

# 世界初の脆弱化合物層フリー・発光分析フィードバック (ESF) 高密度プラズマ窒化による航空機部品向け高品質・高能率・ クリーン深窒化プロセスの開発

ものづくり研究開発センター 山岸英樹、加工技術課 柿内茂樹  
株式会社北熱、三晶エムイーシー株式会社、公立大学法人富山県立大学、  
国立大学法人金沢大学、公益財団法人富山県新世紀産業機構(管理法人)

## 1. はじめに

従来プロセスのガス窒化は処理時間が長く、航空機業界等で求められる400  $\mu\text{m}$ 程度の深窒化処理においては70時間以上を要することから、窒化処理時間の短縮が強く求められている。一方、プラズマのエネルギーで効率的に窒化反応が進行する一般のプラズマ窒化では、その処理時間は60時間程度に抑えられるものの短時間とはいえない。また、いずれの窒化処理においても、最表層に不要に生成される脆弱化合物層の除去及び寸法精度の確保のため、後工程として研削加工が必要であり、ねらいとするよりも深い窒化処理が必要である。

本研究では、効率よく深い窒化層を得るとともに、脆弱化合物の発生を抑制するため、比較的マイルドなプラズマ処理であるラジカル窒化を応用しながら発光分析フィードバック機構を備えた脆弱化合物層フリーESF(Emission Spectrometry Feedback)プラズマ深窒化装置を開発、そのプロセス条件を確立する。またレーザプロセスも組み合わせた研削技術の高度化(高精度化、高サイクル生産化)を図るとともに、従来、破壊検査(硬さ分布試験)により管理していたその処理深さについて、超音波により非破壊検査できる技術開発を目指す。

富山県工業技術センターにおける分担項目は、上記の超音波を用いた窒化層処理深さの非破壊評価技術の確立である。まるで医者が聴診器を当てるような使い方で、その場で簡便に処理深さを測定可能とする技術開発を目指すものである。

## 2. 取り組み概要(工業技術センター分担分)

用いた超音波モードは、材料感受性の高い横波かつ部材表面から検査ができる水平せん断波(透過SH波法)とした。図1(a)に本測定システムの概略図を示す。また図1(b)に本システムで得られる超音波受信波形イメージを示す。窒化処理層(拡散浸透層)は生地と組成(化学的結合状態)が異なることから弾性率が変化していると考えられる。すなわち材料音速が生地とは異なるものとなっていると考えられる。従って、図1(c)に示すように窒化層の厚みの変化に伴い、超音波の伝播時

間(あるいは音圧)が変化することが期待できる<sup>1)</sup>。このように、本研究では、窒化処理深さを変えたTP(試験片)に対し、超音波受信波形を取得、測定精度の高い計測マナーに基づく検量線法による非破壊検査技術を実験的に確立する。

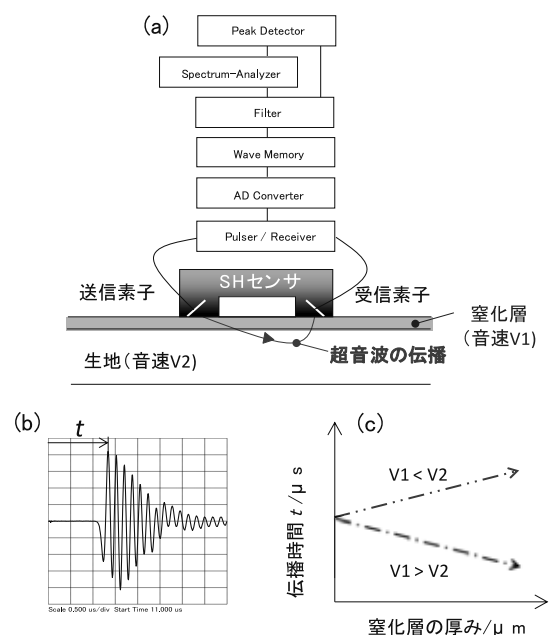


図1 (a)回折SH波法による超音波測定システム概略、  
(b)受信波形イメージ、(c)検量線イメージ

上記技術確立のため、初年度は、まずSHセンサの設計条件(中心周波数、送受信角度、素子ギャップ等)や測定条件(与圧、保持時間、音波送受信条件等)を平板基材に合わせて最適化、窒化処理材に適用しその性能を確認した。その結果、窒化処理層が音波挙動に大きな影響を与えることを明らかにし、構築しようとする測定原理及び手法の妥当性を示した。

## 参考文献

- 1) 山岸他：特許第 52721959 号、「金型の非破壊検査方法とその装置」

※本研究は、経済産業省の H27 年度戦略的基盤技術高度化支援事業において実施したものである。