Supporting Information

"Nanometer-Scale Distribution of Lubricant Modifier on Iron Films: A Frequency-Modulation Atomic Force Microscopy Study Combined with a Friction Test"

Shiho Moriguchi[†,‡], Teppei Tsujimoto[§], Akira Sasahara[†], Ryohei Kokawa[¶], Hiroshi Onishi*[,†]

[†] Department of Chemistry, School of Science, Kobe University, Rokko-dai, Nada-ku, Kobe, 657-8501, Japan

[‡] Shimadzu Techno-Research Incorporated, Nishinokyo-shimoaicho, Nakagyo-ku, Kyoto, 604-8436, Japan

[§] JXTG Nippon Oil & Energy Corporation, Chidoricho, Naka-ku, Yokohama, 231-0815, Japan

[¶] Shimadzu Corporation, Nishinokyo-Kuwabaracho, Nakagyo-ku, Kyoto, 604-8511, Japan

Department of Chemistry, School of Science, Kobe University, Rokko-dai, Nada, Kobe, Hyogo, 657-8501 Japan

1. Iron film topography in lubricants.

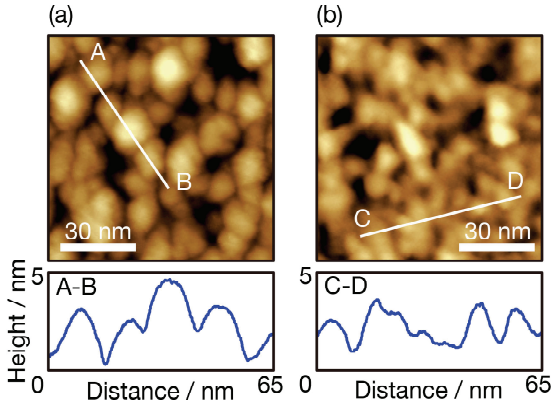

Figure S1. The topography of iron films observed in lubricants. The concentration of C18AP was (a) 0 and (b) 200 ppm. Image size: 90 nm square. Peak-to-peak amplitude of cantilever oscillation (A): 2.0 nm. Frequency-shift (Δf) setpoint: +83 Hz. Cross sections determined along the lines are shown in the lower panels. Image (a) was observed with the cantilever that was used for determining the topographic image shown in Figure 3(a) of the main text. Image (b) was determined with another cantilever.

2. Friction test results.

Table S1. Pendulum amplitudes in pure PAO.

	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	n
run 1	0.500	0.460	0.425	0.390	0.355	0.320	0.285	0.250	0.220	0.185	0.150	0.115	11
run 2	0.500	0.465	0.425	0.390	0.355	0.315	0.280	0.240	0.205	0.170	0.130		10
run 3	0.500	0.465	0.430	0.390	0.350	0.310	0.270	0.225	0.180	0.135			9
run 4	0.500	0.460	0.420	0.380	0.340	0.300	0.255	0.205	0.155				8
run 5	0.500	0.455	0.415	0.370	0.325	0.270	0.215	0.150					7
run 6	0.500	0.450	0.400	0.340	0.280	0.210	0.130						6
run 7	0.500	0.440	0.380	0.310	0.230	0.140							5
run 8	0.500	0.430	0.360	0.280	0.190								4
run 9	0.500	0.425	0.345	0.255	0.160								4
run 10	0.500	0.415	0.330	0.235	0.130								4
run 11	0.500	0.410	0.315	0.215	0.105								4
run 12	0.500	0.405	0.305	0.195									3
run 13	0.500	0.395	0.290	0.180									3
run 14	0.500	0.395	0.285	0.165									3
run 15	0.500	0.390	0.275	0.155									3
run 16	0.500	0.385	0.270	0.150									3
run 17	0.500	0.385	0.265	0.140									3
run 18	0.500	0.380	0.260	0.135									3
run 19	0.500	0.380	0.255	0.130									3
run 20	0.500	0.375	0.250	0.120									3

Table S2. Pendulum amplitudes in PAO containing C18AP of 2 ppm.

