、図11は同じ曲でカラヤン指揮のベルリンフィルハーモニーオーケストラの演奏になるものである。さらに図12にはこれの二次元等高表示を掲げる。図13は同じくシューベルト作曲の「未完成」交響曲のSTM像である。

現在このような観測、解析を行っているが、この研究の進展によって、近い将来、「音」の視覚化の条件が確立され、一般に「声」の録音状態も解析でき、多くの応用に発展することが期待される。

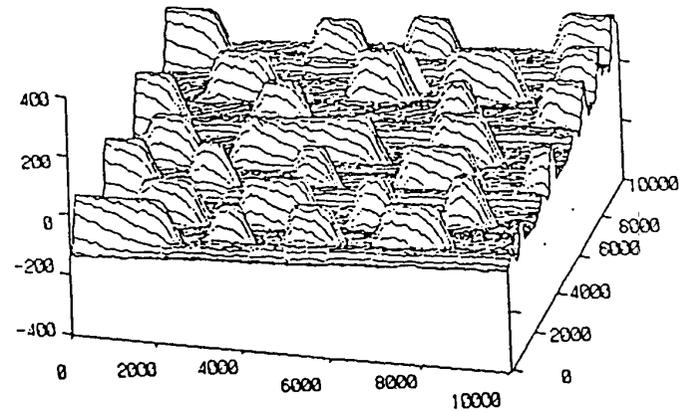


図8. 光コンパクトディスクに録音された音楽の広領域STM像

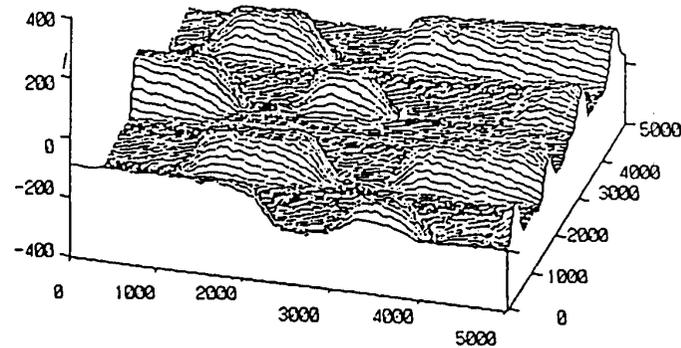


図9. 光コンパクトディスクに録音された音楽の中領域STM像

(注： フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等 研究内容の補足説明に御使用下さい)

(7/10)

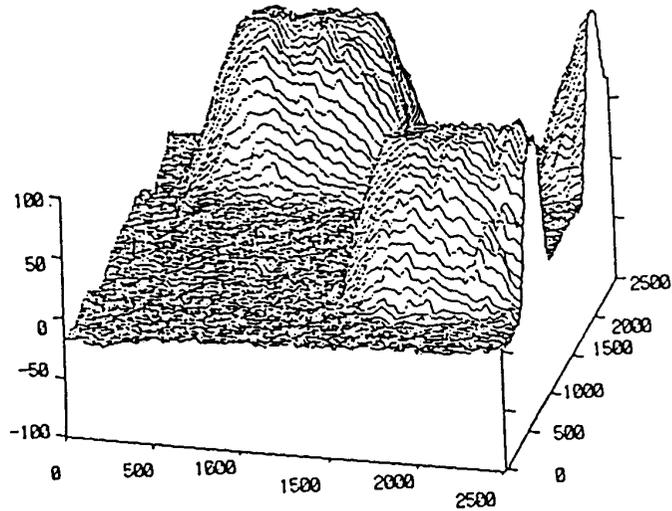


図10. 光コンパクトディスクに録音された音楽の高分解能STM像

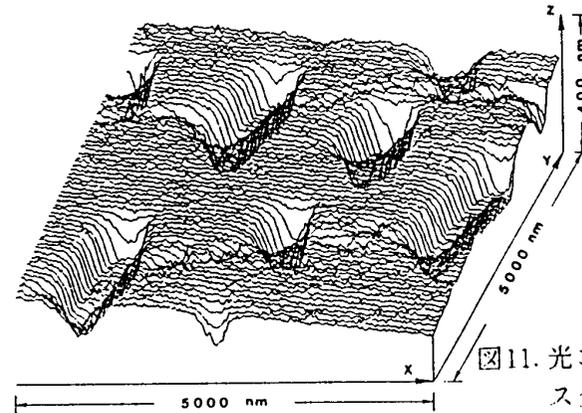


図11. 光コンパクトディスクに録音された音楽の近接場蛍光顕微鏡による透過光像

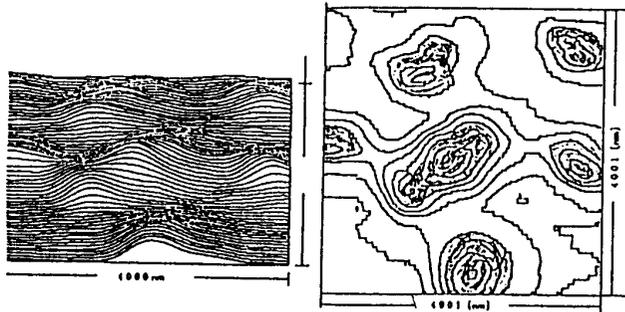


図13. 光コンパクトディスクに録音された音楽のトポグラフと二次元平面像

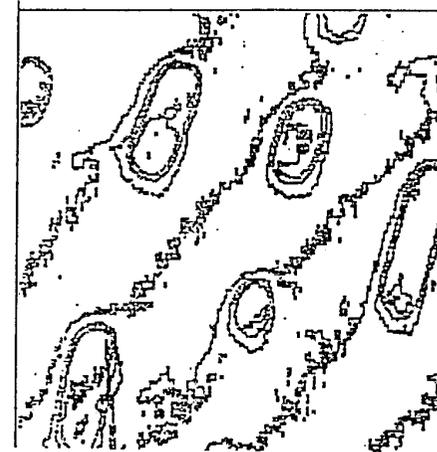


図12. 光コンパクトディスクに録音された音楽の二次元平面像

(注： フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等 研究内容の補足説明に御使用下さい)

