

Title	STUDIES ON THE CYCLIC PROCESS FOR THE ENHANCEMENT OF DIAMOND FILM PROPERTIES
Author(s)	金, 聖薫
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/46792">https://hdl.handle.net/11094/46792</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名	金 聖 薫
博士の専攻分野の名称	博士 (工 学)
学位記番号	第 19758 号
学位授与年月日	平成 17 年 7 月 22 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	Studies on the cyclic process for the enhancement of diamond film properties
論文審査委員	(主査) 教授 糸崎 秀夫  (副査) 教授 奥山 雅則 教授 岡本 博明

#### 論文内容の要旨

For the enhancement of the diamond film properties, a new method, what is called the cyclic process, is invented. It can be simply achieved by turning a source gas flow rate in a reaction system on or off. For the increase in the diamond film growth rate which is comparable with that in the normal process while maintaining the high diamond quality, the interlayer deposition method on silicon substrate prior to the cyclic process is introduced. Irrespective of the substrate kinds and deposition conditions, the diamond nucleation density was enhanced by the cyclic process. Therefore the selective deposition of diamond film on glass substrate could be achieved using the cyclic process. The highest nucleation density was obtained under the condition of the higher growing/etching time ratio in the cyclic process. Conversely, the diamond quality was enhanced under the condition of the lower growing/etching time ratio in the cyclic process. For the cyclic modulation time interval, namely the time for one cycle in the cyclic modulation process, both the diamond nucleation density and the diamond quality were enhanced with increasing the cyclic modulation time interval.

For the effect of the cyclic process to the texture growth of diamond film, first of all, the increase in the density of {100}-oriented grains as well as the film uniformity is investigated. The film uniformity increased by applying the cyclic process during the nucleation step. The evolution of the film morphology indicates that the increase in the carburization time decrease the tilted angle of the {100}-oriented texture morphology. The cyclic process applied during the growth step has a detrimental effect on the {100}-oriented texture growth. In contrast, the coverage area of the film as well as the density of {100}-oriented diamond grains could be increased by applying the cyclic process during the nucleation step. The properties of the diamond film were found to be strongly dependent on the etching time interval in the cyclic process. With less etching time than growing time in the cyclic process, not only the density of the {100}-oriented textural grains, but also the parallel degree of the {100} plane of the film with respect to the substrate, was proved to be enhanced.

The current on the substrate, which was induced by the plasma, and the gas components in the plasma were measured. Based on these results, the causes for the cyclic process effect on the diamond film properties were discussed in detail. In addition, the growth distributions of the diamond grains on the substrate surface according to the different process are described step by step.

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、ダイヤモンド薄膜の結晶成長に関し、本学位申請者が考案した新しい薄膜成長法であるサイクリックプロセス法について、その詳細な実験を基にして、平坦で成長方向のそろったダイヤモンド薄膜成長の機構を明らかにしたものである。

ダイヤモンド薄膜はデバイスなどへの応用において、Siなどの異種基板上への結晶成長技術の確立が求められているが、Si基板上成長したダイヤモンド薄膜は、非晶質的な結晶や成長方向が乱れたダイヤモンド結晶などが混合しており、ダイヤモンド結晶のみの配向薄膜の成長技術が求められていた。

そこで、本論分は、Si単結晶基板上に水素とメタンの混合プラズマと水素プラズマを交互に繰り返すサイクリックプロセスを結晶成長初期に導入することにより、高品位膜を成長させる方法を考案した。このプロセスでは、水素とメタンの混合プラズマにより、ダイヤと非晶質性ダイヤが同時に成長核を形成する。しかし、直後に水素プラズマを照射することにより、低品位の非晶質ダイヤモンドをエッチングするとともに、高品位のダイヤモンド結晶核のみを残し、かつSi基板をわずかにエッチングして、Si単結晶の方位にあった溝や穴を形成する。さらにこの際に基板にバイアス電圧を印加することにより、より規則的な溝を形成できる。その後ふたたび水素とメタンの混合プラズマにより、ダイヤ形成核成長を進める。このようなプロセスを繰り返すことにより、Si基板表面に多数の高品位な結晶配向したダイヤモンド成長核が形成できる。そのため、その後連続した水素とメタンの混合プラズマにより結晶配向した高品位のダイヤモンド薄膜の成長に成功した。

以上のように本論文では、ダイヤモンド薄膜のSi基板への結晶成長初期段階において、新しいサイクリックプロセスにより、配向した高品位のダイヤモンド薄膜を成長させる機構について、Si基板表面のダイヤモンド成長核生成機構や、配向性ダイヤモンド薄膜の成長について、系統的に検討を進め、機構の解明を行っている。したがって、高品位ダイヤモンド薄膜成長に関して学術的に大変意義深いのみならず、薄膜成長の新しいプロセスの開発にも大きく寄与するものである。したがって、博士(工学)の学位論文として、十分に審査する価値のあるものと認められる。