

染谷薄膜素子研究室
Thin-Film Device Laboratory

主任研究員 染谷 隆夫
SOMEYA, Takao



キーセンテンス：

1. 超薄型フィルム上に柔軟な電子デバイス・光デバイスを作る。
2. フレキシブルデバイスのシステム応用を進める。
3. 印刷技術等のラピッドプロトタイプング技術によって、タイムリーなシステム・サービス提供手法を確立する。

キーワード：

フレキシブルエレクトロニクス、フレキシブルフォトニクス、プリントデバイス、有機半導体、生体親和性材料、ソフトロボティクス

研究概要

本研究室は、有機エレクトロニクスを中心とする薄膜素子の基礎研究とシステム開発を推進している。具体的には、超薄型フィルムやゴムシートの上に機械的に柔軟な電子デバイスや光デバイスを集積化し、次世代フレキシブルデバイスを作製している。また、超低消費電力無線チップなど最先端のシリコン技術などと連動させ、フレキシブルデバイスのシステム応用を進める。特に、生体と親和性の高いエレクトロニクスを実現して、機械と生体の融合領域を開拓し、ロボティクスやバイオ・医療への応用を進める。さらに、デジタルファブリケーションの手法を活用したラピッドプロトタイプングによって、人間をサポートするための種々のシステム・サービスをタイムリーに提供する手法を確立し、社会のニーズとその変化に迅速かつ柔軟に対応できる新しいものづくりを実現していく。

1. 超薄型有機集積回路の印刷による形成手法の確立 (福田、染谷)

非常に薄く、極めて軽量であるという新たな電子デバイス技術は近年非常に注目を集めている。人体に装着していてもその存在を感知できないほどのエレクトロニクス、それらが機械的な柔軟性に富み、人体の大きな動きにも追従できるといった特徴を有しているならば、人体の体にストレス無く貼り付けられるセンサの応用や、ロボットの表面に貼り付けることで人工皮膚を実現するなど、様々な応用展開が考えられる。有機溶媒に可溶性有機材料を利用した有機エレクトロニクス分野は、印刷手法を利用した大面積な素子の作製を容易に行うことが可能となるために、大面積エレクトロニクスを実現する新たなキー技術としての存在感が高まっている。有機材料を用いた大面積かつ超薄型エレクトロニクスの実現に向けた技術開発を行っている。今年度行った研究の主な成果を以下に示す。

(1) 基板レイヤを取り除いた有機集積回路作製技術の確立

有機集積回路は基板、電極、絶縁膜、半導体層、封止膜からなり、素子の膜厚を考える上で、基板の厚みが最も大きい。このため、基板を有機集積回路の構成層から取り除くことでナノオーダーの膜厚を有した有機集積回路の実現が可能となる。本年度は絶縁膜に高分子材料を利用することで、基板レイヤを取り除き、総膜厚が350 nmの有機集積回路の作製に成功した。

(2) 全印刷プロセスによる超薄型・超軽量有機トランジスタの作製

超薄型の有機エレクトロニクスを印刷手法で作製するための技術開発を行った。ナノメートルオーダーの膜厚を高精度にパターンニング可能な印刷手法である凸版反転印刷技術を利用して、非常に薄い基板の上に有機トランジスタの各構成層を精密に印刷形成する技術確立を行った。厚み100 nm以下、電極幅/間隔5 μmの非常に微細な電極を安定的かつ大面積に印刷形成することに成功した。来年度は総膜厚1 マイクロメートル以下の全印刷型有機トランジスタの作製・駆動を目指す予定である。

Key Sentence :

1. Electronic and/or photonic devices are integrated on the ultra-thin films
2. Flexible devices are applied to flexible systems.
3. Rapid prototyping with the technique of digital fabrication is utilized to establish various kinds of new systems and services.

Key Word :

Flexible electronics, Flexible photonics, Printed devices, Organic semiconductor, Bio compatible materials, Soft robotics

Outline

Our laboratory is aiming to develop novel applications of thin-film devices such as organic electronics as well as to explore their fundamental study. More specifically, electronic and/or photonic devices are integrated on the ultra-thin films or rubber sheets to produce next-generation information devices having excellent mechanical flexibility. These flexible devices are cooperatively linked with state-of-the-art silicon technologies such as ultralow power wireless chips and applied to flexible systems. Moreover, by utilizing the biocompatible electronics such as flexible devices, the emerging region that fuses machines and biological materials will be investigated to advance unique bio-medical and robotics applications. Furthermore, the rapid prototyping with the technique of digital fabrication will be utilized to establish various kinds of new systems and services to support humans and consequently lead to new manufacturing paradigms that can respond to rapid changes society and meet their needs will be realized.

1. Fabrication of ultra-thin organic integrated circuits fabricated by printing technologies (Fukuda, Someya)

A new class of extremely lightweight, thin and flexible electronic technology is attracting attention of researchers worldwide. Electronics which are nearly imperceptible with highly mechanical robustness can be attached to human bodies freely and follow the movements of the human body. Such devices will be applied to novel applications such as imperceptible bio sensors for human healthcare area and artificial electronic skins for robotics. Organic electronics that are fully solution processed are of great interest because they also enable large area and low-cost electronics. In our research group, we are focusing on achieving flexible organic electronics based on organic electronic devices such as thin-film transistor (TFT) and integrated circuits fabricated with fully printed processes.

(1) Substrate-free organic integrated circuits

Organic integrated circuits consist of substrates, electrodes, insulators, semiconducting layers, and passivation layers. The substrates are the thickest part among these components. Since ultimate thinness of less than 1 μm increases not only the flexibility but also adhesiveness to the films, the further reduction of total thickness of electronics is an important challenge toward the realization of wearable electronics. We fabricated substrate-free organic integrated circuits with a total thickness of only 350 nm by using evaporated insulating polymers.

(2) Fabrication of fully-printed, light-weight organic thin-film transistors

We developed fabrication technology of organic TFTs on ultra-thin film substrates using reverse offset printing which can pattern sub-micron thick and precise printed films. The reverse-offset printing technique enabled high-resolution patterning with a minimum line width and space of 5 μm . thin and uniform thickness of less than 100 nm in large area. A further study to fabricate fully-printed organic TFTs with a total thickness of less than 1 μm using this printing technology is planned in the next year.

Laboratory members list

Principal Investigator

染谷 隆夫 Takao Someya

Research Staff

福田 憲二郎 Kenjiro Fukuda

Xiaomin Xu

Sungjun Park

Students

甚野 裕明 Hiroaki Jinno

Yi-Lin Wu

木村 博紀 Hiroki Kimura

Assistant

グレイメル 三千穂 Michiho Greimel

Visiting Members

大矢 貴史 Takashi Oya