

# ***Hard Disk Characterization***

***HITACHI  
Global Storage Technologies (Thailand) Ltd.***

**HITACHI**  
Inspire the Next

---

Technical Support Department



# ***Areal density***



**Areal density** คือ ความหนาแน่นเชิงพื้นที่ หรือ หมายถึง

ความสามารถในการบันทึกข้อมูลไว้ได้ต่อหน่วยพื้นที่ของผิวคิสก์นั่นเอง โดยทั่วไป areal density มีหน่วยเป็น จำนวนบิตต่อตารางนิ้ว (Bit Per Square Inch - BPSI)

การคำนวณหา areal density จะแยกออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

track density คือความหนาแน่นของแทรค มีหน่วยเป็น จำนวนแทรคต่อนิ้ว (Track Per Inch - TPI)

เพราะพิจารณาจากจำนวนแทรคต่อระยะ 1 นิ้วในแนวรัศมีของเพลตเตอร์ ยกตัวอย่างเช่น ฮาร์ดดิสก์ส่วนใหญ่ทุกวันนี้มีเพลตเตอร์ขนาดใหญ่เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 นิ้ว หรือรัศมี 1.75 นิ้ว แต่สมมุติว่าถูกใช้งานจริงเพียง 1.2 นิ้ว (เนื่องจากตรงกลางของเพลตเตอร์ยึดติดกับสปินเดิล และปกติพื้นที่ส่วนที่อยู่ใกล้กับขอบด้านนอกของเพลตเตอร์จะไม่ถูกใช้งาน)

ถ้าพื้นผิวของฮาร์ดดิสก์นั้นถูกแบ่งออกเป็น 22,000 แแทรค ความหนาแน่นของแทรคหรือ track density ก็จะเท่ากับ  $22,000 / 1.2 = 18,333$  แแทรคต่อนิ้ว

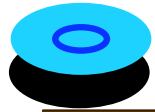


## **Linear density (หรือ Recording density)**

คือความหนาแน่นของข้อมูลในแทรคต่างๆซึ่งพิจารณาจากจำนวนบิตต่อระยะ 1 นิ้วในแนวยาวของแทรค มีหน่วยเป็น จำนวนบิตต่อนิ้ว (Bit Per Inch - BPI)

