《연구논문》 Hankook Kwanghak Hoeji, Volume 10, Number 4, August 1999
(Journal of the Optical Society of Korea－Korean Edition)

액체 레이저의 매질 개발을 목적으로 한 Nd^{3+} 착물의 광학적 특성

김정호
창원대학교 공과대학

(1999년 5월 6일 받음, 1999년 6월 2일 수정본 받음)

액체 레이저의 매질 개발을 목적으로 Nd^{3+} 주위에 저진동 모드의 결합으로 배위자를 형성하는 $Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물용액을 새로이 합성하고, 그 광학적 특성을 측정한 결과, 초기단계에서 보고한 광학적 특성보다 향상된 결과를 얻었다. $Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물에 있어서의 Nd^{3+} 이온의 발광특성은 유기용매의 종류에 의존하며, 강한 배위능력을 지니고 있는 용매일수록 발광특성이 우수한 결과로 부터 액체 레이저 매질의 개발 시 유기용매로서는 DMSO-d_6가 유력한 후보임을 제시하였다. DMSO-d_6를 용매로 사용한 $Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물의 경우, 파장 585 nm($^4F_{3/2}$)에 있어서의 흡수단면적은 0.92×10^{-20} cm^2, 발광강도는 1.0 μm대($^4F_{3/2} \Rightarrow {}^4I_{11/2}$, Peak파장 : 1062 nm)에서 가장 강하였으며, 발광스펙트럼의 반치폭(FHWM)은 31 nm, 발광수명은 약 12.0 mu s, 유도방출 단면적은 3.89×10^{-20} cm^2 였다.

I. 서 론

광의 단색성, 지향성 및 극초단 펄스 등의 우수한 성질을 이용한 레이저는 광통신, 금속 세라믹의 공작 및 토목 측량 등의 공학적 응용, 분광학 및 비선형 광학 등의 자연과학 연구, 외과 수술 · 진단의 의학적 응용 등 여러 산업 및 연구분야에 폭 넓게 사용되어지고 있다.

특히 Nd^{3+}을 비롯한 희토류 이온을 발광 중심으로 하는 일련의 고체레이저[1,2]는 발광에 필요한 반전분포 형성이 용이한 특징을 이용하여, 용접 · 절단과 같은 고출력 레이저로서 널리 사용되고 있을 뿐 아니라 미국과 일본을 중심으로 하는 레이저 관성 핵융합 연구에도 사용되어지고 있다. 이와 같이 현재 사용되고 있는 고출력 · 고반복율의 레이저는 대부분이 고체매질을 활성매질로 사용하고 있지만, 고체매질의 여기 및 냉각 등의 열적 부하에 관련된 문제점이 커다란 연구과제로 남아 있다.

이에 반하여 활성매질을 용매에 용해한 액체레이저는 기체 및 고체레이저의 잇점을 동시에 지니고 있는 레이저로서 매질의 광학적 균질성을 그대로 유지한 채 임의형상의 매질을 얻을 수 있고 활성매질의 농도 변환이 용이할 뿐 아니라, 액체매질 자체의 순환에 의해 매질의 냉각 및 교환이 가능하다는 장점을 지니고 있다. 이러한 특징을 이용하여 개발되어진 일련의 액체레이저(Nd^{3+} : 무기용매)는[3,4] 고출력 · 고반복율 레이저 및 대형증폭기로서의 기대가 매우 높았지만, 사용되어진 무기용매의 반응성, 독성 및 부식성 등의 문제로 인하여 초기단계에서 그 연구 개발이 중지되어 현재에 이르고 있다.

