

技術開発センタープロジェクト研究報告書

プロジェクトリーダー

電気系

教授 高田 雅 介

研究題目	窒化アルミニウムセラミックスへの新規メタライズ法の開発					
研究期間	平成16年 1 月 1 日～平成18年12月31日					
研究組織	学 内		学 外			
	所 属	職 名	氏 名	所 属	職 名	氏 名
	電気系	教授	高田雅介	(株)トクヤマ	つくば研究所所長	谷口人文
	電気系	助教授	岡元智一郎			
	電気系	技術職員	黒木雄一郎			

研究概要

目 的	<p>近年の光・半導体産業における技術の進歩は目覚ましいものがあり、特に光デバイスの高出力化や高効率化、短波長化は、この分野の進展における重要な鍵となっている。光デバイスの高出力化が進むにつれ、単位体積当りの消費電力が増大し、デバイスの動作温度は高くなる。この温度上昇がデバイスの性能向上の大きな障害となっている。さらなるデバイスの高性能化には放熱の問題を解決する必要がある。これらの事から、高出力レーザーダイオードなどの放熱基板材料として、金属並みの高熱伝導率を有する窒化アルミニウム (AIN) が注目されている。AIN は Si に近い熱膨張率を有するため、Si チップのヒートシンクとしても高い信頼性が期待できる。AIN を放熱基板として用いる場合、電気回路の形成や半田による素子の取り付けを行うために、AIN 表面に金属的性質を付与するメタライズ処理 (本研究ではスパッタリングを用いている) が必要である。メタライズ処理によって作製した薄膜と AIN との密着強度が低い場合には信頼性の低い製品になってしまう。従来のメタライズ処理は高温での熱処理を伴うため、生産性の低下や製造コストの増加が問題視されている。そこで本研究では、加熱処理を用いずに高性能かつ高信頼性を有する基板製品を生産する新たな方法を開発することを目的とした。また、AIN の新規アプリケーションとして高透光性を付与した高熱伝導 AIN 焼結体の作製を検討した。</p>
研究内容	<p>プラズマを用いてAIN基板表面の改質を行う事により、メタライゼーション膜とAINの密着強度が向上することが期待される。基板表面を積極的にプラズマにさらす方法の一つとして逆スパッタリングがあり、基板表面のクリーニングを行う手法として知られている。そこで本プロジェクトでは、AIN基板とTi薄膜との密着強度に及ぼす逆スパッタリングの効果を調査した。また、高透光性を付与するために焼結助剤として添加したCa₃Al₂O₆ (C₃A) がAIN焼結体の熱伝導率および光透過率に与える影響を結晶中の格子欠陥の観点から評価した。</p>

研究成果

AlN 基板に逆スパッタリングを 10 分以上施す事により、密着強度が向上する事を確認した。X 線回折の結果、逆スパッタリングを施す事により Ti 薄膜の結晶性の向上と TiN の形成が起こる事を確認した。蒸留水を用いた接触角測定の結果、逆スパッタリングを施す事により基板の表面自由エネルギーが増加する事を確認した。これらの事から、逆スパッタリングを施す事により AlN 基板表面が活性化し、この表面が Ti 薄膜と反応する事により、密着強度が向上したと考えられる。

また、AlN 焼結体中の格子欠陥を調査した結果、Ca 系化合物の添加量の増加に従い酸素が関与した欠陥の濃度が減少し、AlN 焼結体の熱伝導率および光透過率が向上することがわかった。

