

# 先端材料部門 機能評価研究分野 (曾根正人研究室)

Email: msone@pi.titech.ac.jp

http://www.ames.pi.titech.ac.jp/

## (研究分野)

次世代電子デバイスやマイクロマシン用材料として過酷な条件で使用される先端材料の開発を行うとともに、耐久性と信頼性を評価する手法の開発・研究を行っている。

## (研究テーマ)

### 1) 超臨界流体技術を用いたナノ構造制御材料の開発

(曾根正人, CHANG, Tso-Fu Mark)

近年、マイクロマシンやMEMSへの応用を念頭に置いたナノメートルサイズの材料の製造方法や応用に興味を持たれている。ナノメートルサイズの材料の製造には、界面張力が大きな問題となっている。そこで、界面の発生しない、気体と液体の中間的な状態である超臨界流体が、注目されている(図1)。本研究室では、超臨界流体技術とめっき技術を融合することにより、「超臨界ナノプレーティング(SNP)」法(図2)を開発した。この技術において、電気めっき反応は、超臨界二酸化炭素とめっき液と界面活性剤のエマルジョン中で行われる(図3)。電気めっきにおいては、金属の析出と同時に起こる水の電気分解に由来するピンホールが大きな問題となっているが、SNP法により得られた金属皮膜はピンホールがない(図4)。このことは、金属皮膜のナノメートルレベルの制御において優位性を持つ。

また、最近、SNP法を半導体製造技術に応用した。図5は、SNPにより直径60nmのホールに埋込銅配線したサンプルの透過型電子顕微鏡写真である。この図より、直径60nm、アスペクト比2のホールに銅が欠陥なしかつ単結晶で埋め込まれていることがわかる。

### 2) MEMSに用いる高分子微細構造上への金属配線手法の開発 (曾根正人, CHANG, Tso-Fu Mark)

高分子MEMSは、バイオMEMSへの応用が有望視されている。微細な構造を有するMEMSには、この高分子材料に微細な構造を有する機械システムを作成する必要がある。本研究室ではフォトリソグラフィによってレジスト材料の微細構造体を作製しており、これを微細樹脂鋳型として使用し、SNPを中心とした配線手法を用いることで、新規の電鍍法が確立できると考え、技術開発を行っている。

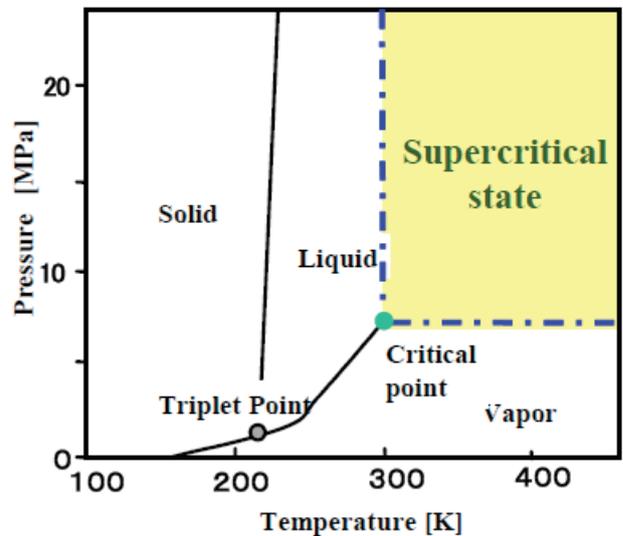


図1 二酸化炭素の相図

Fig.1 Phase behavior of CO<sub>2</sub>

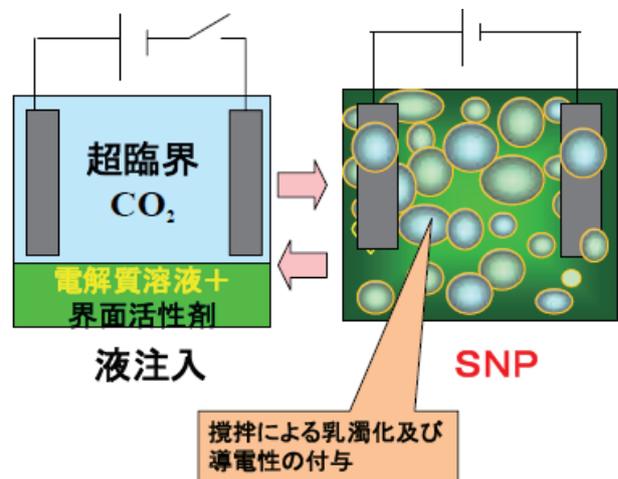


図2 SNPの概念図

Fig.2 Scheme of SNP

# Advanced Materials Division

## Advanced Materials Evaluation Section

### (Masato Sone Group)

**(Research Field)**

Fundamental research and development of new advanced materials and new evaluation methods for the materials, especially for micro-machines and next generation semiconductor devices.

