



夢はバラ色

炭素・酸素の同時混入による 導電性窒化アルミニウムの作製

岡本 光 央*

Fabrication of conductive aluminum nitride thin films
by simultaneous incorporation of carbon and oxygen

Key Words : aluminum nitride, wide band gap semiconductor,
pulsed laser deposition (PLD), doping, ablation

1. はじめに

本稿では、摂津信用金庫、日刊工業新聞社共催によって行われたキャンパスベンチャーグランプリ OSAKA (CVGO: 愛称キャベツ・プラン) で大賞を受賞した研究内容について紹介いたします。この大会は在阪の学生を対象に、学生が新商品と新事業のアイデア・ビジネスプランを提案、コンペによって新産業の創造を目指すというものです。キャンパスで芽生えたビジネスプランを発表する場であり、産業界、支援者との触れ合いの機会となっています。わたしが受賞したのは、大阪大学大学院在籍中の平成12年に開催された第2回大会であり、当時行っていた研究が提案内容の元となっています。

この大会で、普段の研究をしているだけでは、なかなか接点のないような方々と知り合う機会ができ、とても貴重な体験をさせていただきました。質問される内容も、実際にビジネスに転用することを踏まえた内容が多く、興味深く感じました。これからの研究者は、ただ研究するだけではなく、それを使ってビジネスに発展させていくことを念頭に置く必要があると思います。そのような観点で、この大会がさらに発展し、学生のうちからベンチャービジネス

に接する機会が増えることはとても意義深いことです。わたしは現在大阪大学を卒業し、この研究からは離れてしまいましたが、この大会で得られた経験はこれからの研究生活においても役立っていくことでしょう。

2. 超ワイドギャップ半導体窒化アルミニウム

それでは、わたしが大賞を受賞した内容について紹介したいと思います。わたしが注目したのは窒化アルミニウム (AlN) という材料です。この材料はⅢ-V族窒化物半導体であり、その仲間には青色発光素子材料としてきわめて有名になった窒化ガリウム (GaN) があります。この二つの材料はかなり似た性質を持ちますが、AlNはGaNよりもバンドギャップが大きく (AlN: 6.2eV, GaN: 3.4eV)、従って発光素子を作った場合その発光波長はより短波長となります。

5eVを越える広い禁止帯を持った、超ワイドバンドギャップ半導体は近年注目されている材料です。超ワイドバンドギャップ半導体による電子デバイスが実現されれば、以下のような次世代デバイスへの応用が考えられます。①深紫外域発光デバイス: pn接合の再結合光の波長が深紫外域となることから、超高密度DVDピックアップ光源などへの応用が考えられます。②過酷環境下での電子デバイス: バンドギャップが広いため、熱や放射線による影響が少なく、大電力用パワーデバイス、宇宙空間用電子デバイスなどへの応用が挙げられます。③電子放出デバイス: 電子親和力が小さいため、電子を放出しやすく、微小電子放出素子によるフラットパネルディスプレイなどへの応用が考えられます。しかしながら、超ワイドバンドギャップ材料による上記のような素子応用はまだ十分には達成されていないの

* Mitsuo OKAMOTO
1974年1月15日生
平成13年大阪大学大学院・工学研究科・電気工学専攻・博士後期課程修了
現在、独立行政法人産業技術総合研究所・第二事業所・パワーエレクトロニクス研究センター・NEDO特別研究員、工学博士、薄膜成長、結晶成長
TEL 0298-61-3320
FAX 0298-61-3397
E-Mail mitsuo-okamoto@aist.go.jp



が現状です。

我々が注目した窒化アルミニウム (AlN) (バンドギャップ: 6.2 eV) は安定相での作製が可能であり, 比較的高品質な結晶を得られるのが特徴です. この材料の問題は, 電気伝導性制御が困難なところにあ

ります. 欠陥や不純物を多く含んでいる場合でも, AlNは高い抵抗を持った絶縁体として得られ, 不純物元素をドーピングして低抵抗な窒化アルミニウムが得られたという報告はほとんどなされていません.

3. 導電性 AlN 薄膜の作製

我々は, 図1に示すような, 2ビーム同時レーザーアブレーション法を用いて, 酸素および炭素不純物を混入させ, 低抵抗AlN薄膜の作製を目指しました. レーザーアブレーション法とは, レンズで集光した高強度のパルスレーザーをターゲット材料に照射し, ターゲットを瞬間的に剝離蒸発させ(この現象をアブレーションという)対向した基板に堆積させていく成膜方法です. この方法は, 蒸発した粒子が非常に大きなエネルギーを持って基板に飛行していく, 極めて非平衡なプロセスであるという特徴を持ちます. この特徴により, 他の成膜方法では困難であった導電性窒化アルミニウムの作製を達成できる可能性を秘めていると考えられます.

