

## ニュートラル窒化処理装置の開発

## Development of Neutral nitriding equipment

名城大理工 <sup>○</sup>(M2)半田 祥樹, アブラハ ペトロスMeijo Univ., <sup>○</sup>Yoshiki Handa, Petros Abraha

E-mail: 153435033@c alumni.meijo-u.ac.jp

## 1. 緒言

近年, 表面硬化処理として, プラズマを用いた窒化処理が注目されている. 従来のプラズマ窒化処理では処理物表面には脆く, 表面が粗い化合物層が生成され, 窒化処理後に後処理が必要となる.

そこで本研究室が開発したのが, エネルギーが低い窒素原子を利用することにより化合物層の生成を抑制する, ニュートラル窒化である. 従来, ニュートラル窒化を行う際には電子ビーム励起プラズマ装置 (EBEP) を使用した. EBEP は放電領域で生成した電子を加速させ, 電子ビームにより密度の高いプラズマを発生させる構造である. EBEP 内の処理物, ケージにそれぞれ正負のバイアスを印加することにより窒素イオン, 電子の侵入を防ぎ, 中性の窒素原子のみで窒化処理を行う. しかし, EBEP を用いたニュートラル窒化は電子ビームから設置位置が外れると窒化にばらつきがでてしまうので, 電子ビームの範囲内に処理物を設置する必要がある. さらに, プラズマ密度が高くなるので, 上記のように荷電粒子の侵入を防ぐケージを使用する必要がある. 以上の理由から, EBEP を用いたニュートラル窒化では電子ビームの範囲内にケージを使用する必要がある, 処理物の設置が制限され, 大量生産には不向きである.

本研究の目的は, 上記の点を改善した, 均一なプラズマによる複数の処理物にニュートラル窒化処理が可能な装置の開発である. 均一にプラズマを拡散させることにより, 荷電粒子の侵入を防ぐケージを使用せず, 同時に複数の処理物にばらつきなくニュートラル窒化処理を行うことが可能な装置を開発した.

## 2. 実験装置および実験方法

## 2.1 実験装置

本研究では従来のニュートラル窒化処理に用いた EBEP と新しく開発したニュートラル窒化処理装置で窒化処理を行い, 結果を比較した. NEW は EBEP の加速領域にあたる箇所を取り除き, 放電領域で生成した電子をグリッドにより引き出しプラズマを拡散させる構造である. 電子を引き出し拡散させることにより, 分子を原子に分ける解離を効率よく起こし, 均一な低密度のプラズマを生成する. 拡散した低密度のプラズマを利用することにより, 荷電粒子の侵入を防ぐケージを取り除いた.

## 2.2 実験方法

EBEP, NEW を用いて窒化処理を行った. 本実験では試料に直径 20mm, 厚さ 2mm の円板状の SKD61 を用いた. 試料表面は研磨を行い鏡面状態に仕上げた. 窒化前の硬度は 630HV であった. 試料設置位置による比較のために, プラズマ源から 400mm 離れた中心部分 (Center) とその中心から上方 (Top) 100mm の 2 カ所に試料を設置した. EBEP では 100mm 上部は電子ビームから外れた位置である.

## 3. 実験結果

## 3.1 表面硬度

窒化処理を施した試料の表面をマイクロビッカース硬度試験機で測定したものを Fig.1 に示す. 中心 (Center) で処理したものはどちらも未処理の状態から 2 倍程度硬化しており, NEW と EBEP では表面硬度に差がないことがわかる. しかし EBEP では上部 (Top) の処理物の硬度が 700HV しかなく, 窒化が進んでいないことがわかる. これは電子ビーム上から外れた位置に設置したため, プラズマが不均一になり窒化にばらつきが出たと考えられる. 一方, NEW では拡散された均一なプラズマが生成され, ばらつきなく窒化を行えたと考えられる.

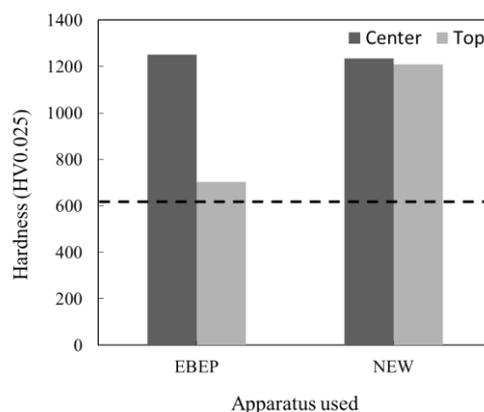


Fig.1 Surface hardness

## 3.2 表面粗さ・表面写真

窒化を施した処理物の表面粗さを Fig.2 に示す. すべての試料において算術平均粗さが未処理より 5nm 以内の変化であり, EBEP と NEW では表面粗さに差がないことがわかる. これは中性の原子が窒化に利用され, 表面の平滑性が維持されたと考えられる.

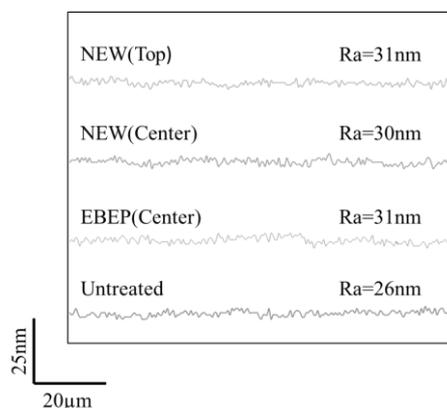


Fig.2 Surface roughness