

## C-14

ディップコート法によって電極間に架橋した C<sub>60</sub> ウィスカーGrowth of C<sub>60</sub> whisker between electrodes by the dip coat method○田上 祐貴<sup>1</sup>, 櫻田 克矢<sup>2</sup>, 岩田 展幸<sup>3</sup>, 山本 寛<sup>3</sup>Yuki Tagami<sup>1</sup>, \*Katsuya Uruchida<sup>1</sup>, Nobuyuki Iwata<sup>2</sup>, Hiroshi Yamamoto

Abstract: Now, the limit of downsizing in the integrated circuit of a silicon system semiconductor has become clear. As a way out of such a situation, we are considering production of the nano device by C<sub>60</sub> whisker. In this experiment, the vacuum evaporation system was used on the SiO<sub>2</sub> board, and the electrode was produced. Then, the dip coat was performed in order to make C<sub>60</sub> whisker bridge between electrodes. Since C<sub>60</sub> whisker grew too much when raising speed was performed in 1 um/sec last time, and it was not growing up at all when it carried out in 100 um/sec, it experimented this time in 10 um/sec which exists between them.

A little C<sub>60</sub> whiskers grew as a result. However, since bridge construction was not carried out between electrodes, I performed parent water disposal from now on, and think that it will experiment again.

## 1. 背景・目的

トランジスタというデバイスの発明以降,電子デバイスは小型化,高集積化,高速化が求められ,より小さく,より早いデバイスを作製する為の研究がおこなわれてきた.

現在,シリコンを中心としたトップダウン技術では,2002年の時点で100nm未満の回路最小寸法が実現されている.また,電子線リソグラフィの分解能はすでに10nmを下回っている.巨額の設定投資費を考慮しないなら数10nm以下の最小寸法の回路を大量生産することも可能である.しかし,以下のような物理的な問題が指摘されている.寸法のわずかなばらつきが特性に大きな影響を与える.ドーピングは統計的なばらつきが大きくなり利用できなくなる.熱の放散が困難になる.不要な量子化現象や単電子現象が現れている.このように技術的・本質的な問題を解決できない状況に直面し始め,シリコン系半導体の集積回路におけるダウンサイジングの限界が判明している.

このような状況の打開策として,素材は,無機物から分子単体で機能をもつ有機物が注目されている.有機物を自己組織化させて,電子デバイスを作製するボトムアップ法によるデバイス作製が試みられている.

そこで,本研究ではC<sub>60</sub>を有機溶媒によって溶かし,その後溶液を気化させることによって得られるC<sub>60</sub>ウィスカーによるナノデバイスの作製を検討している.C<sub>60</sub>ウィスカーはC<sub>60</sub>を溶かす有機溶媒の種類を変化させることによって形状をさまざまに変化する<sup>[1-2]</sup>.さらに針状に成長したC<sub>60</sub>ウィスカーを使用したトランジスタの作製にも成功しており<sup>[3-4]</sup>,C<sub>60</sub>をチャネルとしたトランジスタを簡易に作成することができる可能性を示唆している.しかしながら現段階ではその成長のメカ

ニズムは解明されておらず,成長位置の制御もできていないため,プローブを使用し電極間に設置する<sup>[1,3]</sup>,電極間にC<sub>60</sub>ウィスカーをばらまき架橋させる<sup>[1,4]</sup>などの手法がとられており,簡易に作製することが困難になっている.そこで我々はC<sub>60</sub>ウィスカーの成長位置,成長方向を制御する方法として,表面処理とディップコート法に着目した.表面処理を施し親水性を持たせることでC<sub>60</sub>ウィスカーの成長位置の制御,ディップコート法によりC<sub>60</sub>ウィスカーの成長方向を制御し,トランジスタの簡易作製を目指した.本報告ではC<sub>60</sub>ウィスカー成長のディップコート引き上げ速度依存性について議論する.

## 2. 実験方法

## 2-1 電極作製

図1に今回行った実験の手順の概略図を示す.

まず,SiO<sub>2</sub>基板を洗浄し,レジスト液をスピコート装置によって成膜した.その後,リソグラフィ装置により,パターニングを行った.そして,真空装置によって,Au/Cr膜を蒸着し,最後に剥離液を用い,超音波洗浄によってレジスト液を剥離した.

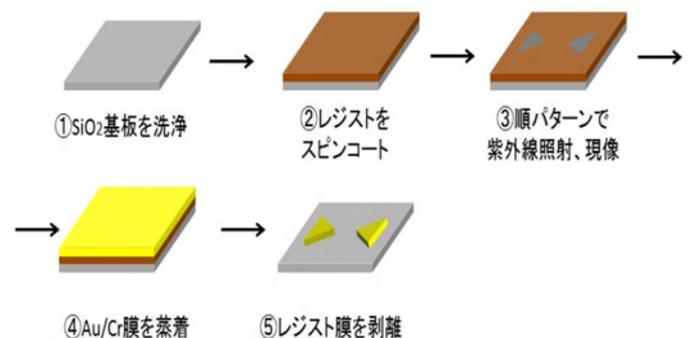


図 2-1 実験手順の概略図

また,表 2 に Au/Cr 膜の蒸着の条件を示す. 60A の電流を 600 秒流すことで Cr を蒸発させ,それから同じように 60A の電流を 60 秒流すことで Au を蒸発させた.