説 明 書

(8 / 10)

研究成果の発表 ※別刷り添付
〔学会〕

- ① 走査トンネル顕微鏡、走査蛍光顕微鏡および走査電子顕微鏡による歯牙組織の放射線損傷の観測
波多野 博行、藤原 努、倉田 茂昭、根岸 秀幸
日本放射線影響学会、1988、Oct. 6 広島：J. Rad. Res., 30, 62 (1989)
- ② 走査型トンネル顕微鏡及び近接場走査型蛍光顕微鏡の開発とその応用
波多野 博行、岡崎 敏、笹谷 弘之、長村 俊彦
第24回応用スペクトロメトリー 東京討論会 3B13 1989/3/2-3 東京
- ③ Instrumentation of A Scanning Tunneling Microscope and a High-Resolution Scanning Fluorescence Microscope and their Application to Biological and Dental Research
H. Hatano, T. Fujihara, S. Kurata, H. Negishi, S. Okazaki
The 1989 Pittsburgh Conference, Abstr. Book No. 634 March 6-12 New York (1989) U. S. A.
- ④ 走査トンネル顕微鏡による微細構造の解析
波多野 博行、藤原 努、倉田 茂昭、根岸 秀幸
有機微量分析討論会、岡山 (1989)
- ⑤ Micro-porous of HPLC Packing Particles Observed by Scanning Tunneling Microscopy
H. Hatano, T. Fujihara, S. Kurata, H. Negishi, T. Hanai
Chromatography International Symposium 1989, 10.19 Tokyo
- ⑥ 走査型トンネル顕微鏡によるカラム充填剤の多孔微細構造の解析
波多野 博行、根岸 秀幸、藤原 努、倉田 茂昭、花井 俊彦
日本分析化学会、第38年会、仙台

(注： フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等 研究内容の補足説明に御使用下さい)

様式-10

説 明 書

(9/10)

- ⑦ Micro-Structures of HPLC Packing Materials Observed by Scanning Tunneling Microscopy
H. Hatano, T. Hanai, H. Negishi, T. Fujihara, S. Kurata
The 1990 Pittsburgh Conference No. 336 (1990) New York (USA)
- ⑧ Scanning Tunneling Microscopic Observation on Human Adult Teeth
T. Fujihara, S. Kurata, H. Negishi, H. Hatano
The 1990 Pittsburgh Conference No. 256 (1990) New York (USA)
- ⑨ 機能性材料の微細構造と新機能との関連の解析への走査トンネル顕微鏡技術の応用
波多野 博行、藤原 努、倉田 茂昭、根岸 秀幸、花井 俊彦
有機微量分析シンポジウム 1990 姫路

[研究会]

- ① カラム充填剤とその素材の多孔微細構造の走査型トンネル顕微鏡像
波多野 博行、花井 俊彦、根岸 秀幸、藤原 努、倉田 茂昭
液体クロマトグラフ研修会 1989. 8. 28. 京都
- ② 走査型トンネル顕微鏡による表面微細構造の解析
波多野 博行、花井 俊彦、根岸 秀幸、藤原 努、倉田 茂昭
日本化学会 SPGフォーラム89 1989. 10. 6. 東京

[学会誌]

- ① 分析から解析へ
ぶんせき、1990 (4) 296-302 (1990) ※ 2

(注: フローチャート図, ブロック図, 構成図, 写真, データ表, グラフ等 研究内容の補足説明に御使用下さい)

様式-10

説 明 書

(10/10)

[学内報告会]

- ① 走査トンネル顕微鏡による歯牙組織の観測
藤原 努、倉田 茂昭、根岸 秀幸、波多野 博行
神奈川歯科大学学会例会 1989年6月24日 横須賀
- ② 走査型トンネル顕微鏡による高速液体クロマトグラフ用カラム充填剤の多孔微細構造の解析
根岸 秀幸、藤原 努、倉田 茂昭、波多野 博行
神奈川歯科大学学会 第24回総会 1989.12.9 横須賀
- ③ 走査トンネル顕微鏡による成人大臼歯エナメル小柱と象牙細管の微細構造の解析
神奈川歯科大学紀要 基礎科学論集7号 97-100 (1990) ※3

[その他：専門誌]

- ① Development of High-resolution Optical Scanning Fluorescence Microscopy
S. Okazaki, H. Sasatani, H. Hatano, T. Hayashi, T. Nagamura
Mikrochim. Acta, (Wien), III.87-95 (1988)
- ② Scanning Tunneling Microscopic Observation of Dental Structures of A Permanent Tooth
H. Hatano, T. Fujihara, S. Kurata, H. Negishi
Anal. Letters, 23(1) 47-55 (1990) ※4

[その他：商業誌]

- ① 解析装置の機能化 Hyphenated instrumentation for extended technological analysis
HITACHI Scientific Instrument News, 32, (1/2), 1-6 (1989) ※1
- ② 走査トンネル顕微鏡による表面微細構造の解析
表面 28(5) 360-374 (1990) ※5

(注： フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等 研究内容の補足説明に御使用下さい)

様式-10