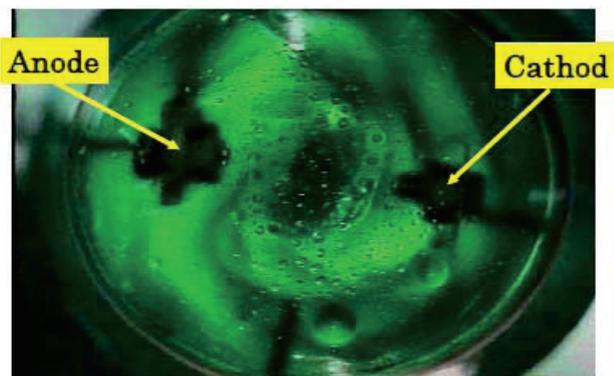


図3 SNPの反応の様子  
Fig.3 Reaction state of SNP

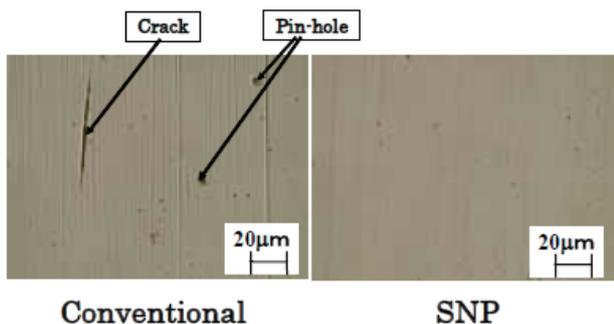


図4 通常めっきとSNPにより得られた金属皮膜の顕微鏡写真  
Fig.4 Micrographs of Thin Metal Films Plated by Conventional Plating and SNP

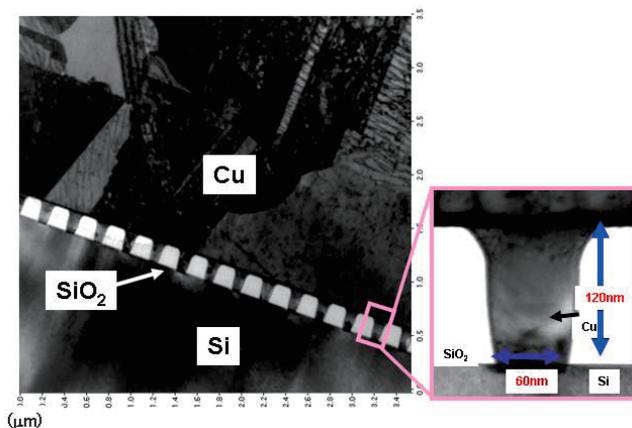


図5 SNP法によるφ60nmホールTEGのTEM像  
Fig.5 Cross-section TEM Micrograph of Wired Cu into φ60nm Hole TEG by SNP

**(Current Topics)**

**1) Nano-Structural Control of Metallic Materials with Supercritical Fluid Technology** (M. Sone and CHANG, Tso-Fu Mark)

In recent years, the interest in the preparation and application of nanometer size materials is increasing, and they can exhibit properties of great industrial interest, for example Micro Electro Mechanical System (MEMS) and micro machine. In preparation of nanometer size material, an interface tension has a large effect for controlling the shape. Thus supercritical fluid, which is an intermediate state of gas and liquid, without interface tension, has attracted attention (Fig.1). Therefore, an innovative electroplating technology “Supercritical Nanoplatin”, which is a hybrid of supercritical fluid and electroplating technology, has been proposed (Fig.2). In this technology, electroplating reactions are carried out in emulsion of supercritical carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and electroplating solution with surfactants (Fig.3). The plated film by this method did not have any pinholes, which come from hydrogen babbles produced by the electrolysis of water (Fig.4). Moreover, we have applied SNP into integrated circuit technology. Fig.5 shows cross-section a TEM micrograph of wired Cu into hole TEG by SNP. This figure demonstrated that SNP can wire Cu into φ60nm hole with aspect ratio of 2.0, and the wired Cu formed single crystal without void.

**2) Development of Metal Wiring Method on Fine Polymeric Structure for MEMS** (M. Sone and C. CHANG, Tso-Fu Mark)

Polymer-MEMS is a great candidate for realization of bio-MEMS. In the MEMS with fine structure, a fine mechanical system is designed on the polymeric materials. In this laboratory, the fine polymeric resist structure was fabricated by photolithography and we have utilized the fine patterned structure for fine mold. We have proposed and developed a new wiring method that the electroplating method including SNP is applied into the fine resist patterning technique.