

※課題番号 : F-12-UT-0062  
※支援課題名 (日本語) : 極微細シリコン立体構造を用いた流体システム  
※Program Title (in English) : Ultra Fine Silicon 3D Structures for Micro Gas System  
※利用者名 (日本語) : 久保田雅則  
※Username (in English) : Masanori Kubota  
※所属名 (日本語) : 東京大学大学院工学系研究科総合研究機構  
※Affiliation (in English) : Institute of Engineering Innovation, School of Engineering, the University of Tokyo

※概要 (Summary) :

DRIE で作製するシリコンのディープサブミクロン幅の超高アスペクト比立体構造をセンサーやポンプに応用し、CMOS-MEMS 集積型の Intelligent Micro Gas System の構築を目指している。本年度は、DRIE 及び超臨界流体成膜を用いて形成した高アスペクト比ナノギャップを応用して、0.1 気圧から数十気圧までの高い圧力範囲で動作する Pirani 型圧力センサーを開発した。従来の Pirani 圧力計は真空計に分類されるが、マイクロ加工技術を応用することでその動作範囲を変化させることが可能である。

※実験 (Experimental) :

高速大面積電子線描画装置を用いて SOI ウエハ上に Pirani ゲージのパターニングを行った。Pirani ゲージはヒーターとヒートシンクから構成されているが、それらの間のギャップ長やヒーターの長さなどが動作範囲や感度を決定する重要なパラメータである。ギャップ長を 200nm から 5 ミクロンまで変化させたパターンを描画し、シリコン深掘りエッチング装置を用いてボッシュプロセスでエッチングを行った。クリーンドラフト潤沢超純水付中において、フッ酸蒸気によるリリースでヒーターを浮かせた後、研究室の超臨界流体成膜技術を用いて銅の成膜を行い、ヒーターの表面を 200nm 厚さの銅でコーティングした。この工程で 450nm だったギャップが 50nm まで縮まった。最終的に FIB 装置によって素子の電気的な分離を行った。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

超臨界流体成膜によってヒーターとヒートシンク間のギャップを 50nm まで小さくすることができた。これは犠牲層エッチングを用いて作製された平面型のピラニーゲージに匹敵するギャップ長であり、こ

のような超高アスペクト比構造をウエハの厚み方向に立体的に形成できる技術が開発されたことで、幅広い応用が期待できる。また、銅の成膜によりヒーターの低抵抗化・抵抗率の温度係数のリニア化が実現した。本研究によって、大気圧付近を動作範囲の中心とし、68 気圧以上でも感度がある熱伝導型圧力センサーを実現することができた。

※その他・特記事項 (Others) :

参考文献

M Kubota *et al.*, "A 50 nm-Wide 5  $\mu$  m-Deep Copper Vertical Gap Formation Method by A Gap-Narrowing Post-Process with Supercritical Fluid Deposition for Pirani Gauge Operating over Atmospheric Pressure", *IEEE MEMS2012*, pp. 204–207, 2012.

共同研究者等 (Coauthor) :

三田吉郎, 工学系研究科電気系工学専攻, 准教授  
杉山正和, 工学系研究科総合研究機構, 准教授

論文・学会発表

(Publication/Presentation) :

久保田雅則, 「極微細シリコン立体構造を用いた熱伝導圧力センサ」、東京大学博士論文(2012.7)