본 연구에서는 고체레이저에 있어서의 열적 문제의 해결방법의 하나로서, 보다 취급이 간단하고 반응성 및 독성이 적은 유기용매를 사용하면서, 활성매질 자체의 순환에 의해 매질의 냉각과 동시에 레이저 발진이 가능한 새로운 액체레이저의 개발을 목표로 연구를 개시하였다. 그러나 유기용액 중의 Nd^{3+} 이온의 여기상태 에너지는 용매의 진동으로 이동함으로서 간단히 소실되어지기 때문에 일반적으로 유기용매 중에서의 Nd^{3+} 이온의 발광은 매우 어려운 것으로 알려져 있다. 앞서의 연구에서 Nd^{3+} 이온에서 매체에로의 진동여기 에너지의 이동을 억제하는 방법의 하나로 Nd^{3+} 이온의 주위에 진동수가 낮은 불소계 및 중수소를 배위자로 하는 Nd^{3+} 착물 [$Nd(HFA\text{-}D)_3$]을 분자설계 · 합성하고 그 용액을 제조하여, 레이저 매질로서의 광학적 특성에 관하여 연구한 결과, 최초로 유기용매 중에서 Nd^{3+} 이온의 발광을 관측하는데 성공, 보고하였다.[5]

본 논문에서는 100% 중수소화 Methanol-d_4을 이용한 Nd^{3+} 착물의 중수소 치환율의 증대, 고순도 유기용매의 사용 및 고진공 중에서의 철저한 탈수과정을 통하여 보다 개선된 $Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물용액의 발광특성에 관하여 보고한다.

II. $Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물의 분자 설계 및 합성

이상적인 4준위 천이과정을 지닌 Nd^{3+} 이온은 광흡수에 의해 기저준위($^4I_{9/2}$)에서 상준위로 여기 되어 무방사 천이과정을 거쳐 발광준위($^4F_{3/2}$)로 천이된다. 이 때 $^4F_{3/2}$와 $^4I_{11/2}$ 준위 사이에 반전분포가 형성되어지고 레이저 발진에 이르게 된다. 그러나 유기용액 중에서의 Nd^{3+} 이온의 여기상태 에너지는 용매의 진동으로 천이되어지기 때문에 일반적으로 Nd^{3+} 이온의 발광은 유기용액 중에서는 관측이 매우 힘들다. 이는 Nd^{3+} 레이저 발진의 진동수(5640 cm^{-1})가 매체분자인 O-H결합($\nu = 3410$ cm^{-1}), C-H결합($\nu = 2950$ cm^{-1})의 배진동에 가깝기 때문에 $^4F_{3/2}$ 에서 유기용매 진동의 에너지의 완화에 의한 무방사 천이가 일어나 에너지가 소실 되어져 버리기 때문이다.[6,7]

이러한 진동여기 에너지이동에 관하여, Siebrand의 에너지 갭[8] 이론에 의하면 에너지 소실의 확률은

$$W_{\text{Radiationless Transition}} = (2\pi\rho/h)\ J^2F$$

으로 표시된다. 여기서 ρ는 전자밀도, h는 플랑크 상수, F는 Frank-Condon Factor이다.

한편, O-H 및 C-H 결합의 Frank-Condon Factor(F) 값은 0.18인 반면 C-D, C-F 결합의 경우는 각각 0.0061, 0.0031로서 그 값이 매우 작다.[5] 이는 Nd^{3+} 이온의 주위에 Frank- Condon Factor(F) 값이 작은 저진동수의 결합(C-F, C-D결합)만으로 배위자를 형성한다면 Nd^{3+}에서 용매에로의 진동여기 에너지 이동량의 감소가 가능하다는 것을 의미하며, 나아가 유기용매 중에서도 Nd^{3+} 이온의 발광이 관측 될 것으로 생각된다.