	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	n
run 1	0.500	0.455	0.415	0.380	0.340	0.300	0.265	0.225	0.190	0.150	0.115	10
run 2	0.500	0.465	0.420	0.380	0.340	0.305	0.265	0.225	0.185	0.145	0.110	10
run 3	0.500	0.465	0.420	0.385	0.345	0.305	0.265	0.225	0.180	0.140		9
run 4	0.500	0.460	0.420	0.380	0.335	0.290	0.240	0.190	0.135			8
run 5	0.500	0.455	0.410	0.255	0.300	0.235	0.170	0.100				7
run 6	0.500	0.450	0.390	0.330	0.260	0.185	0.110					6
run 7	0.500	0.440	0.375	0.305	0.225	0.145						5
run 8	0.500	0.435	0.365	0.285	0.205	0.120						5
run 9	0.500	0.430	0.350	0.265	0.180							4
run 10	0.500	0.420	0.335	0.245	0.145							4
run 11	0.500	0.415	0.320	0.225	0.125							4
run 12	0.500	0.410	0.310	0.205	0.100							4
run 13	0.500	0.405	0.295	0.185								3
run 14	0.500	0.400	0.290	0.185								3
run 15	0.500	0.400	0.290	0.185								3
run 16	0.500	0.395	0.290	0.180								3
run 17	0.500	0.395	0.290	0.180								3
run 18	0.500	0.395	0.285	0.180								3

Table S3. Pendulum amplitudes in PAO containing C18AP of 20 ppm.

	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	n
run 1	0.500	0.465	0.425	0.390	0.355	0.320	0.280	0.245	0.210	0.170	0.135	10
run 2	0.500	0.465	0.425	0.390	0.355	0.320	0.280	0.245	0.210	0.170	0.135	10
run 3	0.500	0.465	0.430	0.390	0.355	0.320	0.285	0.245	0.210	0.170	0.125	10
run 4	0.500	0.465	0.430	0.390	0.355	0.315	0.280	0.240	0.195	0.150	0.105	10
run 5	0.500	0.470	0.430	0.390	0.350	0.310	0.270	0.230	0.180	0.135		9
run 6	0.500	0.465	0.425	0.385	0.345	0.305	0.260	0.215	0.170	0.120		9
run 7	0.500	0.465	0.425	0.385	0.340	0.300	0.250	0.205	0.155	0.110		9
run 8	0.500	0.465	0.420	0.380	0.335	0.290	0.240	0.190	0.140			8
run 9	0.500	0.465	0.420	0.375	0.330	0.280	0.235	0.175	0.120			8
run 10	0.500	0.465	0.415	0.370	0.320	0.270	0.215	0.155				7
run 11	0.500	0.455	0.410	0.360	0.305	0.250	0.190	0.125				7
run 12	0.500	0.455	0.405	0.350	0.290	0.225	0.160					6
run 13	0.500	0.450	0.395	0.330	0.265	0.185	0.110					6
run 14	0.500	0.440	0.375	0.305	0.225	0.145						5
run 15	0.500	0.440	0.365	0.285	0.200	0.115						5
run 16	0.500	0.435	0.355	0.265	0.175							4
run 17	0.500	0.430	0.345	0.255	0.155							4
run 18	0.500	0.430	0.345	0.250	0.155							4
run 19	0.500	0.430	0.340	0.245	0.150							4
run 20	0.500	0.425	0.335	0.240	0.140							4

Table S4. Pendulum amplitudes in PAO containing C18AP of 200 ppm.

	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}
run 1	0.500	0.470	0.435	0.405	0.370	0.335	0.300	0.270	0.235	0.200	0.165	0.135
run 2	0.500	0.465	0.435	0.400	0.370	0.340	0.310	0.275	0.245	0.215	0.180	0.150
run 3	0.500	0.465	0.430	0.400	0.370	0.340	0.310	0.280	0.250	0.220	0.190	0.160
run 4	0.500	0.465	0.430	0.400	0.370	0.340	0.310	0.280	0.250	0.225	0.195	0.165
run 5	0.500	0.470	0.440	0.405	0.375	0.345	0.315	0.285	0.255	0.225	0.195	0.170
run 6	0.500	0.465	0.430	0.400	0.370	0.340	0.310	0.280	0.250	0.225	0.195	0.165
run 7	0.500	0.465	0.435	0.405	0.375	0.345	0.315	0.285	0.255	0.225	0.195	0.165
run 8	0.500	0.460	0.430	0.400	0.370	0.340	0.310	0.280	0.250	0.225	0.195	0.165
run 9	0.500	0.465	0.435	0.405	0.375	0.345	0.315	0.285	0.255	0.225	0.195	0.170
run 10	0.500	0.465	0.435	0.405	0.375	0.345	0.315	0.285	0.255	0.225	0.195	0.170

	A_{12}	A_{13}	n
run 1	0.100		12
run 2	0.115		12
run 3	0.130		12
run 4	0.135	0.105	13
run 5	0.140	0.110	13
run 6	0.140	0.110	13
run 7	0.140	0.110	13
run 8	0.135	0.110	13
run 9	0.140	0.110	13
run 10	0.140	0.110	13