表 2 蒸着の条件

	質量[g]	電流[A]	蒸着時間[sec]
Cr	2	60	600
Au	0.02	60	60

### 2-2 ディップコート

有機溶媒に m-xylene を用い,図 2-2 の装置を用いて,表 3 の条件でディップコートを行った.

表 3 ディップコート条件

浸漬時間	600sec
引き上げ速度	10um/sec

### 3. 結果

図 3-1 に 1um/sec でディップコート前の基板表面像を示す

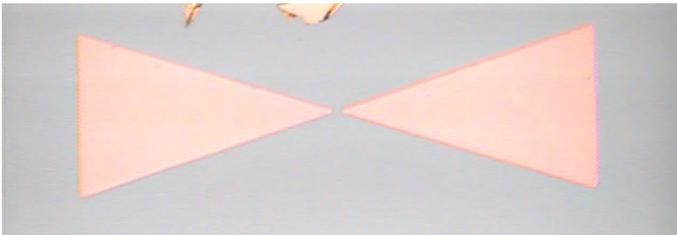


図 3-1 1um/sec でディップコート前の基板表面像

図 3-2 に 1um/sec でディップコート後の基板表面像を示す.

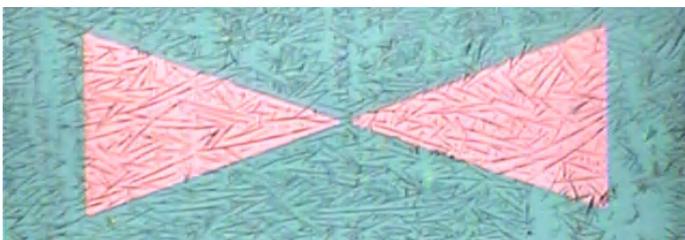


図 3-2 1um/sec でディップコート後の基板表面像

図 3-1 の基板を 1um/sec でディップコートすると,図 3-2 のように電極全体に C<sub>60</sub> ウィスカーが成長していた.図 3-3 に 10um/sec でディップコート前の基板表面像を示す.

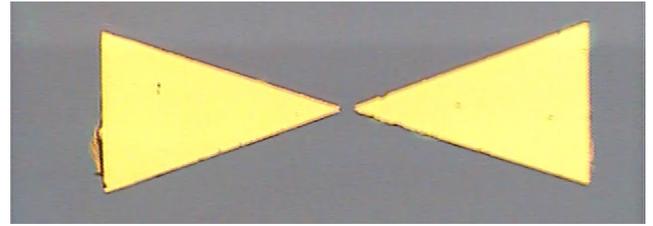


図 3-3 10um/sec でディップコート前の基板表面像

図 3-4 に 10um/sec でディップコート後の基板表面像を示す.

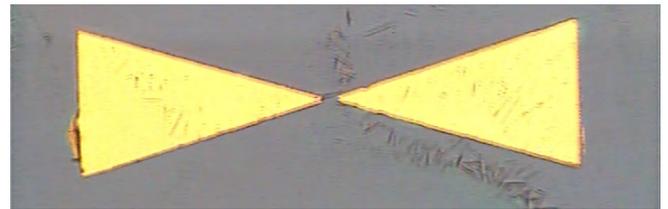


図 3-4 10um/sec でディップコート後の基板表面像

図 3-3 の基板を 10um/sec でディップコートすると,図 3-4 のように,1um/sec でディップコートした時ほどではないが,C<sub>60</sub> ウィスカーが成長していた.

### 3. 考察

ディップコート法では,引き上げ速度が低速なほど薄く,高速なほど厚くなる.C<sub>60</sub> ウィスカーは,C<sub>60</sub> を有機溶媒によって溶かし,その後溶液を気化させることによって得られる.なので,図 3-2 では,膜厚が薄く,m-xylene が気化しやすくなっていたため,C<sub>60</sub> ウィスカーが多く析出したと考えられる.図 3-4 では,膜厚が厚く,気化する前に膜が基板から剥がれてしまうため,C<sub>60</sub> ウィスカーが成長しにくくなっていたと考えられる.

### 4. 参考文献

- [1] Mingguang Yao, Britt M. Andersson, Patrik Stenmark and Bertil Sundquist, *CARBON*47, **1181** (2009)
- [2] Tachibana M, Kobayashi K, Uchida T, Kojima K, Tanimura M, Miyazawa K. *Chem Phys Lett* 2003;**374**:279-85. (2003)
- [3] Y. Tiba, *Semiconductor FPD World* 2007.11(2007)
- [4] Kenichi Ogawa, Tomohiro Kato, Asato Ikegami and Hajime Tsuji, *Appl Phys Lett* **88**, 112109