이러한 이론적 배경을 근거로 Nd^{3+} 이온 주위에 저진동수의 배위자를 갖는 새로운 Nd^{3+} 착물 [Nd(HFA-D)$_3$]을 분자설계·합성하고, 적외선 흡수스펙트럼 분석(IR), 핵자기공명 분석(^{1}H NMR, ^{13}C NMR, ^{19}F NMR), 원소 분석 및 시차열 분석(DSC) 등을 측정하여 Nd(HFA-D)$_3$ 착물의 분자구조를 검토하였다. 그림 1은 Nd(HFA-D)$_3$ 착물의 합성과정(a)과 ^{13}C NMR 측정 결과(b) 및 분자구조(c)를 나타낸다. Nd(HFA-D)$_3$ 착물용액의 유기용매는 중수소 치환율이 99.95% 이상인 고순도의 Acetone-d_6, Methanol-d_4, Tetrahydrofuran(THF-d_8), Dimethylsulfoxide (DMSO-d_6)를 각각 사용하였으며, Aldrich Chemical사에서 구입하였다.

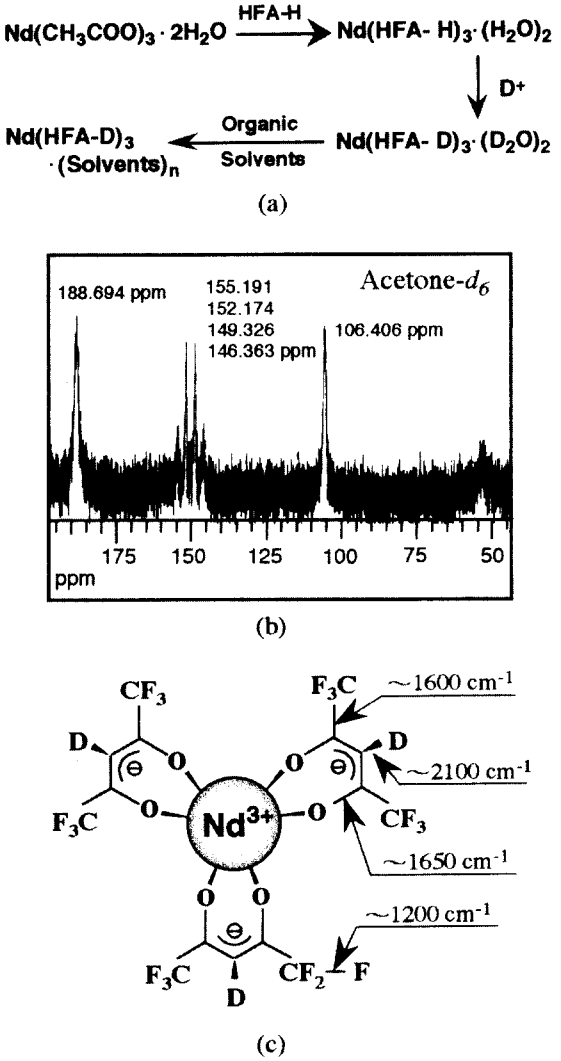

그림 1. Nd(HFA-D)$_3$ 착물용액의 합성과정(a)과 ^{13}C NMR 측정 결과(b) 및 분자구조(c).

III. Nd(HFA-D)$_3$ 착물용액의 발광 특성의 실험

Nd(HFA-D)$_3$ 착물용액의 투과·흡수, 발광스펙트럼의 측정은 고분해능 발광분광 측정장치(JASCO SS-25 system)를 사용하였다. 투과·흡수스펙트럼은 CW의 Halogen Lamp, 발광스펙트럼은 CW의 Xe Flash Lamp를 광원으로 사용하여 로크인 앰프 검출법으로 측정하였다. 또한, Nd(HFA-D)$_3$ 착물용액의 발광수명의 측정에는 Nd : YAG 레이저(Spectra- Physics, Quanta-Ray DSC-2A, 펄스폭; 7 ns)의 제2고조파(파장변환 : KDP결정, λ = 532 nm)를 여기 광원으로 사용하였다. 발광수명의 측정에 사용된 광학계를 그림 2에 나타낸다.

