

プラモデルのように組み立てる 5 マイクロメートル超薄型半導体ひずみセンサチップ

近年プラスチック上に製造可能な有機 EL や有機太陽電池のような有機半導体を用いた屈曲可能なフレキシブルエレクトロニクスが注目を集めている。一方で、既存のセンサやアンプ、集積回路などを構成するシリコンを用いた半導体デバイスは動作速度や安定性が高い利点があったが、300 マイクロメートル以上と厚く硬いため、フレキシブルエレクトロニクスへの適用が困難であった。そのため、既存の半導体デバイスを 5 マイクロメートル程度と非常に薄くしてフレキシブル化することが試みられてきたが、切断や搬送を現在の半導体工場にあるダイシングソーという切断装置や搬送や配置を行う実装機で行うことが難しく、実用化が困難であった。

本開発では、プラモデルのようにセンサと枠の間に切り離し部を設け、弱く押すだけで切り離して搬送できる技術を新たに開発した。図 1 に示すように、長方形のチップの内側の長方形部分が厚さ 5 マイクロメートルの半導体センサチップであり、周りは厚さ 400 マイクロメートル程度の枠である。センサチップと枠の間にある細い梁が切り離し部分である。図 1 (2) のように、上から実装機のコレットと呼ばれる部品搬送部品で押して、切り離し部分を壊してプラモデルのようにセンサを取り外す。この際カギとなる技術は、切り離し部分の機械構造設計である。

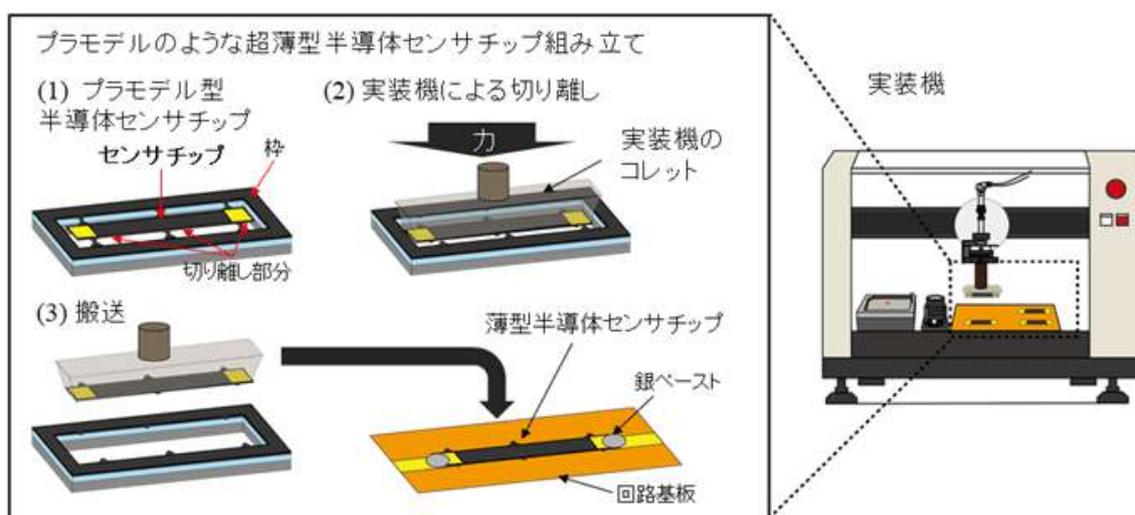


図 1 プラモデルのように組み立てる超薄型 (5 マイクロメートル) 半導体ひずみセンサチップ

切り離し部分の機械的強度を理論的、シミュレーション、実験から解析し、最適化を行った。その結果、切り離し部分の数と幅をできるだけ少なく、細くすればいいことが分かった。この最適化が行われない場合は、切り離し部分で、センサを割る方向の力がかかり壊れること

が理論計算と数値シミュレーションから示された。実験的にも、図2のように1×5 mmのセンサチップについては、切り離し部分が4本で幅が20マイクロメートルであればほぼ100%で実装できるが、それ以外の場合には切り離し部分を中心にセンサが割れてしまうことが分かった。

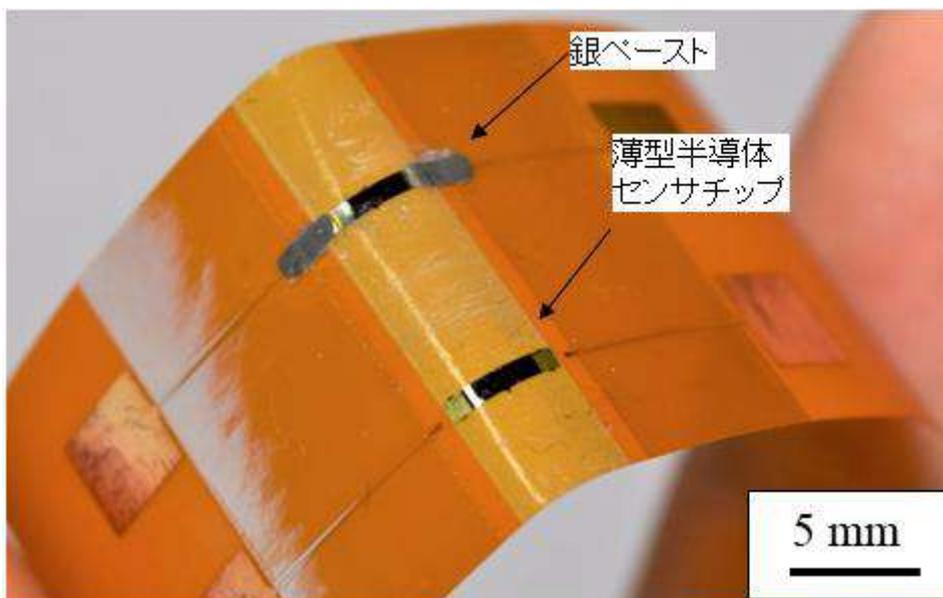


図2 フレキシブルな薄膜半導体ひずみセンサチップ

また、試作した図2のような半導体ひずみセンサとしての特性を評価し、半導体の特徴であるセンサ感度指標「ゲージ率」が100程度と高いことを確認した。さらに、通常のシリコンを用いた半導体センサは曲げることができないが、図2のように薄型半導体ひずみセンサは曲げることが可能であることを確認した。

このように、本開発では切り離し部分に力が集中し、センサや集積回路等半導体チップには力がかからない機械構造の設計方法を確立した。本開発により、5マイクロメートルという非常に薄く、曲げることができる半導体チップの製造、組み立てが可能となり、次世代高性能フレキシブルエレクトロニクス実現への貢献が期待される。特に、半導体プロセスや組み立ては既存の半導体工場にある半導体製造プロセス装置や実装装置を用いているため、本設計手法を取り入れるだけで早期に実用化が可能となると考えられる。

日文发布原文

https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2019/pr20190214/pr20190214.html