

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | シアン化ビニリデン/酢酸ビニル共重合体を用いた第2高調波光発生に関する研究   |
| Author(s)    | 東井, 勇治  |
| Citation     | 大阪大学, 1993, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/38456">https://hdl.handle.net/11094/38456</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           | 東 井 勇 治  |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (工 学)                                      |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 0 9 3 1 号                                  |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平 成 5 年 9 月 21 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     | シアン化ビニリデン／酢酸ビニル共重合体を用いた第2高調波光発生に<br>関する研究      |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 西 原 浩<br>教 授 吉 野 勝 美 教 授 佐 々 木 孝 友 |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、2次非線形感受率の大きな有機ポリマーの一つであるシアン化ビニリデン／酢酸ビニル(VDCN/VAc)共重合体を用いた第2高調波光発生(SHG)に関し、新しい発生法を提案し、それを理論及び実験の両面から検討を行ったものであり、全体は8章から成っている。

第1章は序論であり、研究の背景を説明した後、目的及び課題を明示し、研究成果の概要を述べている。

第2章では、VDCN/VAc共重合体の歴史的な背景及びその製造方法について概観し、光学特性及び応用の可能性について述べている。

第3章では、有機ポリマーに適用できる各種位相整合法によるSHGパワーを与える式を導出している。まず、バルク構造及び導波路構造から得られるSHGパワーの理論式を導出し、次に、導波モード間位相整合及びチェレンコフ放射型位相整合について理論展開を行い、さらに媒質の非線形感受率が一様分布及び周期的分布の場合に拡張しSHGパワーを与える式を導出している。

第4章では、バルク構造のVDCN/VAc共重合体試料を用いてなされたSHG実験の結果を述べている。まず、一様分極試料を用いて実効非線形感受率、コヒーレンス長及び消衰係数を見積もり、次に、バルク構造試料を周期的に分極して擬似位相整合をとることによりSHGパワーが改善されることを検証し、理論との比較検討を行っている。

第5章では、導波モード間で位相整合をとりSHGパワーの増大を試みている。まず、一様に分極したスラブ導波路における導波モード間で位相整合をとりSHGパワーの改善を提示し、理論との比較検討を行っている。次に、周期的に分極して擬似位相整合をとることによりSHGパワーが著しく改善されることを示している。

第6章では、チェレンコフ放射型位相整合をとりSHGパワーの増大を試みている。まず、一様に分極したスラブ導波路を用い、チェレンコフ放射型位相整合法を提示し、理論的検討を行い、次に、周期的に分極したスラブ導波路を用いてチェレンコフ放射型位相整合によるSHGパワーを初めて実験的に提示し、理論との比較検討を行っている。この手法により広い導波層膜厚範囲にわたってSHGパワーが改善できることを示している。

第7章では、第4～6章で基本波波長にNd:YAG 1.06  $\mu$ m光を用いて提示してきた各種SHG法をEr:

YAG 2.94  $\mu\text{m}$  光へも適用し、SHG パワー増大の可能性を確かめている。

第 8 章では、本研究で用いた各種 SHG 法について理論及び実験で得られた結果を比較している。

第 9 章では、本研究を通じて得られた主要な成果を要約し、非線形有機ポリマーを用いた SHG にとって有望な位相整合法について討論している。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、2 次非線形感受率の大きな有機ポリマーの一つであるシアン化ビニリデン/酢酸ビニル(VDCN/VAc) 共重合体を用いた光波の第 2 高調波発生 (SHG) 法に関して新しい提案を行い、それについて理論と実験の両面から研究を行ったものであり、主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 第 2 高調波発生に要求される基本波と第 2 高調波との最適位相整合法を比較検討するにあたり、①バルク構造における位相整合、②導波路構造における導波モード間位相整合、③導波路構造におけるチェレンコフ放射型位相整合、の 3 つの位相整合法をとりあげ、それぞれについて一様分極構造及び周期分極構造の 2 つの構造を考え、従って合計 6 つの方式について、VDCN/VAc 共重合体の光学特性を考慮にいたし、SHG パワーの理論式を新たに導出している。
- (2) 前述の 6 つの方式に対応する試料を作製し、Nd : YAG レーザーからのパルス光 (波長 1.06  $\mu\text{m}$ ) を用いて SHG 光 (波長 0.53  $\mu\text{m}$ ) のパワーの実測を行っている。バルク構造で一様分極の試料の SHG パワーを基準にして SHG パワーの増大係数を実測した結果、理論から予測されたように、本研究で用いた寸法 (約 2 mm) の試料では、(i) ①のバルク構造で周期分極構造の場合には約 100 倍、(ii) ②の導波路構造における導波モード間位相整合の場合には、一様分極構造の場合に約 10 倍、また周期分極構造の場合に約 500 倍、(iii) ③の導波路構造でかつ周期分極構造における本提案のチェレンコフ放射型位相整合の場合には約 400 倍、がそれぞれ得られることなどを明らかにしている。
- (3) 一方、導波路構造の場合に位相整合条件を満足する導波路層厚 (2 ~ 5  $\mu\text{m}$  程度) の許容範囲は、②の場合は 0.1  $\mu\text{m}$  以下となり非常に厳しいが、③の場合には 0.5 ~ 1  $\mu\text{m}$  程度と大きくなり実際的であることを理論からも明らかにしている。
- (4) 結論として、VDCN/VAc 共重合体のような有機ポリマーを利用した SHG デバイスを実現するには、導波路層厚許容範囲が大きく、かつ SHG 効率の大きい本提案の周期構造導波路からのチェレンコフ放射型方式が最も有望であることを述べている。

以上のように本論文は、有望な有機ポリマー材料の一つであるシアン化ビニリデン/酢酸ビニル共重合体に適した新しい第 2 高調波光発生法を提案・検討したものであり、今後の有機非線形光学ポリマーを利用した緑色光 SHG デバイス設計のための多くの新たな知見を提示しており、光電子工学発展に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。