

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K18524

研究課題名（和文）歯冠修復用ジルコニア材に対するイオン注入法の確立

研究課題名（英文）Ion Implantation for Zirconia Material for Crown Restorations

研究代表者

佐藤 隆明（Sato, Takaaki）

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・講師

研究者番号：90778432

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：イオン注入を行う際には、注入するイオンの種類を選択して、注入するイオンの注入深度を電圧により調整する必要がある。各種イオンを様々な条件で注入した試料を引張強さ試験に供したところ、Siイオンが歯科用レジンセメントとジルコニア板との接着強さを有意に向上させることを明らかにした。また、注入量と接着強さは比例関係にはなく、単位面積当たり一定量のイオン量を注入するとその接着強さが限界に達することが明らかになった。得られたデータから、最表層に付着したイオンではなく、10～数十nmジルコニアの内側に注入されたイオンが、接着に寄与している可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

半導体分野では生産プロセスのキーテクノロジーとなっているイオン注入技術を、歯冠修復治療に用いるジルコニア材料の表層改質・高機能化に利用する試みである。近年、臨床での普及が著しい歯科用ジルコニアに関する研究が世界的に盛んに行われているが、その接着に関して課題が残されている。本研究で着目するイオン注入は、安定した接着技術を患者へ提供することができるようになるという社会的意義があると考えている。

研究成果の概要（英文）：When performing ion implantation, it is necessary to select the type of ion to be implanted and adjust the implantation depth of the implanted ion by voltage. When specimens implanted with various types of ions under various conditions were subjected to tensile strength tests, it was found that Si ions significantly improved the bond strength between the dental resin cement and the zirconia plate. It was also found that there was no proportional relationship between the injection amount and the bond strength, and that the bond strength reached its limit when a certain amount of ions per unit area was injected. The obtained data suggest that the ions implanted inside the 10 to several tens of nm zirconia, rather than those attached to the topmost surface layer, may contribute to the adhesion.

研究分野：保存治療系歯学

キーワード：歯科 接着 ジルコニア イオン注入

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

金属アレルギー、世界的な金属コストの高騰などの問題から、歯科における修復材料は旧来の金属主体のものからメタルフリーへの転換が図られている。金属と異なり白色で歯質に近い色調を有し、従来の歯科用セラミック（ポーセレン）と比較して機械的特性に優れたジルコニアは、世界的に普及が著しい。一方で、その安定性ゆえに歯質などとの接着に課題があるとされており、ジルコニアにおける接着の研究は歯科臨床に直結する重要な研究課題である。

イオンビームを固体表面に入射した際、エネルギーの大きさによって「堆積・スパッタリング・イオン注入」といった現象が生じることは広く知られている。その中でもイオン注入は、材料表面の改質・高機能化に利用できることから、今日の半導体分野では生産プロセスのキーテクノロジーとして欠かせないものとなっている。

2. 研究の目的

材料表面の改質は、まさに歯科接着分野における大きなテーマであるが、イオン注入技術のジルコニアへの応用は未だ一般的ではない。そこで本研究ではイオン注入技術が歯科材料の接着性能向上に及ぼす影響を明らかにする。

3. 研究の方法

イオン注入を実施するにあたり、照射するイオン種、照射条件を変えて様々な種類（実験群）のジルコニア板を製作した。イオン注入を行ったジルコニア板に対して、表面粗さ測定、水接触角測定を実施して、その物性を評価した。また、ジルコニア板に対して歯科用レジンセメントを用いてステンレス製治具を装着した試料を作成した。試料は引張接着強さ試験に供して接着の評価を行った。

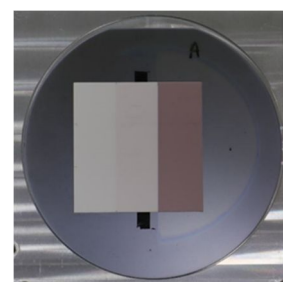


図1 イオン注入後試料

4. 研究成果

(1) 表面粗さ測定

イオン注入によりジルコニア被着面の表面粗さが変化すると、その凹凸部がアンカー効果を発揮して接着強さを向上させる可能性がある。そのため表面粗さ測定器を用い、JIS B0651:2001に準拠して、イオン注入後のジルコニア表面に対して測定を実施した。

結果として、イオン注入の有無に関わらず、表面粗さに変化は見られなかった。このことから、イオン注入による接着力向上は、アンカー効果に依るものではないことが確かめられた。

