

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、佐藤智、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 μm 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となり、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可能にする。

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処理深さの非破壊計測技術の確立である。まるで医師が聴診器を当てるような簡便な使い方で、その場での測定を実現する。

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)である。適切な音波送受信パラメータ及び与圧の下、グリスカップリングにより透過波を送受信する。Fig. 1(a)及び(b)に、それぞれ与圧保持時間3.5分及び5分における窒化深さ(ねらい値)と伝播時間の関係(検量線)を示す。なお、供試材(SKD61 圧延材)には、窒化深さの異なる6種類を用いており(70 ~ 440 μm)、いずれも素材の圧延方向(RD)及びその垂直方向(TD)

D)について伝播時間計測を行った。結果、いずれの保持時間においても高い相関があり(決定係数0.95以上)、本法で窒化処理深さを精度よく非破壊計測可能とした。ここで保持時間が長くなると伝播時間が若干短くなる理由は、グリスフィルム厚みの減少によるものと考えられる。また、いずれの保持時間においてもRDとTDのデータにはほぼ差がなく、すなわち音響異方性が小さいことから、本材(SKD61)の場合は適用に好都合であることが分かる。さらに、検量線からのデータのバラツキに着目すると、保持時間及び伝播方向に依らず非常に高い類似性があることに気付く。つまり、これは本測定マナーにより生じるエラーが主要因ではなく、材料情報そのものが良く抽出されたものと考えられる。今後、残留応力や実際の硬さ分布、組織など音波に影響を与える因子について検討を進め、本測定法の信頼性をさらに高めていく予定である。

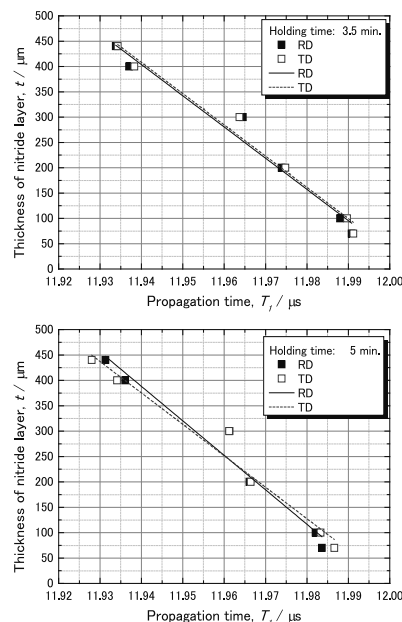


Fig. 1 Relationship between the propagation time and thickness of nitride layer

The holding time for pressure: (a) 3.5 minutes and (b) 5 minutes

※本研究は、経済産業省のH28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。