K43

フュームドシリカスラリーによる Cu-CMP 特性とスクラッチの簡易評価法

Brief assessment for scratches by fumed silica slurry on Cu-CMP

正 土肥 俊郎 (九州大) 正 黒河 周平 (九州大) 正 大西 修 (九州大)
 正 梅崎 洋二 (九州大) 河野 博之 ((株) トクヤマ) 〇学 山口 智士 (九州大)

Toshiro DOI, Kyushu University, motooka 744, nishi-ku, fukuoka-shi, Fukuoka
 Syuhei KUROKAWA, Kyushu University, motooka 744, nishi-ku, fukuoka-shi, Fukuoka
 Osamu OHNISHI, Kyushu University, motooka 744, nishi-ku, fukuoka-shi, Fukuoka
 Yoji UMESAKI, Kyushu University, motooka 744, nishi-ku, fukuoka-shi, Fukuoka
 Hiroyuki KONO, Tokuyama Co. Ltd tenjin1-14-16, tyuou-ku, fukuoka-shi, Fukuoka
 Satoshi YAMAGUCHI, Kyushu University, motooka 744, nishi-ku, fukuoka-shi, Fukuoka

Key Words: Cu-CMP, scratch, LPC, fumed silica

1. 緒言

超 LSI デバイス製造工程内のウエハ平坦化には, CMP (Chemical Mechanical Polishing) プロセスが適用されている。しかし, CMP プロセスでは微細な加工欠陥(マイクロスクラッチやピットなど)が問題視されており, これら加工欠陥低減の要求は, LSI 微細化に伴いさらに厳しくなることは必至である。

そこで本研究では, フュームドシリカスラリーによる層間絶縁膜(SiO₂ 膜)CMP 工程での, マイクロスクラッチに着目して研究をすすめている。スクラッチ発生要因としては, スラリー中の粗大砥粒が考えられており, その大きさや粗大砥粒数(Large Particle Counts; LPC)はスラリー原料物性・調整条件で変化すると考えられている。スラリー原料物性・調整条件と粗大砥粒数・CMP 加工特性(スクラッチ数)との関係を定量的に評価することを目指としている。

当初は SiO₂ 膜を使用し, レーザ顕微鏡観察による簡易評価法を検討してきた¹⁾。しかし, 顕微鏡観察で観測されたスクラッチが極めて少なく(検鏡領域 4mm×8mm), スラリー調整条件によるスクラッチ差異が顕著でないことがわかった。そこで, 微小スクラッチの検出ができるように, SiO₂ 膜より軟質な Cu ウエハを使用した簡易評価法を検討した¹⁾。本報告では, スラリーの LPC と簡易評価法によるスクラッチ数との関係について述べる。

2. 実験方法

本研究では, 3 成分(超純水, フュームドシリカ, 水酸化カリウム)から成るフュームドシリカスラリーを 5 種(砥粒濃度 12.5wt%, pH10.6)試作した。その調整条件を図 1 に示す。スリーワンモータとホモミキサー攪拌工程では回転翼を利用し, 高圧ホモジナイザ分散工程では高圧シリンジポンプを利用して砥粒を分散させた。試作スラリーの 5 種については, 孔径 1.0μm のデプスフィルターを用いてスラリー中の粗粒を除去した。また比較のため市販フュームドシリカスラリーを使用した。試作したスラリーの LPC の測定を, 個数カウント方式粒度分布計 AccuSizer780A(PSS 社製)を用いて行った。

また, Cu ウエハの研磨条件及び実験手順をそれぞれ表 1,

図 2 に示す。

Fig. 1 Manufacturing process of slurry

Table 1 Polishing condition

Polishing machine	NF-300
Polishing pad	IC1000/SUBA400(XY-groove)
Wafer	Cu wafer (φ 3 inches)
Polishing pressure	102 gf/cm ² (10.0 kPa)
Platen and wafer rotation speed	60 min ⁻¹
Slurry	Colloidal silica slurry (PLANELITE-7101) Fumed silica slurry (SS-25, 12.5 wt%) (slurry⑥) Experimental production of slurry (slurry①~⑤)
Slurry flow rate	50 ml/min
Time	2 min

Fig. 2 Proceeding of the experiment

3. 実験結果・考察

各スラリーの LPC を図 3 に示し、スラリー①と②の粗粒の粒度分布を図 4 に示す。図 3 から明らかなようにスラリー①と②の比較及びスラリー③と④の比較から、ろ過により LPC は減少した。図 5 からスラリー①と②を比べると、粒径が $1\mu\text{m}$ 以上の粗粒をろ過によって除去できたことが明らかになった。また、濃度・pH 調整は高圧ホモジナイザ処理後に行った方が同処理前に比べて LPC が少ないことが分かった（スラリー③と⑤の比較）。これは高圧ボモジナイザ処理後のスラリーの場合はアルカリ添加がスムーズに進行するのに対し、スラリー⑤のように粗粒を含む場合は、粗粒内に拘束されたケイ酸溶液が徐々に中和されてゲル化するために、高圧ホモジナイザ処理を行っても、シリカ粒子は細かくなりにくいためと考えられる。

各スラリーの単位面積当たりの Cu ウエハのスクラッチ数を図 5 に示す。図 5 からろ過工程によりスクラッチ数は減少したことが分かる。また、濃度・pH 調整は高圧ホモジナイザ前に行った方がスクラッチ数は少なかった。これは濃度・pH 調整を高圧分散前に行ったために、軟質な粗粒と硬質な粗粒の 2 種類が発生したためと推定される。

図 6 にスクラッチ数と LPC の相関を示す。両者の相関係数は 0.70 であり、強い相関を示すことが明らかになった。

今後は、濃度・pH 調整が砥粒に与える影響について調べて、スクラッチ数が少なかった原因を調べる。また、スクラッチのばらつきについても検討し、簡易評価法の精度の改善を図る。

4. 結言

スラリーの調製条件との関係を調べるために、LPC の測定と Cu ウエハによる簡易評価法を用いたスクラッチ数の測定を行った。その結果、ろ過によって LPC とスクラッチ数が共に減少した。調整条件に応じて LPC・スクラッチ数が変化することが明らかになった。さらに、スクラッチ数と LPC は強い相関を示した。また、高圧分散前に濃度・pH 調整を行うと LPC が多いわりにスクラッチ数は少なかった。これは濃度・pH 調整を分散前に行ったために、軟質な粗粒と硬質な粗粒が発生したためと推定される。

今後は、濃度・pH 調整が砥粒に与える影響について調べる。また、スクラッチのばらつきについても調査・検討し、簡易評価法の精度の改善を図る。

文 献

- 1) 山口, 土肥, 河野, 層間絶縁膜 CMP 用フュームドシリカス

ラリーとスクラッチ欠陥発生との関係, 精密工学会熊本地方講演会講演論文集, (2010), pp. 1-2.

Fig.3 LPC of test slurry

Fig.4 Relationship between particle size and LPC

Fig.5 Relationship between scratch of Cu wafer and test slurry

Fig.6 Correlativity between scratches of Cu wafer and LPC