(2) 水接触角測定

イオン注入による表面改質による親水性への影響を評価するため、水接触角測定を実施した。イオン注入量 1×10^{13} 個/cm² が、最も接触角が大きく疎水的であった。イオン注入量が多くなると接触角が小さくなり親水的となり、 1×10^{15} 個/cm² がもっとも親水的であった。接触角は、表面の汚れや微細な凹凸等の影響を受けるものではあるが、ジルコニアにイオンを注入することにより親水性が向上することが確かめられた。

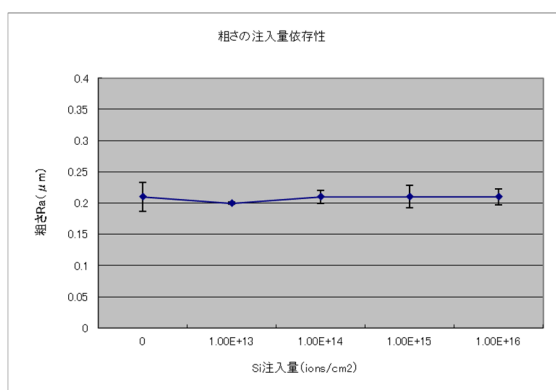


図2 表面粗さデータ

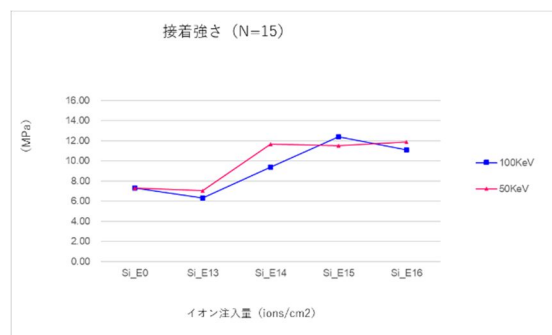
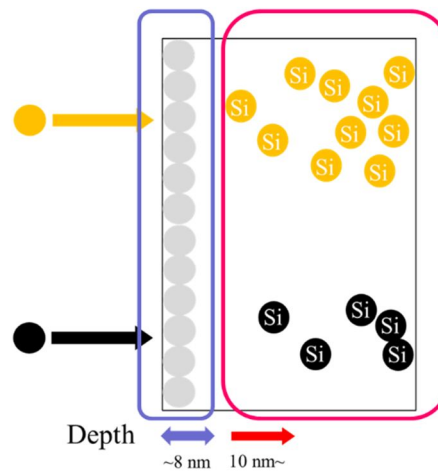
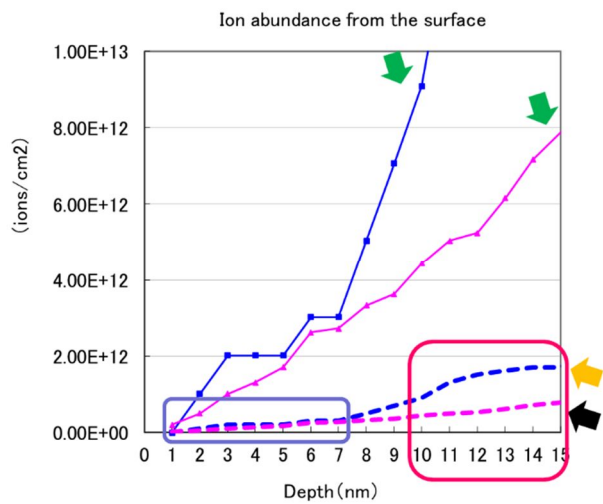


図3 接着強さデータ

(3)

イオンの注入量が増えるに連れ、引張接着強さ（接着力）が増加する傾向が確かめられた。イオン注入量が 1×10^{15} 個/cm² の時に引張強度は 12.38 MPa と最大となり、イオン注入を行っていないコントロール群と比較して、約 1.5 倍の値となった。さらに、イオン注入量

が 1×10^{15} 個 / cm^2 のサンプルは、2週間後、2ヶ月後の引張強度がそれぞれ 12.40 Mpa 、 12.38 Mpa であり、イオン注入による加工後、接着強さが低下しないことが示唆された。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 佐藤隆明, 中川寿一, 島田康史, 池田正臣
2. 発表標題 イオン注入法による表面改質効果がジルコニア接着にもたらす影響
3. 学会等名 第88回 口腔病学会学術大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 歯科医療用部材とその製造方法	発明者 佐藤 隆明、寺西 義一	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2023-199693	出願年 2023年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------