



Title	イオン注入法を用いた材料表面の改質に関する研究
Author(s)	大谷, 三郎
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39470
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	大 谷 三 郎
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 0 2 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 5 月 31 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	イオン注入法を用いた材料表面の改質に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 志水 隆一 教 授 興地 斐男 教 授 岩崎 裕 教 授 中島 信一 教 授 後藤 誠一

論 文 内 容 の 要 旨

イオン注入法を用いることによって、材料の耐摩耗性や耐腐食性を向上させ得ることが明らかにされてきているが実用化された例がほとんどない。その原因として、注入原子がごく表層部に限られ、その分布が制御されていないことが問題点として挙げられる。本論文は、これらの点の改善をめざして行った注入原子分布制御を可能とする材料表面の改質技術に関する研究をまとめたものであり、6章と総括から構成されている。

第1章では、イオン注入技術の特徴と問題点およびイオン注入による材料表面の改質に関するこれまでの研究例について述べ、本研究の位置づけを行っている。

第2章では、鉄および鉄合金基材を比較的低い300°C台の温度に保持して窒素イオン注入を行うと、窒素原子が拡散して再分布すること、その際純鉄基材においては注入位置より表層側に移動した分布を示すのに対し、鉄-チタン合金あるいは鉄-ホウ素合金基材においては窒素が内部に拡散して均一濃度で再分布し、広い深さ領域に TiN あるいは六方晶 BN (h-BN) を析出させた改質層を形成できることを明らかにしている。

第3章では、第2章に述べた拡散効果を利用する方法においては、高エネルギーを用いる必要がなく、1keV程度の低いエネルギーを用いても、注入窒素原子を数 μ m 深さにわたって分布させ得ることを実証している。

第4章では、高温でないと顕著な拡散移動が生じない元素のイオン注入について、注入エネルギーと注入量を数段階変えて多重イオン注入する手法を用いることによって注入元素を均一濃度で分布させ得ることを提案している。そしてSUS304オーステナイトステンレス鋼へのホウ素イオン注入例について確認すると共に、注入によって生じる微細構造変化を注入原子濃度あるいは欠陥分布との関連において議論している。

第5章では、工具鋼基材にホウ素を数段のエネルギーで多重イオン注入後、さらに窒素イオンを多重注入することによって、潤滑性に優れた h-BN を含む高硬度の改質層を得ることができ、耐摩耗性が向上することを述べている。

第6章では、蒸着法を用いた TiN 膜の形成途中において、スタティックミキシングにより作製した Cr-N 層を挿入した多層膜を形成することによって、TiN 膜が粗大な柱状晶に成長するのを抑制でき、ステンレス鋼基材の耐孔食性を向上させ得ることを明らかにしている。

総括では本研究の結果を要約し、イオン注入法を用いて耐摩耗性あるいは耐腐食性に優れた広い深さ領域の改質層を材料表面に形成することが可能なことを述べ、検討課題について言及している。

論文審査の結果の要旨

イオン注入法による材料表面改質の研究が始まられて久しい。この間、材料の耐摩耗性や耐腐食性の向上などが実験レベルでは実現されてはいるが、実用化されるには到っていないのが現状である。その主たる問題点は、注入原子がごく表層部に局在して、広い範囲にわたって均一に分布させることが困難であることに起因する。

本論文は、これらの点の改善を目指したものであり、注入原子の拡散や注入原子の深さ分布の制御などの新しい手法を開発し、注入原子分布制御を可能とする材料表面の改質技術に関する研究結果をまとめたものであり、要約すると次の通りである。

(1) 鉄-チタン合金や鉄-ホウ素合金基材のように、窒素と強い結合を示す構成元素を有する系においては、比較的低い温度(300°C)に保持しながら窒素イオン注入を行うことにより、注入窒素が内部に拡散してチタンやホウ素と優先的に結合して安定な窒化物として析出する結果、内部にまで均一に広がる分布をとることを実験により確認している。さらにチタンやホウ素の濃度の低い方が、より深くまで窒素が拡散することを見出している。とくにこの方法においては、高エネルギーを用いて窒素をイオン注入する必要がなく、1keV程度の低エネルギーによって注入した窒素原子を数μmの深さにわたって再分布させることができることを実証し、実用化への道を拓いている。

(2) 拡散が容易に生じない元素と基材との組合せの場合については、注入エネルギーと注入量をある一定の条件下で段階的に変化させる多重イオン注入法を詳細に検討し、この手法を用いて、実用材であるSUS304-オーステナイトステンレス鋼の表層部にホウ素を均一濃度で分布させることに成功し、実用化への見通しを得ている。その応用例の一つとして、工具鋼にホウ素を異なるエネルギーで多重イオン注入した後に、窒素イオンを多重注入することにより、広い深さ範囲にわたって h-BN を含む硬質の改質層が得られ、耐摩耗性が著しく向上することを実証している。以上のように本論文は、従来指摘されてきた注入原子がごく表層部に局在するという基本的な問題点を新しい観点に立って改善をはかることにより、イオン注入法の材料表面改質への実用化に大きな前進をもたらしたもので、応用物理学、特に材料表面工学の分野に寄与するところが大きい。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。