투과·흡수 및 발광스펙트럼과 발광수명의 측정에 사용된 광신호의 검출기는 파장 400~1000 nm의 범위에는 광전자 증배관, 파장 800~1600 nm에는 액체 질소 냉각의 Ge 포토다이오드를 사용하였고, 각각의 응답 속도는 1 μs 이하이며 파장 분해능은 0.75 nm 이다.

또한, 발광특성의 측정에 사용되어진 시료 Cell은 10×10×45 mm의 사면 투명 석영 Cell을 사용하였다.

IV. Nd(HFA-D)$_3$ 착물용액의 광학적 특성 및 고찰

Nd^{3+}에서 매체에로의 진동여기 에너지 이동의 억제를 목적으로 Nd^{3+} 주위에 저진동 모드의 불소계 및 중수소를 배위자로 사용한 Nd(HFA-D)$_3$ 착물용액의 광학적 특성을 측정하였다. 고분해능 발광분광 측정 System(SS-25)을 사용하여 Nd(HFA-D)$_3$ 착물용액의(농도; 0.05 M)의 투과스펙트럼을 측정하고, 투과스펙트럼으로 부터 Nd^{3+} 이온 이외의 흡수에 의한 손실분에 대하여 최소자승법을 이용한 시뮬레이션을 실시하여,

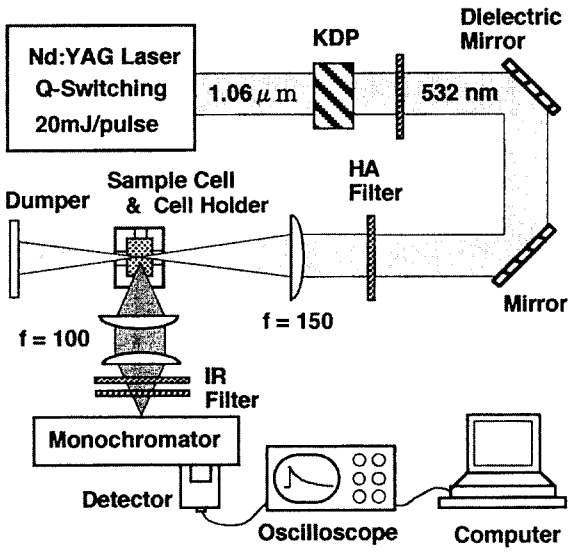

그림 2. 발광수명 측정 광학계.

흡수단면적 [$\alpha_e(\lambda)$] 스펙트럼을 산출하였다. DMSO-d_6를 용매로 사용한 Nd(HFA-D)$_3$ 착물의 흡수단면적 스펙트럼을 그림 3에 나타낸다. 그림 3에서 파장 585 nm($^4G_{7/2}$)에서 흡수단면적이 0.92×10^{-20} cm^{2}로서, 이는 파장 585 nm가 가장 효율적인 여기 파장임을 알 수 있다. 또한, 파장 400~1000 nm의 흡수는 Nd^{3+} 이온의 f-f 전자천이에 의한 흡수, 350 nm 부근은 용매의 흡수로 생각되며, 특히 532 nm에서의 흡수는 Nd:YAG 레이저의 제2고조파(λ = 523 nm)가 여기 광원으로서 유효함을 나타내고 있다. 이러한 결과는 Nd^{3+} : 인산염 Glass[9]와 매우 유사한 결과이다.

CW의 Xe Lamp의 λ = 585 nm광을 여기 광원으로 사용하여 측면측광 방식으로 Nd(HFA-D)$_3$ 착물용액의 발광특성을 측정한 결과, 처음으로 유기용매 중에서 Nd^{3+}의 발광을 관측하는데 성공하여 보고하였다.[5]

DMSO-d_6를 용매로 사용한 Nd(HFA-D)$_3$ 착물의 경우, 발광스펙트럼은 비대칭형으로, 0.9 μm대($^4F_{3/2} \Rightarrow {}^4I_{9/2}$, Peak 파장 :880 nm), 1.0 μm대($^4F_{3/2} \Rightarrow {}^4I_{11/2}$, Peak 파장 : 1062 nm) 및 1.3 μm대($^4F_{3/2} \Rightarrow {}^4I_{13/2}$, Peak 파장 : 1335 nm)에서 각각 발광을 관측하였다. 1.0 μm대(Peak 파장 : 1062 nm)에서 가장 발광강도가 강하였으며, 발광스펙트럼의 반치폭(FWHM)은 31 nm였다. 발광스펙트럼을 그림 4에 나타낸다.

