

課題番号 : F-13-RO-0009  
 利用形態 : 技術代行  
 利用課題名(日本語) : ポリイミド微細加工における蒸着温度の影響  
 Program Title (English) : Effect of the deposition temperature on the microfabrication of polyimide  
 利用者名(日本語) : 春木 将司  
 Username (English) : M.Haruki  
 所属名(日本語) : 広島大学大学院工学研究院物質化学工学部門  
 Affiliation (English) : Chemistry and Chemical Engineering Division, Faculty of Engineering

## 1. 概要 (Summary)

近年のエレクトロニクス分野における電子機器の小型化や高集積化の流れは加速しており、絶縁材として用いられるポリイミドにも微細な加工が求められている。代表的な既存のポリイミド加工法として、溶液重合法ならびに蒸着重合法があるが、溶液重合法はポリイミドの前駆体であるポリアミド酸溶液の粘度が高いため、微細孔内への浸透性が悪いこと、蒸着重合法では原料供給速度がモノマーの昇華圧に大きく依存し、成膜速度が遅いことが問題となる。これに対し超臨界二酸化炭素は低粘性、高拡散性であり、有機化合物に対する溶解性を有するため、高濃度でモノマーを微細空間へ輸送し、迅速な成膜・埋め込みを達成するのに適した溶媒であると考えられる。本研究では、微細なパターンを付したシリコンウエハを微細空間のモデルとして利用し、超臨界二酸化炭素による成膜実験を行い、基板温度が薄膜性状に与える影響について検討した。

## 2. 実験 (Experimental)

ポリイミドはジアミンとテトラカルボン酸二無水物より得られるが、本研究では Kapton のモノマーである、4,4-ジアミノジフェニルエーテル(ODA)と 1,2,4,5-ベンゼンテトラカルボン酸二無水物(PMDA)を用いた。また、補助溶媒として N,N-ジメチルホルムアミド 20mol%を超臨界二酸化炭素に添加した。成膜基板には、広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所内に設置されているマスクレス露光装置(ナノシステムソリューションズ, DL-1000)ならびに深堀用エッチング装置(住友精密工業, MUC-21)にて作製した深さ30 $\mu\text{m}$ 、幅5 $\mu\text{m}$ のトレンチを格子状に付したシリコンウエハを用いた。また、成膜には Fig. 1 に示す流通型の装置を用いた。

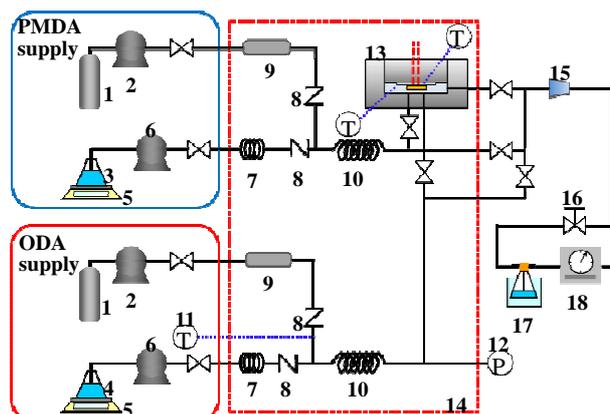


Fig. 1 Schematic diagram of the deposition apparatus.

1. CO<sub>2</sub> cylinder; 2. HPLC pump for CO<sub>2</sub> supply; 3. PMDA + DMF solution; 4. ODA + DMF solution; 5. electric balance; 6. HPLC pump for the monomer + DMF solution; 7. preheating tube; 8. check valve; 9. buffer tank; 10. line mixer; 11. thermocouple and indicator; 12. pressure gauge and indicator; 13. cold-wall type deposition reactor; 14. thermostatic air bath; 15. filter; 16. precision pressure controller; 17. waste collection flask; 18. wet type gas flow meter.

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

圧力 30MPa、基板温度を 150、200 ならびに 230 °C において 90 分間成膜した結果を Fig. 2 に示す。いずれの温度においてもトレンチ底部まで数百マイクロメートルのポリイミド薄膜が形成され、また、得られた薄膜の厚さはトレンチ外表面から底部までほぼ同じであった。

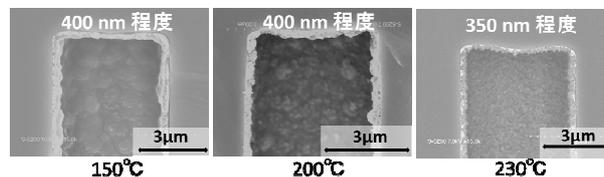


Fig. 2 SEM images for cross-section of bottom portion of trench after deposition at 150, 200 and 230°C.

## 4. その他・特記事項 (Others)

なし。

## 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) 春木ら, 化学工学会第 79 年会, 平成 26 年 3 月 18 日.

## 6. 関連特許 (Patent)

なし。