

機械学習によるワイヤボンディングの 接合状態推定

学際・業際領域

SATテクノロジー・ショーケース2020

■ はじめに

検査は製品の品質を確保するために重要な工程であり、わが国の製造業でも様々な検査手法が採用されている。とりわけ電子機器は近年の高性能化に伴い製造工程が複雑化し、検査の重要性は年々増している。

ワイヤボンディングは半導体の素子間を接合する重要な工程であり、接合自由度の高さから多くの製品に活用されている。ワイヤボンディングの検査には破壊試験を伴う抜取検査が採用されており、全数検査ができない。昨今は電子機器の高密度化に伴い接合素子数が増加しており、全ての接合素子に対して品質を評価する枠組みが求められている。

本研究では、AEセンサと機械学習を用いたワイヤボンディングの新たな検査方式を提案する。また、検査方式の早期実装に向け、抜取検査の枠組みを活用した新しい機械学習手法について述べる。

■ ワイヤボンディングの超音波計測

ワイヤボンディングは接合時に超音波を印加することで、接合強度を高めている。我々はこの超音波に着目し、接合時にワークに伝播する超音波をセンシングする検査方式を開発している。ワイヤボンディングのワークは狭小かつ高温であるため、耐熱性に優れた薄型AEセンサ(Fig. 1)を用いたセンシングを行う[1]。これにより、全てのワイヤボンディングに対し接合部直近で超音波を計測できる。

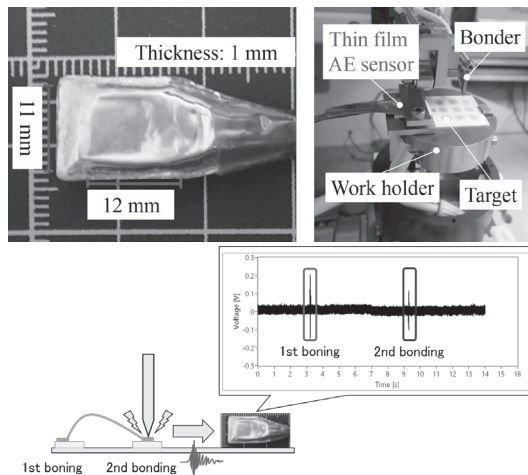


Fig. 1 左上: 薄型 AE センサの外観図。右上: 薄型 AE センサの設置図。下: 超音波計測の概念図。

■ 機械学習による計測信号と検査結果の紐づけ [2]

計測した超音波と現行の検査結果を紐づけるために、機械学習を用いた検査システムを構築する。あらかじめ超音波を計測しておいたワイヤボンディングサンプルに対して破壊試験を施し、良否判定結果のラベルを与える。これらのデータ(信号とラベルのペア)から学習することで、接合状態を推定する推定器を構築する。新たなサンプルの超音波を構築した推定器に入力することで、破壊試験を施さずに良否を判定することができる。

■ 抜取検査の枠組みに着目した検査システム [3]

ワイヤボンディングの破壊試験結果はループ長や形状に依存する。昨今の電子機器の高機能化に伴い、十分なデータを収集するための時間やコストを費やすことができない。したがって、現行の抜取検査方式による生産とデータ収集を並行して実施し、十分なデータを確保したのちに検査システムへと移行する方式が望ましい。

機械学習では学習用のデータには信号とラベルのペアが必要であるが、破壊試験を実施したサンプルのみを用いてはデータ収集に時間がかかり、非効率である。検査システムの早期実装を実現するために、抜取検査を活用した疑似的なラベルを扱う学習手法を提案した。抜取検査では検査品近傍の製品は同一品質であるとみなすため、未検査のサンプルに対して疑似的にラベルを与える。統計検定によって十分な信頼性を確保できたサンプルを用いて学習することで生産初期でのデータ充実を図り、高精度な判別能力を持つ検査システムを早期に利用することができる。

■ 関連情報

- [1] 石田秀一 ほか、“薄型 AE センサを用いた AI ワイヤボンディング中の弾性波計測”，電気学会論文誌 D, Vol. 134, No.9, 2014
- [2] S. Ishida, et al, “Estimation of Wire Bonding State by the Ensemble Based MT Method and Thin Film AE Sensor”, Transactions of the Japan Institute of Electric Packages, Vol. 9, 2016
- [3] 小石泰毅 ほか、“薄型 AE センサと転移学習を用いたワイヤボンディング抜取検査の性能向上”，エレクトロニクス実装学会誌 Vol. 22, No.3, 2019

代表発表者 小石 泰毅(こいし やすたけ)
 所属 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
 製造技術研究部門
 生物化学プロセス研究チーム
 産総研特別研究員
 問合せ先 〒841-0052 佐賀県鳥栖市宿町 807-1
 TEL: 050-3648-5893
 Email: y-koishi@aist.go.jp

■キーワード: (1) 品質検査
 (2) 機械学習
 (3) ワイヤボンディング

■共同研究者: 石田 秀一
 産業技術総合研究所 製造技術研究部門