図2に実際に2ビームレーザーアブレーション法で得られたAlN薄膜のI-V特性を示しています. 炭素と酸素をそれぞれ単独で混入させてもやはり絶

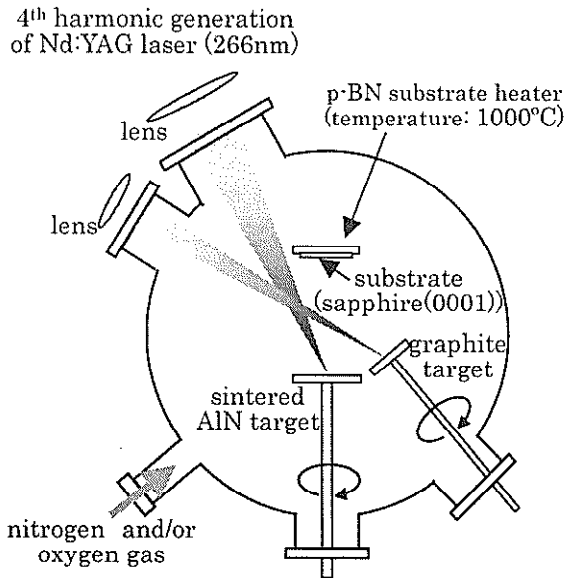


図1 2ビーム同時レーザーアブレーション装置図

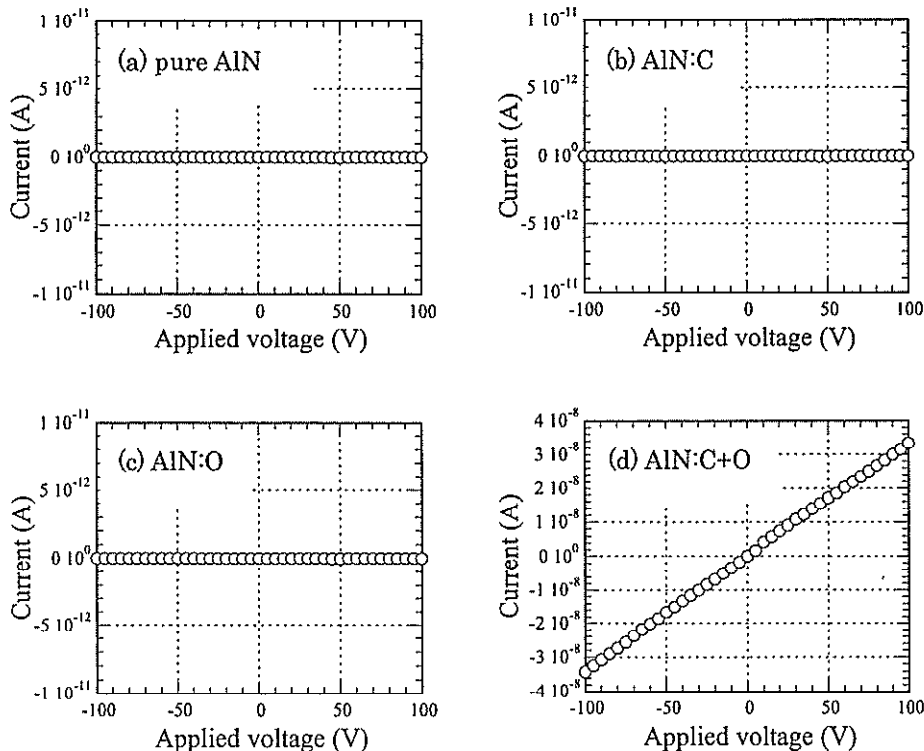


図2 AlNのI-V特性. (a)不純物を添加していないAlN薄膜 (b)Cを5at.%混入させたAlN薄膜 (c)Oを10at.%混入させたAlN薄膜 (d)C:5at.%とO:10at.%を混入させたAlN薄膜

緑体($10^{13} \Omega \text{cm}$ 以上)のままでしたが、炭素と酸素を同時に混入させることにより、導電性を持ったAlN薄膜($10^5 \Omega \text{cm}$)が得られていることがわかります。この薄膜は、不純物が数at.%から10at.%程度と、非常に高濃度混入しており、従来のドーピングとはメカニズムが異なることが予想されます。X線回折の結果から、結晶格子が変形していることがわかっており、この結晶構造変化が電気伝導に関係していることも考えられますが、現在のところ詳細は不明なままとなっています。

以上のように、AlNの電子素子応用への第一歩となる、電気伝導性AlN薄膜の作製に成功しました。さらなる低抵抗化・高品質化、そして同時混入による低抵抗化のメカニズムの解明が今後の課題として挙げられます。

4. 結 び

今回、「夢はバラ色」という題目で書かせていただきましたが、実際この研究がバラ色の未来につながっているかは、今のところまったくわからないという状況です。むしろ多くの問題を抱え、その道はかなり険しいでしょう。しかし、夢を持ち続け、バラ色の未来を実現させるために努力することが重要なのだと思います。キャンパスベンチャーグランプリにおいて、このような基礎的な内容の提案が大賞に選ばれたのも、その夢が評価されたのだと感じました。しかし、冒頭に述べたように、まったくの夢物語で実用性のない研究にも問題があるでしょう。常に実社会とのつながりを意識しつつ、それでいて夢のある研究を進めていきたいと考えています。

最後に、このような機会を与えて下さった生産技術振興協会の皆様に感謝いたします。