Nd(HFA-D)$_3$ 착물에 있어서의 Nd^{3+} 이온의 발광은 여러 가지의 유기용매에서도 관측이 가능하였으며, 여기광원(585 nm) 및 이온농도(0.05 M)의 동일한 조건에서의 발광강도는 Methanol-d_4 < Aceton-d_6 < THF-d_8 < DMSO-d_6의 순서였다. 특히, DMSO-d_6의 경우 Methanol-d_4에 비교하여 약 10배의 강한 발광강도로서 사용한 용매 중 가장 우수한 발광특성을 보였다.

그림 5는 DMSO-d_6를 용매로 사용한 Nd(HFA-D)3 착물의 발광감쇄를 Nd:YAG 레이저의 제2고조파(λ = 532 nm)를 여기 광원으로 사용하여 측정한 결과를 나타낸다.

이 발광감쇄의 기울기로부터 발광수명을 계산한 결과 약 12.0 μs이었다. 동일한 방법으로 다른 유기용매에서의 Nd(HFA-D)$_3$ 착물의 발광수명을 측정한 결과, Methanol-d_4 : 3.5 ±0.3 μs, Aceton-d_6 : 5.7±0.5 μs, THF-d_8 : 7.5±0.3 μs로서 발광강도의 순서와 일치하며, 발광관측의 초기단계에서 보고한

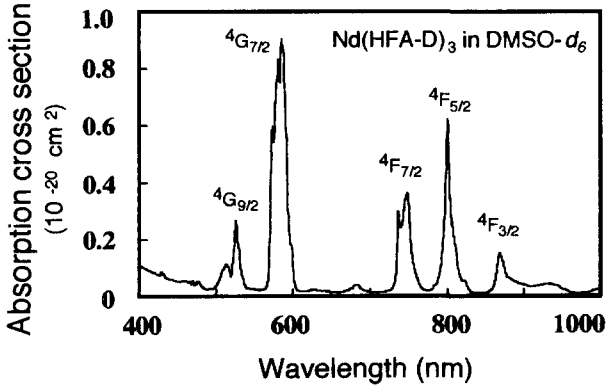

그림 3. Nd(HFA-D)$_3$ 착물용액의 흡수단면적 스펙트럼(DMSO-d_6).

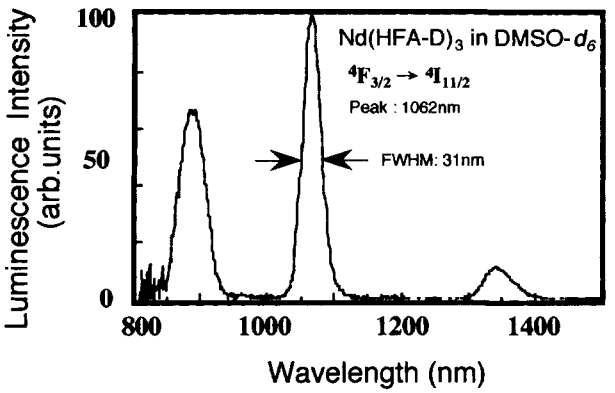

그림 4. Nd(HFA-D)$_3$ 착물용액의 발광 스펙트럼(DMSO-d_6).

