Superfine Powder
ผงโลหะแสนละเอียด
- บันทึกและให้ข่าวสารได้มากมายมหาศาล -

ผศ.ดร.ปริทรรศน์ พันธุบรรยงก์
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโลหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความเป็นมาของโลหะผสมที่ใช้ทำแถบบันทึกเสียง

ผงเหล็กที่บดละเอียดมาก ๆ นั้นถ้าถูกอากาศจะไหม้เป็นจุลไปหมดบางครั้งก็อาจจะระเบิดได้ ที่เป็นเช่นนี้เพราะ ถ้าผงเหล็กมีขนาดไม่กี่สิบไมครอนแล้วจะทำให้พื้นที่ผิวของผงแต่ละอณูขนาดโตมากพอที่จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนอย่างรวดเร็วนั่นเอง ด้วยเหตุนี้เองที่ทำให้ผงโลหะอื่น ๆ (นอกจากทองคำขาว หรือโลหะมีค่า) มิได้มีการใช้งานในขนาดที่ละเอียดกว่า 10 ไมครอนเลยในสมัยก่อน ๆ

แต่ทว่า เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1978 เป็นต้นมา แถบบันทึกเสียงที่ใช้กันทั่วไป กลับใช้ผงเหล็กหรือผงโลหะผสมเหล็กมีขนาดต่ำกว่า 1 ไมครอนเคลือบไว้ และสามารถบันทึกเสียงและเล่นกลับได้เป็นอย่างดี จนถึงกับออกจำหน่ายแพร่หลายในท้องตลาดในปลายปีนั้นเอง

สำหรับเทปบันทึกเสียงนั้น ผงโลหะที่นิยมใช้กันมากคือ $\gamma-Fe_2O_3$ แต่ในกรณีของเทปออดิโอหรือวีดีโอ ซึ่งต้องการให้บันทึกทั้งภาพ สีและเสียงอันเป็นข่าวสารจำนวนมากในเทปแถบแคบ ๆ นั้น มักจะใช้ผงเหล็กหรือผงโลหะผสมเหล็กมากกว่าผงเหล็กออกไซด์

ดังได้กล่าวไว้ในตอนต้นแล้วว่า ถ้าผงเหล็กละเอียดมากจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนแล้วเผาไหม้หรือระเบิดได้ จึงจำเป็นต้องมีการป้องกันการเกิดออกไซด์ไว้อย่างดี ซึ่งเทคนิคดังกล่าวยังปิดเป็นความลับอยู่จนทุกวันนี้ วิธีหนึ่งที่คาดว่าทำกันอยู่คือการทำให้เกิดฟิลม์ออกไซด์บาง ๆ ปิดไว้บนผงเหล็ก ซึ่งก็อาจมีวิธีอื่น ๆ ซึ่งใช้ได้ผลดีอย่างยิ่งอยู่ด้วย

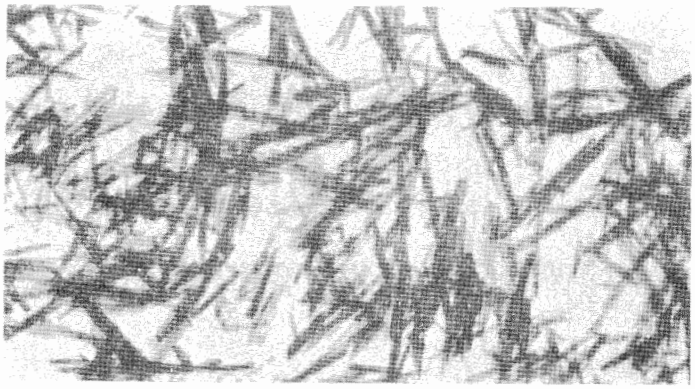
และจากวิวัฒนาการนี้นี่เองที่ทำให้มีการประยุกต์ใช้ผงโลหะหรือผงโลหะผสมอื่น ๆ เคลือบแถบบันทึกเสียงและใช้งานกันอย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น

รูปร่างภายนอกของผงโลหะมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการรักษาสภาพแม่เหล็ก

เทปแม่เหล็กนั้น ในช่วงระยะยี่สิบกว่าปีมานี้ได้ใช้ผง $\gamma-Fe_2O_3$ ในการเคลือบ ถ้าพิจารณาดูผิวของเทปคาสเซท (Casette) ก็จะเห็นเป็นสีน้ำตาล หรือสีชา ซึ่งคือสีของ $\gamma-Fe_2O_3$ นั่นเอง

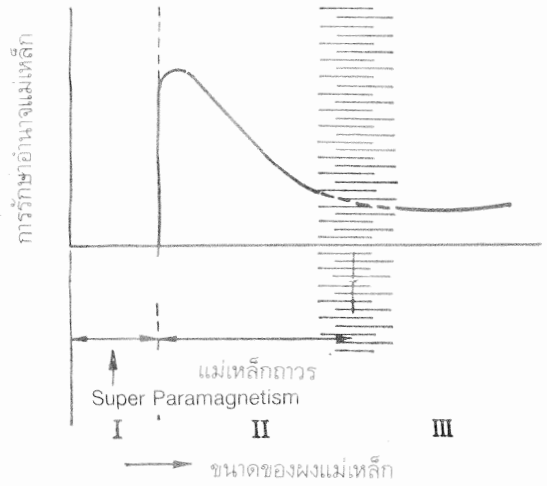
เหล็กออกไซด์ดังกล่าวนี้เป็นผงละเอียดมาก ๆ เมื่อพิจารณาจากภาพถ่ายกล้องจุลทัศน์อิเลคตรอน (SEM) ในภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่ารูปทรงของมันเป็นแถบแบนแคบ มีความยาวประมาณ 0.5 ไมครอนกว้างประมาณ 0.05 ไมครอน เท่านั้น ดังนั้นถ้าเอามาเรียงต่อกันให้ยาว 1 มม. แล้วจะมีผงนี้ถึง 2,000 อันทีเดียว

ผงเหล็กออกไซด์นี้ใช้ทาเคลือบบนเทปออดิโอ วีดีโอ หรือเทป คอมพิวเตอร์เพื่อใช้บันทึกข้อมูลต่าง ๆ แต่ทำไมจึงใช้ผงที่มีขนาดและรูปร่างอย่างนี้กันเล่า? เหตุผลก็ดังที่จะกล่าวต่อไปนี้



ภาพที่ 1 ผงเหล็กออกไซด์ที่ใช้เคลือบเทปแม่เหล็ก (x 20,000)

เริ่มต้นขอให้พิจารณารูปที่ 1 ซึ่งแสดงกร๊าฟของคุณสมบัติแม่เหล็ก แกนตั้งคือการรักษาอำนาจแม่เหล็ก แกนนอนคือ ขนาดของผง จะเห็นได้ว่ายิ่งผงแม่เหล็กมีขนาดเล็กมากถึงระดับหนึ่ง การรักษาอำนาจแม่เหล็กจะกลายเป็น 0 ซึ่งปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกตามศัพท์เทคนิคว่า Super Paramagnetism สภาวะเช่นนี้จะทำให้การบันทึกข้อมูลไม่สามารถทำได้เลย ดังนั้นถ้าผงเหล็กเล็กเกินไป ก็จะใช้ประโยชน์ไม่ได้เช่นกัน ยิ่งการรักษาอำนาจแม่เหล็กมีค่ามากเท่าใด ผงแม่เหล็กจะยิ่งเหมาะสมในการเคลือบแถบบันทึกข้อมูลมากขึ้นเท่านั้น



รูปที่ 1 ขนาดของผงแม่เหล็กและการรักษาอำนาจแม่เหล็ก

ย้อนกลับไปดูภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่าผงเหล็กออกไซด์มีลักษณะเป็นแถบบาง ๆ และยาว ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะรักษาอำนาจแม่เหล็กได้มาก ยิ่งสัดส่วนระหว่างความยาวและความกว้างมากเท่าใด การรักษาอำนาจแม่เหล็กยิ่งมากเท่านั้น

ทำแถบเทปให้สั้นลงและบันทึกข้อมูลได้มากยิ่งขึ้น

ทำไมในปัจจุบันจึงได้มีการนำเอาผงเหล็ก หรือเหล็กโคบอลท์มาใช้แทนผงเหล็กออกไซด์กันมากขึ้น?

