

凍結洗浄における純水への薬液添加の影響

Effects of dopant to DIW in freeze cleaning method

芝浦メカトロニクス¹, 名古屋大学低温プラズマ科学研究センター² ○中村美波¹, 出村健介¹,中村聡¹, 神谷将也¹, 服部圭^{1,2}Shibaura Mechatronics Corp.¹, Nagoya Univ. Center for Low-Temperature Plasma Sciences²,°Minami Nakamura¹, Kensuke Demura¹, Satoshi Nakamura¹, Masaya Kamiya¹, Kei Hattori^{1,2}

E-mail: minami.nakamura@shibaura.co.jp

半導体デバイス製造で原盤として使用されるフォトマスクは、繰り返し洗浄して使用される。この為洗浄に対しても性能要求が厳しい。液体を用いた一般的な洗浄は、基板表面から $\leq 100\text{nm}$ の領域(滞留層)では実質的に流れがゼロとなるので、この領域内の異物除去は原理的に不可能である。我々は滞留層に埋もれる程に小さな異物を除去する方法として、水が氷る際の体積膨張を利用して基板から引き剥がす新たな洗浄方法;凍結洗浄を開発した^[1]。この手法は、異物と基板との間に浸入した水が氷る際に、体積膨張して異物を基板から引き剥がし、継続して冷却されることで氷が成長し、異物諸共基板から浮力によって滞留層を抜け出すものである。今回我々は、水に微量の薬液(アンモニア)を添加する効果を検討した。評価方法概略と、基板表面の温度経過を Fig.1 に示す。石英基板にアンモニア水を盛り、石英基板裏面から冷却 N_2 ガスで基板を冷却すると、室温から氷点②を越え過冷却状態③を経て、約 -28°C で水→氷の相転移④をし、約 -4°C で数秒間維持⑤された後、再度冷却を始め⑥、放射温度計の測定下限界(-50°C)を越えたのちに、表面の氷が破砕する⑧。

Fig.1 の氷が破砕するまでの時間⑦の、アンモニア濃度に対する依存性を Fig.2 に示す。Fig.2 からアンモニア濃度が高くなるに従って、破砕時間が短縮している傾向が認められる。氷結晶中のアンモニア濃度が高い程。氷結晶中の転位密度が高くなる事が知られている^[2]。氷の破砕は、冷却による熱収縮に耐え切れなくなる温度で発生すると考えられ、アンモニアの添加量によって、破砕の種となる結晶転位密度が変化し、破砕するまでの時間(=温度)が変化すると理解できる。基板にかかる内部応力が小さいうちに氷が破砕し、そのエネルギーが解放されると考えると、凍結洗浄におけるパターン倒壊など、基板へのダメージを軽減できる可能性が考えられる。当日、これらの評価結果についても報告する。

【参考文献】

[1]Kei Hattori. et al., J. Micro/ Nanolithography, MEMS, and MOEMS, 044401-1(2020).

[doi.org/ 10.1117/1.JMM.19.4.044401].

[2]小黒 貢,北海道大学工学部研究報告, 74,83-94(1975).

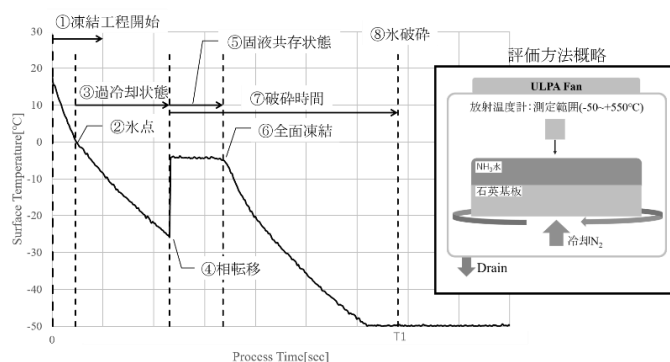
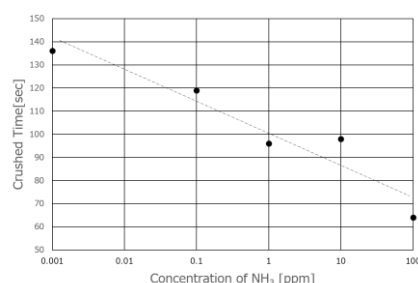


Fig.1: Temperature profile and Evaluation method outline

Fig.2: The dependence to NH_3 concentration of crushed time