

令和 3 年 6 月 28 日現在

機関番号：12401

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2020

課題番号：19K23568

研究課題名（和文）超高濃度PVDF溶液を用いた圧電高分子フィルムの高性能化

研究課題名（英文）Improvement of Piezoelectric Polymer Film using Ultra-high Concentration PVDF Solution

研究代表者

山田 典靖 (Yamada, Noriyasu)

埼玉大学・理工学研究科・助教

研究者番号：60850881

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：超高濃度PVDF溶液から圧電フィルム作製を試みた結果、2つの知見が得られた。1つ目は、溶液濃度はフィルム内の圧電結晶量に正の影響を与えているということである。従来よりも低分子量のPVDF粉末を用いて、安定的に作製可能な溶液濃度を拡大し、自作のラマン分光測定システムを用いて低濃度溶液と超高濃度溶液の結晶量の比較を行ったところ、超高濃度溶液は低濃度溶液に比べて最大26.8倍の結晶量を有するフィルムを示した。2つ目は、一定の濃度以上のPVDF溶液は無極性結晶を生成するということである。このことから超高濃度PVDF溶液の結晶化は低濃度領域のものとはまったく異なるメカニズムである可能性を示唆した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、PVDFの相転移メカニズムと高分子溶液の蒸気圧降下現象に着目し、従来の手法よりも高濃度の溶液から圧電高分子フィルムを作り出すことによって圧電性結晶量の向上を試みた。その結果から示唆されたこととして、無極性結晶であるPVDF粉末を溶媒に溶かし、その溶液の濃度が低ければ圧電性結晶が、非常に高ければまた無極性結晶が生成されるという現象はPVDFの結晶化制御としては新しい着眼点であり、結晶構造が変化する条件の転換点がどのようなメカニズムによって決定されているかは結晶多形であるPVDFの理解を深める上で学術的に興味深い問いであると考えられる。

研究成果の概要（英文）：Through the research of piezoelectric film preparation from ultra-high concentration PVDF solution, the following two findings were obtained. Firstly, the solution concentration has a positive effect on the amount of piezoelectric crystals in the film. Using a powder with a lower molecular weight than the conventional PVDF powder, the concentration of the solution that can be stably produced is expanded. The difference of the crystal content between the low-concentration solution and the ultra-high-concentration solution is analyzed by the self-made Raman spectroscopic measurement system. As the result, the ultra-high concentration solution showed a film with a crystal content 26.8 times that of the low concentration solution at most. Secondly, PVDF solutions above a certain concentration produce non-polar crystals. This suggests that the mechanism of the crystallization of ultra-high concentration PVDF solution may be a completely different from that in the low concentration region.

研究分野：構造材料および機能材料関連

キーワード：PVDF 溶媒キャスト法 蒸気圧降下 圧電高分子フィルム

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1)代表的な圧電高分子にポリフッ化ビニリデン(PVDF)がある。PVDFは炭素、水素、フッ素からなるシンプルな鎖状高分子であるが、分子鎖の並び方によって極性を持たない型結晶や、圧電性を示す型結晶や型結晶の形をとる。

(2)最も安定した構造が型であるため、PVDFを圧電材料として使うためには型を型や型に変換する処理が必要となる。型PVDFフィルムを一軸延伸する手法や有機溶剤にPVDF粉末を溶かして製膜する溶媒キャスト法など多種多様な方法が研究されてきた。

(3)本研究グループでは溶媒キャスト法におけるPVDF溶液の濃度に着目し、低濃度領域において濃度の上昇に伴って型結晶量が増加することを確認していた。

2. 研究の目的

(1)本研究の目的は、高濃度領域におけるPVDF溶液から作製したフィルムの評価、また、高濃度溶液の作成法の検討である。

3. 研究の方法

(1)分子量の異なる粉末を用いて溶液を作成し、マグネチックスターラーと回転子を用いた既存の手法において作成可能な溶液の濃度上限が引き上げられるかどうかを検証する。また、それらの溶液から作製したフィルムの結晶構造を評価する。得られたデータから、溶液のPVDF濃度とフィルム内PVDF結晶量の関係性を明らかにする。

(2)溶液の攪拌方法を見直し、高濃度PVDF溶液が作成可能かどうかを検証する。また、それらの溶液から作製したフィルムの結晶構造を評価する。

4. 研究成果

(1)Arkema社製PVDF粉末Kynar 711を使用することで、溶液の作製可能濃度をKynar HSV900を使用した場合の20wt%から25wt%に引き上げることができた。

(2)Kynar 711を用いた5wt%、15wt%、25wt%PVDF/DMF溶液から作成したPVDFフィルムのラマン分光測定結果を図1に示す。図から、2つの型結晶固有のピークがPVDF濃度の上昇に伴って増大していることが分かる。

(3)MATLABで自作したピーク分離プログラムを用いてラマン分光測定結果からPVDF結晶のピークを抽出し、5wt%を基準とした面積比を算出した結果、Kynar 711を用いたフィルムにおいて15wt%で15.3倍、25wt%で26.8倍ものピークが生成されていることを確認した。

(4)PVDF/DMF溶液から作製したPVDFフィルムのX線回折測定結果を図2に示す。溶液の濃度は10~40wt%の間を10wt%間隔で変えた値となっている。図から、30wt%より低い濃度の溶液から作製したフィルムは型結晶固有のピークをいずれも示しているが、40wt%溶液から作製したフィルムだけは型結晶固有のピークを示していることが分かった。