เหตุผลเป็นเพราะพลังในการรักษาอำนาจแม่เหล็กของเทปเหล็กออกไซด์นั้นมีค่า 300 600 Oe แต่ถ้าใช้ผงเหล็กจะกลายเป็น 800 1,300 Oe นอกจากนี้ความเข้มข้นของอำนาจแม่เหล็กเหลือค้างซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญมากนั้น สำหรับเหล็กออกไซด์มีเพียงแค่ 1,200 G แต่ผงเหล็กมีค่ากว่า 2 เท่าคือ 3,600 G.

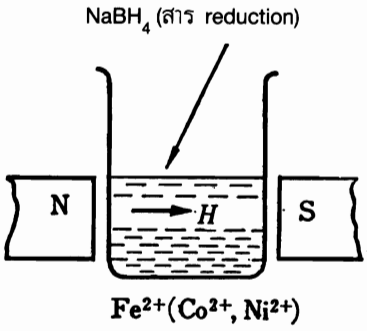
ด้วยเหตุที่คุณสมบัติต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นมีมาก จึงทำให้สามารถบันทึกข่าวสารหรือข้อมูลตลอดจนเสียงต่าง ๆ ได้มากกว่าเดิมโดยความยาวเทปเท่าเดิมเมื่อใช้ผงโลหะชนิดใหม่นี้ กล่าวคือสามารถใช้เทปสั้นกว่าเดิมในการบันทึกข่าวสารปริมาณเดิม

ดังนั้นทั้งไมโครคาเซท และตลับเทปจึงสามารถย่อขนาดให้เล็กลงได้ถึงครึ่งหนึ่ง แม้จะไม่เล็กเท่ากับเครื่องคิดเลข แต่ก็เล็กลงมากทีเดียว วีดีโอเทปขนาดก็เล็กลงได้เท่า ๆ กับเทปคาสเซท และทำให้เกิดมีวีดีโอขนาดกระเป๋าหิ้ว ตลอดจนคอมพิวเตอร์ขนาดกระทัดรัดขึ้นได้ นอกจากเทปแล้วหัวแม่เหล็กที่ใช้บันทึกและเล่นสัญญาณก็มีขนาดเล็ก ๆ เท่ากับที่ได้เคยใฝ่ฝันกันไว้

รูปร่างของผงจำเป็นต้องเป็นเข็มขนาดเล็ก

ผงเหล็กหรือโลหะผสมเหล็กที่ใช้เคลือบเทปนั้น จำเป็นต้องมีขนาดเล็กและรูปร่างเป็นเข็ม ดังได้กล่าวถึงเหตุผลไปแล้วข้างต้น วิธีการผลิตผงเคลือบเทปที่จำหน่ายกันในท้องตลาดยังมิได้มีการเผยแพร่ แต่ทว่าได้มีรายงานถึงการวิจัยพัฒนาวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ :-

1. **การผลิตจากสารละลาย** ถ้าเติมสารที่ทำปฏิกิริยา reduction ได้อย่างมากเช่น $NaBH_4$ ลงไปในสารละลายที่มีเหล็กหรือโคบอลท์อยู่ จะทำให้เหล็ก หรือเหล็ก-โคบอลท์แยกตัวออกมาเป็นผงซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ดกลม ๆ แต่ถ้าให้สนามแม่เหล็กอย่างแรงผ่านภาชนะที่ทำปฏิกิริยาดังในรูปที่ 2 ผงที่เกิดขึ้นจะถูกอำนาจแม่เหล็กทำให้เป็นรูปเข็มได้



