

メニスカス力による熱酸化された中空構造シリコン膜の局所転写

Local Area Transfer of Thermally Oxidized Silicon Films with Midair Cavity

Using Meniscus Force

広大院 先端研 ○赤澤 宗樹, 酒池 耕平, 中村 将吾, 福永 貴司,

林 将平, 森崎 誠司, 東 清一郎

Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima University

○M. Akazawa, K. Sakaike, S. Nakamura, T. Fukunaga, S. Hayashi, S. Morisaki, S. Higashi

E-mail: semicon@hiroshima-u.ac.jp

序＞これまでに我々は、ガラス基板上高性能薄膜トランジスタ(TFT)作製のために中空構造 a-Si 膜へ近赤外半導体レーザを照射することにより、転写先ガラス基板上に転写と同時に結晶化が出来ることを報告してきた[1]。今回、より低温で転写を行う技術としてメニスカス力を利用した Si 膜の転写技術を新たに提案する。本研究では、更なる高性能 TFT の実現のために、中空構造を形成した Si 膜に熱酸化を行った後に、メニスカス力によるガラス基板への転写を試みた。熱酸化膜を形成することにより、良好な Si/SiO₂ 界面を形成出来き、更に転写先基板から Si 膜への不純物拡散防止も期待出来る。

実験＞厚さ 100 nm の Si 膜をフォトリソグラフィ、ドライエッチング(CDE)により細線長(L)5, 15 μm 、幅 3 μm の 2 種類のドッグボーン形状にパターニング後、33 %の HF で SiO₂ を等方性エッチングにより Fig. 1(a)のような SiO₂ 柱に支えられた中空構造 Si 膜を作製した。Si 膜の内部に観察される円及び線は SiO₂ 柱が Si 膜を透過して見えたものである。その後、熱酸化により厚さ 10 nm の酸化膜を形成した。次に、作製した Si 膜の転写を試みた。Si 膜とガラス基板(コーニング社 Eagle2000、厚さ 0.5 mm)との間に純水 10 μL を介して、対向密着させる。80 $^{\circ}\text{C}$ のヒータ加熱により内部の水分を蒸発させた後、自然分離させることで、ガラス基板への転写を行った。各工程の Si 膜を光学顕微鏡により観察した。また、熱酸化前後の Si 膜の形状変化を走査型電子顕微鏡(SEM)により評価した。

結果及び考察＞Fig. 1(b)に熱酸化後の各細線長の中空構造 Si 膜の光学顕微鏡像を示す。 $L = 15 \mu\text{m}$ の Si 膜において、Fig. 1(a)の膜と比較して膜のたわみまたは膜厚ばらつきによる干渉色が確認され、Fig. 1(d)の SEM 像から測定した細線部分の元の位置からのずれは約 400 nm であった。一方、 $L = 5 \mu\text{m}$ の膜では顕著な色の変化は観察されず、SEM 像から求めたずれは約 50 nm であった。この結果から細線長を短くすることで膜のたわみを抑制して、中空の状態でも Si 膜を熱酸化出来ることが分かった。次に、ガラス基板へ転写した Si 膜を Fig. 1(c)に示す。 $L = 5 \mu\text{m}$ の Si 膜は形状を完全に維持した状態で転写出来ていたが、 $L = 15 \mu\text{m}$ の膜は細線の一部が浮いていることが確認された。この原因は、転写前の膜のたわみによるものと唆される。この転写の概念図を Fig. 2 に示す。まず、水分の蒸発により Si 膜とガラス基板間に毛管架橋が形成される。その後、更に水分が減少することで Si 膜とガラス基板間に働くメニスカス力が増大し、最終的に Si 膜が SiO₂ から分離することでガラス基板へ転写されたと考えられる。

結論＞短い細線長の中空構造 Si 膜は膜のたわみを抑制し、熱酸化可能であることが分かった。また、メニスカス力を用いた転写技術により細線長の短い Si 膜を転写前の形状を維持した状態でガラス基板上へ転写出来た。

謝辞＞本研究の一部は、広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所(RNBS)の施設を利用した。また、本研究の一部は最先端・次世代研究開発支援プログラム(NEXT プログラム)の下に行われた。

文献＞[1] 酒池 他, 第 60 回春季応用物理学会学術講演 29a-A3-5.

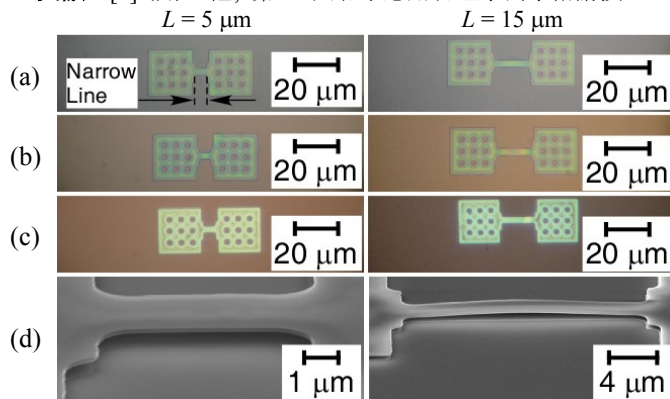


Fig. 1. Optical microscope images of (a) Si films with midair cavity, (b) thermally oxidized Si films before transfer and (c) transferred Si films on glass substrate and (d) SEM images of line of oxidized Si film before transfer ($\theta = 70^{\circ}$), respectively.

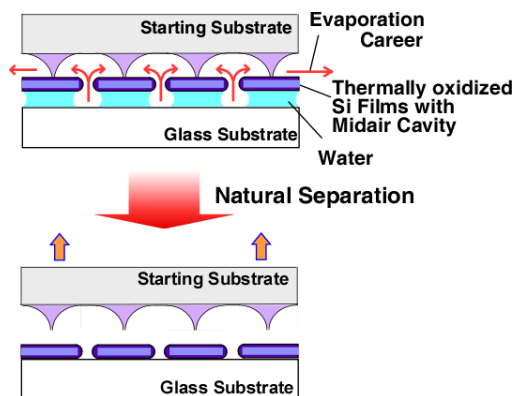


Fig. 2. Schematic diagram of transfer of Si films to glass substrate using meniscus force.