上記の成果について、以下の発表を行った。

- ①遠山崇 他：AlN 基板の薄膜メタライゼーションに及ぼす逆スパッタリングの効果：第 21 回日本セラミックス協会関東支部研究発表会予稿集, [9] (2005).
- ②本間隆行 他：Ca 系化合物を添加した AlN 焼結体の熱伝導率とカソードルミネッセンス：第 21 回日本セラミックス協会関東支部研究発表会予稿集, [61] (2005).
- ③遠山崇 他：AlN 基板と Ti 薄膜の密着強度に及ぼす逆スパッタリングの効果：日本化学会支部合同新潟地方大会講演要旨集, [108] (2005).
- ④本間隆行 他：Ca 系化合物を添加した AlN 焼結体の光透過率とカソードルミネッセンス：日本セラミックス協会第 18 回秋季シンポジウム講演予稿集, [176] (2005).
- ⑤遠山崇 他：逆スパッタリングを用いた AlN 基板と Ti 薄膜の密着強度：日本セラミックス協会第 18 回秋季シンポジウム講演予稿集, [380] (2005).
- ⑥本間隆行 他：Ca 系化合物を添加した AlN 焼結体の熱伝導率、光透過率とカソードルミネッセンス：平成 17 年度日本セラミックス協会東北北海道支部研究発表会講演要旨集, [6] (2005).
- ⑦遠山崇 他：逆スパッタリングが AlN 基板と Ti 薄膜の密着強度に与える効果：平成 17 年度日本セラミックス協会東北北海道支部研究発表会講演要旨集, [12] (2005).
- ⑧T. Honma et al.: Thermal Conductivity and Cathodoluminescence of AlN Ceramics Sintered with $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ as Sintering Additive: Abstract of Asian International Conference on Advanced Materials (AICAM 2005), [82] (2005).
- ⑨T. Tooyama et al.: Effect of Sputter Etching on Adhesion of Ti Thin Film to Aluminum Nitride Substrate: Abstract of International Symposium on Hybrid Nano Materials Toward Future Industries (HNM 2006), [86] (2006).
- ⑩遠山崇 他：逆スパッタリングを施した AlN 基板と Ti 薄膜の密着強度：日本セラミックス協会 2006 年年会講演予稿集, [239] (2006).
- ⑪本間隆行 他：Ca 系化合物を添加した AlN 焼結体の光学特性とカソードルミネッセンス：日本セラミックス協会 2006 年年会講演予稿集, [286] (2006).
- ⑫T. Honma, T. Tooyama, Y. Kuroki, T. Okamoto, M. Takata, Y. Kanechika, M. Azuma and H. Taniguchi: Thermal Conductivity and Cathodoluminescence of AlN Ceramics Sintered with $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ as Sintering Additive: Advanced Materials Research, vols.11-12 [179-82] (2006).
- ⑬本間隆行 他：Ca 系化合物を添加した AlN 焼結体の PL と CL による欠陥解析：日本セラミックス協会第 19 回秋季シンポジウム講演予稿集, [85] (2006).
- ⑭T. Honma et al.: Analysis of Defects in AlN Ceramics Sintered with Ca-based compound as Sintering Additive: Abstract of The 13th 21st Century COE International Symposium, [27] (2006).
- ⑮松永知佳 他：異なる AlN 粉末を用いて作製した AlN 焼結体の光透過率とカソードルミネッセンス：平成 18 年度日本セラミックス協会東北北海道支部研究発表会講演要旨集, [3] (2006).
- ⑯本間隆行 他：AlN 焼結体における Ca 系化合物の添加量と光透過率の関係：平成 18 年度日本セラミックス協会東北北海道支部研究発表会講演要旨集, [53] (2006).
- ⑰C. Matsunaga et al.: Effect of Sintering Conditions on Transmittance of AlN Ceramics: Abstract of 3rd International Symposium on Hybridized Materials with Super-Functions, [214] (2006).
- ⑱T. Honma et al.: Transmittance and Cathodoluminescence of AlN Ceramics Sintered with $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ as Sintering Additive: Abstract of 5th Asian Meeting on Electroceramics (AMEC-5), [47] (2006).
- ⑲本間隆行 他：AlN 焼結体における Ca 系化合物の添加量と熱伝導率、光透過率の関係：第 45 回セラミックス基礎科学討論会講演要旨集, [278-279] (2007).