รูปที่ 2 วิธีผลิตโลหะผสมเหล็กเป็นผงรูปเข็ม

2. **ผลิตจากก๊าซ** ทำได้โดยพ่นโลหะเหลวให้ระเหยในสูญญากาศ หรือก๊าซเฉื่อยเพื่ออุณหภูมิลดลงจะได้เป็นผง โดยการควบคุมสภาวะให้ดีจะได้ผงเป็นรูปเข็มเช่นเดียวกับวิธีแรก

3. **ผลิตจากเกลือโลหะ** เป็นวิธีที่ใช้ผลิต $\gamma-Fe_2O_3$ ในปัจจุบัน โดยเริ่มจากสาร $-FeCOH$ ซึ่งมีรูปร่างเป็นแถบสั้น ๆ

โดยการเติม NaOH ลงในสารละลายกรดของ $\alpha-FeOOH$ แล้วผ่านอากาศให้เกิดการออกซิเดชั่น จะทำให้ได้ $\gamma-Fe_2O_3$ ดังสมการ

เผาไล่น้ำ	Reduction	ออกซิไดส์ในอากาศ
$\alpha-FeOOH \rightarrow \alpha-Fe_2O_3$	$\rightarrow Fe_3O_4$	$\rightarrow \gamma-Fe_2O_3$
ประมาณ 250°C	ประมาณ 350°C	ประมาณ 250°C

ขนาดและรูปร่างของ $\alpha-FeOOH$ จะเป็นตัวกำหนดขนาดและรูปร่างของ $\gamma-Fe_2O_3$ เพราะจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในเชิงลักษณะจากกระบวนการเหล่านี้

ผงเหล็กที่ใช้เคลือบเทปแม่เหล็กซึ่งเป็นรูปเข็มนั้นผลิตโดยกระบวนการเช่นเดียวกับสมการข้างต้นกล่าวคือ

เผาไล่น้ำ	Reduction	ออกซิไดส์ในอากาศ
$\alpha-FeOOH \rightarrow \alpha-Fe_2O_3$	$\rightarrow Fe_3O_4$	$\rightarrow Fe$
ประมาณ 250°C	ประมาณ 350°C	ประมาณ 250°C

ผงเหล็กที่ได้จะมีรูปร่างเช่นเดียวกับผง $\alpha-FeOOH$

ปัญหาคือ การป้องกันออกซิเดชั่นของผงเหล็ก

เทปเคลือบโลหะผสมเพิ่งออกจำหน่ายในปี ค.ศ. 1978 ประสิทธิภาพและเสถียรภาพต่าง ๆ นั้น ยังมิได้มีข้อมูลที่แน่นอนให้เห็น ปัญหาที่สำคัญที่สุดคือการป้องกันการออกซิเดชั่นของผงเหล็ก ดูจากการออกจำหน่ายได้ก็น่าจะเชื่อว่าป้องกันได้แล้ว แต่เมื่อใช้งานไปนาน ๆ ก็อาจมีปัญหาการออกซิเดชั่นเกิดขึ้นได้ จำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาต่อไป ซึ่งถ้าได้ผลสำเร็จที่แน่นอนแล้ว ก็หวังได้ว่าจะนำมาใช้กับผงโลหะชนิดอื่น ๆ ได้อีกด้วย

ดังได้กล่าวมาแล้วทั้งหมดจะเห็นได้ว่าจากผงโลหะที่ไม่คิดว่าจะใช้งานได้ กลับนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง ดังนั้นความฝันในการใช้โลหะต่าง ๆ ในอนาคตก็น่าจะทำให้เป็นจริงได้เช่นเดียวกัน

เอกสารอ้างอิง

1. N. SAKATO : สมบัติทางฟิสิกส์ของผงของแข็ง ; วารสาร Powder Metallurgy; 9 (1982) No. 4, หน้า 137

2. T. TAKADA : ความก้าวหน้าของวัสดุโลหะผง ; วารสาร Ceramics, 13 (1978), No. 10, หน้า 829.