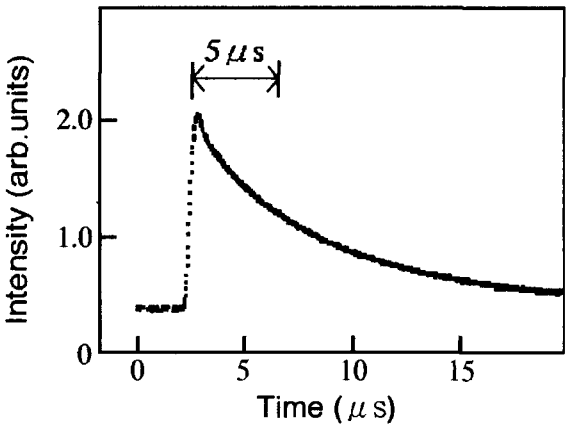

그림 5. Nd(HFA-D)$_3$ 착물용액의 발광 Decay(DMSO-d_6).

Nd(HFA-D)$_3$ 착물의 발광수명(Methanol-d_4 : 0.7 μs, Aceton-d_6 : 1.7 μs, THF-d_8 : 2.3 μs, DMSO-d_6 : 6.3 μs)[10]에 비하여 각각 약 2배 이상 증가된 결과였다. 이는 중수소 치환율 100 %의 Methanol-d_4을 사용하여 Keto-Enol 평형반응을 시킴으로서, Nd^{3+} 착물의 중수소 치환 [Nd(HFA-H)$_3$ ⇒ Nd(HFA-D)$_3$]의 증대 및 고순도의 유기용매(중수소 치환율 99.95% 이상)의 사용, Nd^{3+} 착물의 합성에서 고진공에서의 철저한 탈수과정이 그 원인으로 생각되어진다. 이러한 결과로부터 Nd(HFA-D)$_3$ 착물용액의 무방사 천이에 의한 에너지 소실의 억제에는 Nd^{3+} 착물 주위에 저진동의 배위자의 합성 및 고순도의 중수소화 유기용매의 사용이 매우 유효한 것으로 판단된다. 이러한 유기용매의 중수소화에 의한 발광강도 및 발광수명의 증대는 Heller의 연구결과[11]에 의해서도 지지되어진다.

한편, 발광수명과 더불어 레이저 발진특성을 분석, 평가하는데 중요한 변수의 하나로 이용되는 유도방출 단면적을 계산하였다. 이 계산을 위하여 Nd(HFA-D)$_3$ 착물용액의 발광스펙트럼(그림 4) 형상을 로렌츠형으로 가정하고 로렌츠형의 스펙트럼 형상[12]에 대하여 Fuchtbauer-Ladenburg의 식[13]을 이용하였다.

$$\alpha_s = \frac{\lambda^4}{4\pi c n^2 \Delta\lambda_{eff}} A \quad [(^4F_{3/2}); (^4I_{11/2})]$$

표 1. 유기용매에 있어서의 $Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물의 광학적 특성

Luminescence Properties	$Nd(HFA\text{-}D)_3$ Complexes			
	Mathol-d_4	Actone-d_6	THF-d_8	DMSO-d_6
Peak Wavelength	1063	1055	1059	1062
Bandwidth (FWHM) (nm)	33.3	32.9	32.0	31.0
Relative Intensity[a]	1.00	1.58	1.97	3.65
Lifetime (ms)[b]	3.5(0.70)[c]	5.7(1.71)[c]	7.5(2.33)[c]	12.0(6.30)[c]
Emission Cross Section (10^{-20} cm^2)	3.17 ± 0.2	3.35 ± 0.2	3.29 ± 0.4	3.89 ± 0.4

[a] Relative intensity was determined from the intensity of Methanol-d_4 as a reference. Excitation : Xe flash lamp at 585 nm.
[b] Excitation wavelength: Second harmonic of Nd : YAG laser at 532 nm.
[c] References (5), Excitation wavelength: Second harmonic of Nd : YAG laser at 532 nm.