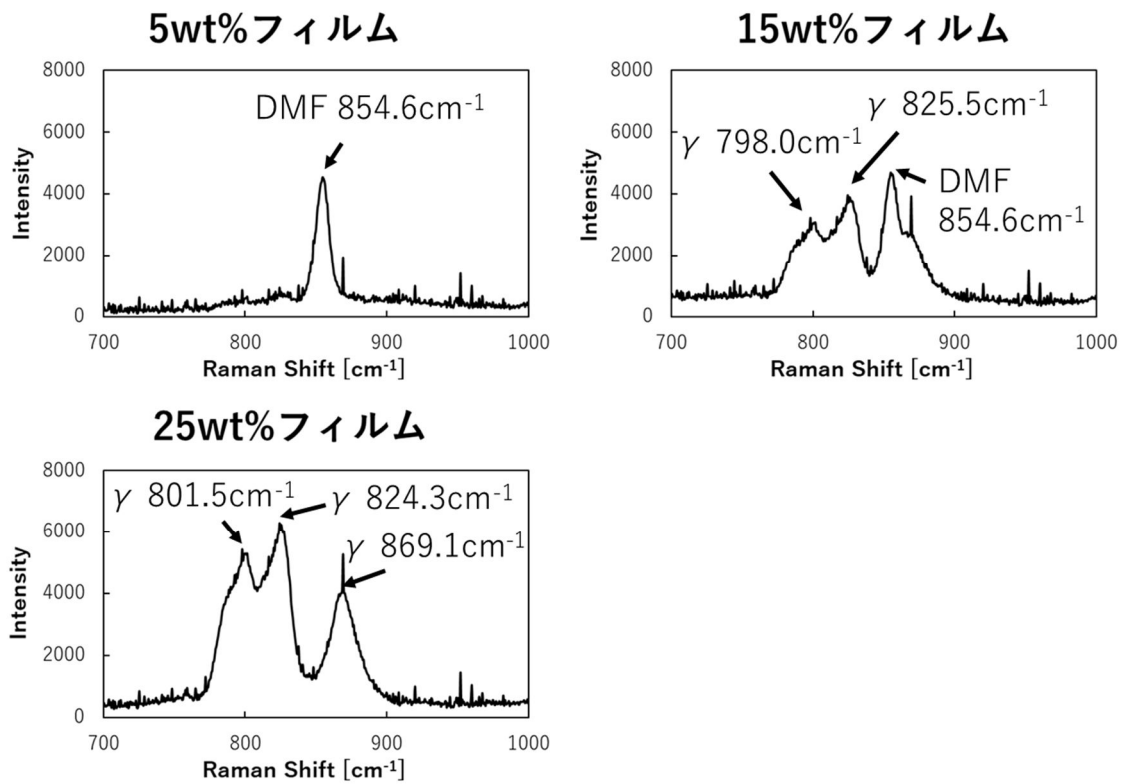


図1 3種類の濃度の溶液から作製したフィルムのラマン分光測定結果

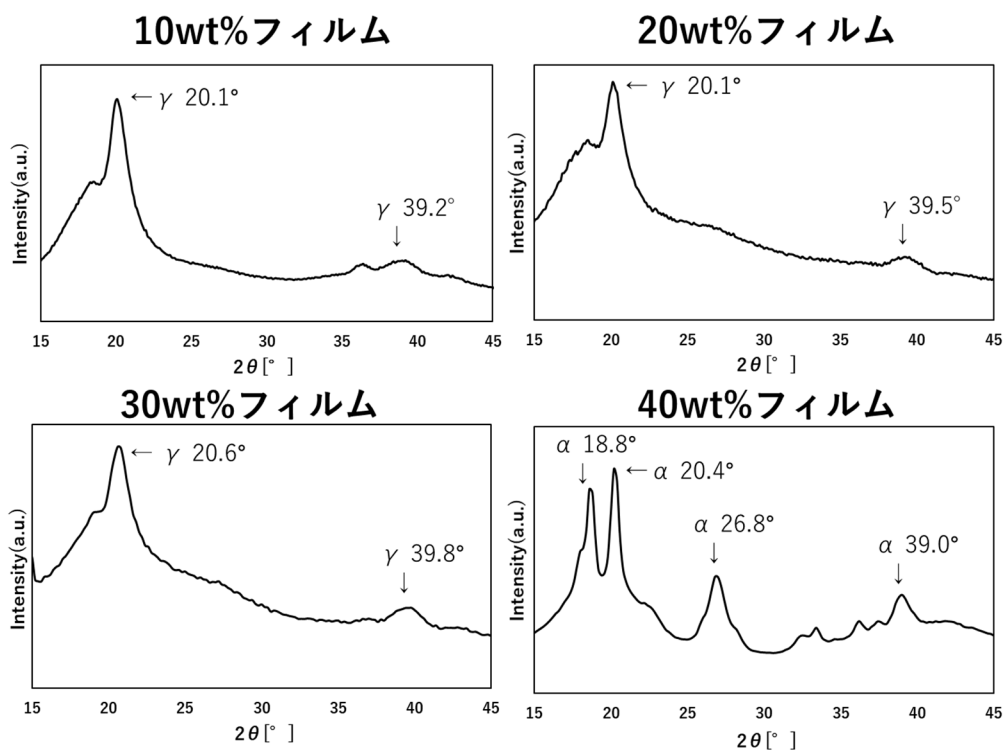


図2 4種類の濃度の溶液から作製したフィルムのX線回折測定結果

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 山田典靖
2. 発表標題 高濃度PVDF溶液を用いた圧電高分子フィルムの作成
3. 学会等名 一般社団法人 日本機械学会 M&M2019 材料力学カンファレンス
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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
---------	---------