여기서 λ는 천이파장, n은 천이파장에 있어서의 매질의 굴절률, c는 광속도, $\Delta\lambda_{eff}$는 발광스펙트럼의 반치폭(FHWM)이며, A는 자연방출률을 각각 나타낸다.

계산 결과 DMSO-d_6을 용매로 사용한 $Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물의 유도방출 단면적은 3.89×10^{-20} cm^2 였다. 다른 유기용매에서의 $Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물의 유도방출 단면적을 동일한 방법으로 계산하고 발광강도 및 발광수명 등의 발광특성과 함께 표 1에 정리하였다. 표 1에 나타난 바와 같이 DMSO-d_6는 사용된 유기용매 중에서 가장 우수한 광학적 특성을 가지고 있으며, $Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물의 발광특성은 유기용매의 종류에 의존하고 있음을 명확히 알 수 있다.

$Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물의 발광특성의 유기용매 의존성에 관하여 용매분자의 점도 및 배위능력에 관하여 검토하였다. 용매분자의 배위능력은 컴퓨터 시뮬레이션(반경험적 분자축도법, MOPAC)을 이용하여 측정하였고, 그 결과를 용매분자의 점도와 함께 표 2에 나타내었다. 표 2에 나타낸 바와 같이 유기용매의 점도 및 용매분자의 배위능력의 순서는 발광강도 및 발광수명의 순서와 매우 잘 일치하고 있으며, DMSO-d_6가 사용되어진 유기용매 중에서 가장 높은 점도와 가장 강한 배위능력을 지니고 있음을 명확히 알 수 있다.

한편, $Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물은 8배위의 분자구조 중 2배위를 물분자가 점유하는 Anti-Square Prism 분자구조[5,14]로 형성되어 있고, Nd^{3+} 착물에의 배위능력이 강한 용매분자일 수록 물분자와 치환이 용이하다고 생각된다. 그러므로 DMSO-d_6의 경우, 동일한 방법으로 계산한 물분자(-0.3291) 뿐 아니라 다른 유기용매에 비해서도 배위능력이 강하기 때문에 $Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물 중의 2배위의 물분자와 배위치환이 보다 용이하다. 그 결과 Nd^{3+} 이온에서 O-D결합으로의 무방사 천이에 의한 에너지 소실이 보다 효율적으로 억제되어져 사용된 유기용매 중에서 가장 우수한 발광특성을 보였다고 생각된다. 이는 액체레이저 매질의 개발시 DMSO-d_6가 유력한 유기용매가 될 수 있을 것으로 사료된다.

표 2. 용매의 점도 및 $Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물에서의 용매분자의 배위능력

Solvent Properties	$Nd(HFA\text{-}D)_3$ Complexers		
	Actone-d_6	THF-d_8	DMSO-d_6
Viscosity (cp)	0.316	0.550	1.996
Electron Density of coordinated Oxygen Atom	-0.2793	-0.3288	-0.7068

V. 결 론

본 연구에서는 액체레이저를 위한 매질의 개발을 목적으로 Nd^{3+} 주위에 저진동 모드의 결합으로 배위자를 형성하는 $Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물용액을 새로이 합성하고, 그 광학적 특성을 측정하였다.

고순도 유기용매의 사용과 고진공에서의 철저한 탈수과정을 행함으로서, 동일한 조건에서 초기단계(최초 발광관측)에서 보고한 광학적 특성보다 약 2배 이상의 향상된 결과를 얻을 수 있었다. 이러한 결과로부터 $Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물용액의 무방사천이에 의한 에너지 소실의 억제에는 Nd^{3+} 착물 주위에 불소계 및 중수소의 저진동 모드의 배위자의 합성, 고순도 중수소화 유기용매의 사용 및 Nd^{3+} 착물 합성에서의 철저한 탈수과정이 매우 효과적인 것으로 판단된다.

여러 종류의 유기용매를 사용하여 Nd(HFA-D)3 착물의 광학적 특성을 측정한 결과, 가장 우수한 발광특성을 나타낸 것은 DMSO-d_6를 용매로 사용한 경우로서 액체레이저 매질의 개발 시 유기용매로서는 DMSO-d_6가 유력한 후보임을 제시하였다. DMSO-d_6를 용매로 사용한 $Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물의 경우, 파장 585 nm($^4F_{3/2}$)에 있어서의 흡수단면적은 0.92×10^{-20} cm^2, 발광강도는 1.0 μm대($^4F_{3/2} \Rightarrow {}^4I_{11/2}$, Peak 파장 : 1062 nm)에서 가장 강하였으며, 발광스펙트럼의 반치폭(FHWM)은 31 nm 였다. 발광수명은 약 12.0 μs, 유도방출 단면적은 3.89×10^{-20} cm^2 이었다.

또한, $Nd(HFA\text{-}D)_3$ 착물에 있어서의 Nd^{3+} 이온의 발광특성은 유기용매의 종류에 의존하며, 용매분자의 점도 및 배위능력에 관하여 검토한 결과, 강한 배위능력을 지니고 있는 용매일수록 발광특성이 우수한 것으로 나타났다.

참고문헌

[1] レーザー學會, "レーザーハンドブック", オーム社 (1982).
[2] D. W. Hall and M. J. Weber, J. Appl. Phys., **55**, 2642 (1983).
[3] A. Heller, Appl. Phys. Lett., **9**, 106 (1966).
[4] T. Sasaki, T. Yamanaka, G. Yamaguchi and C. Yamanaka,

Jpn. J. Appl. Phys., **8**, 1037 (1969).
[5] Y. Hasegawa, K. Murakoshi, Y. Wada, S. Yanagida, J. H. Kim, N. Nakashima and T. Yamanaka, Chem. Phys. Lett., **248**, 8 (1996).
[6] J. L. Kropp and M. J. Winder, J. Chem. Phys., **42**, 1599 (1965).
[7] G. Stein and E. J. Wurzberg, J. Chem. Phys., **62**, 208 (1975).
[8] W. Siebrand, J. Chem. Phys., 46, 440 (1967).
[9] W. F. Krupke, IEEE J. Quantum Electron, QE-7, 153 (1971).
[10] J. H. Kim, N. Nakashima, Y. Hasegawa, Y. Wada, S. Yanagida and T. Yamanaka, Rew. Laser. Eng., **26**, 691 (1998).
[11] A. Heller, J. Appl. Phys., **9**, 106 (1966).
[12] A. A. Kaminskii, "Laser Crystals", Springer-Verlag (1981).
[13] W. B. Fowler and D. L. Dexter, Phys. Rew., **128**, 2154 (1962).
[14] M. Sayeed and N. Ahmad, J. Inrg. Nucl. Chem., **43**, 3197 (1981).

Optical properties of Nd^{3+} complexes for liquid laser material

Jeong-Ho Kim

College of Engineering, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

(Received May 6, 1999, Revised manuscript received June 2, 1999)

Perdeuterated hexaflouroacetylacetonato-neodymium [$Nd(HFA\text{-}D)_3$] complexes were synthesized by the keto-enol tautomerism reaction of $Nd(HFA\text{-}H)_3$ in methanol-d_4 in order to reduce the radiationless transition to the ligands. The emission properties of $Nd(HFA\text{-}D)_3$ complex were measured in the following anhydrous deuterated organic solvents; Methanol-d_4, Aceton-d_6, THF-d_8 and DMSO-d_6, and these properties depended on the coordination ability of solvent molecules. The intensity and lifetime of the emission in dimethysulfoxide (DMSO-d_6) were superior to those in other deuterated solvents. It was suggested that the anhydrous DMSO-d_6 might be the most appropriate solvent for the liquid laser material of $Nd(HFA\text{-}D)_3$ complex.