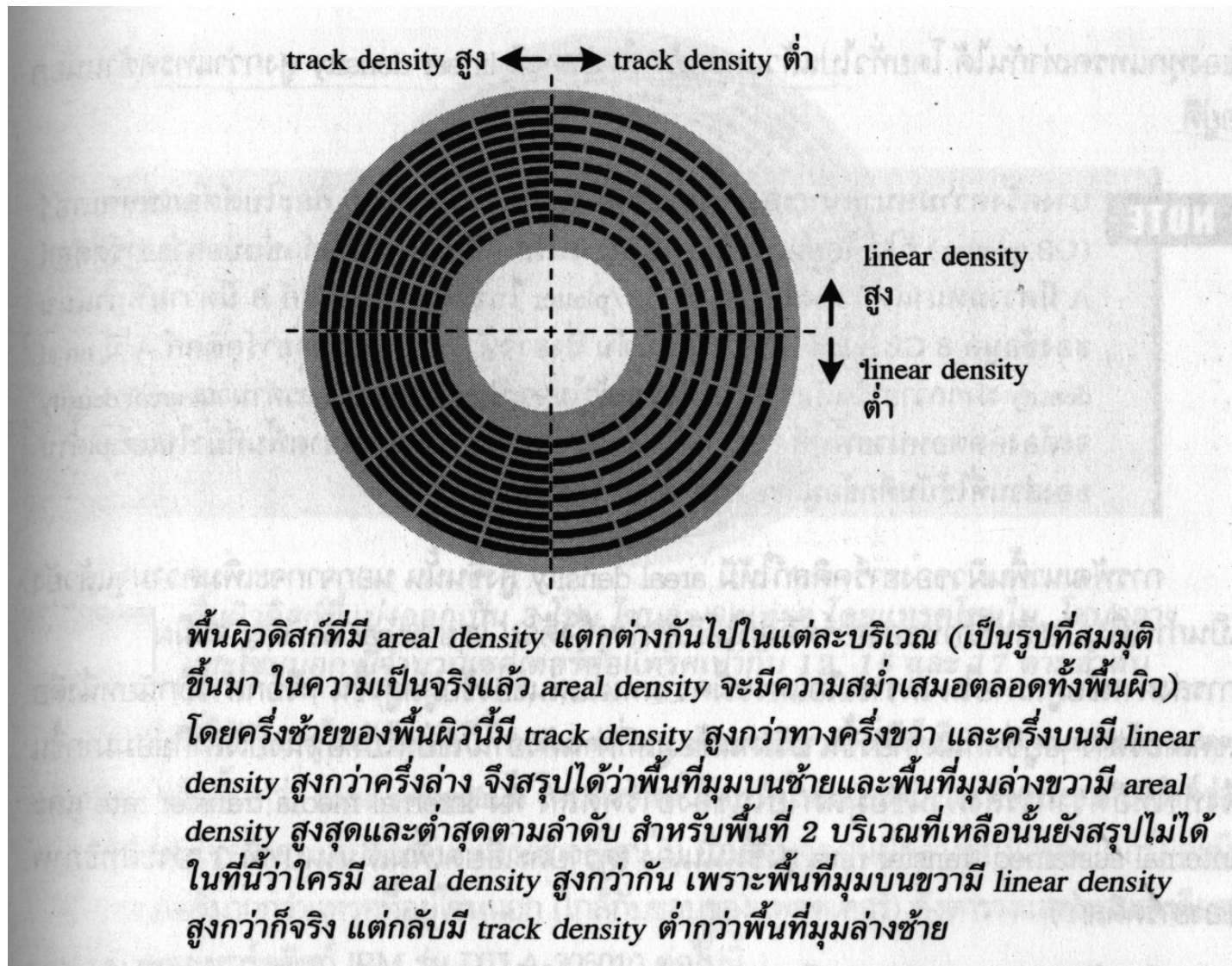
เมื่อนำ Track density และ Linear density มาคูณกันก็จะได้ผลลัพธ์เป็น Areal density หรือได้ว่า

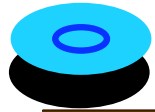
$$\text{Areal density} = \text{TPI} \times \text{BPI}$$



# Areal density

HITACHI  
Inspire the Next





# ***Logical Block Address***



# Terminology and Requirement

**HITACHI**  
Inspire the Next

## **LBA**

LBA (Logical Block Address) is the block address which is sequentially named from 0 to maximum LBA in user data area, and special LBA number is assigned to spare tracks for reassignment and special cylinders. Defective blocks are skipped by using PDM ,RDM written in the special cylinders.

## **ABA**

ABA (Absolute Block Address) is the absolute block address which do not consider defective blocks, named from 0 to maximum ABA in user data area.

## **Final Product Definition**

Upon the successful completion of the manufacturing test process, a file should have following:

- The file is correctly formatted between LBA 0 and the required max LBA for the particular file capacity.
- The number and locations of alternate tracks and defective sectors do not violate this specification and are written into Defect table (VTT/VST), Reserved area ID table and alternate track table as appropriate.
- The appropriate tests have been carried out to generate the servo and channel parameter tables and these have been loaded onto the file.
- The micro code is successfully loaded into the reserve area.
- The configuration data has been set to match the customer requirements.
- LBA 0h and the max LBA are filled with "00"h pattern.

## **Confirmation of head location on shipping**

ProductName0 have Load/Unload mechanism. So a file must be confirmed that its head is on the Ramp on shipping. Then, following sequence must be applied just before shipping (i.e. on the last of Final Test and the last of Featuring Process).

1. Issue Idle Immediate command. (By this command, the head will be loaded even if it is on the Ramp.) If Fail on this command, that file must be failed with suitable fail code.
2. Issue Standby Immediate command. (By this command, the head will be unloaded and checked if it is on Ramp.) If Fail on this command, that file must be failed with suitable fail code.
3. Power Off.

Ref. Moraga MFG Requirement, Ver#1.1.0



# Terminology and Requirement (Cont.)

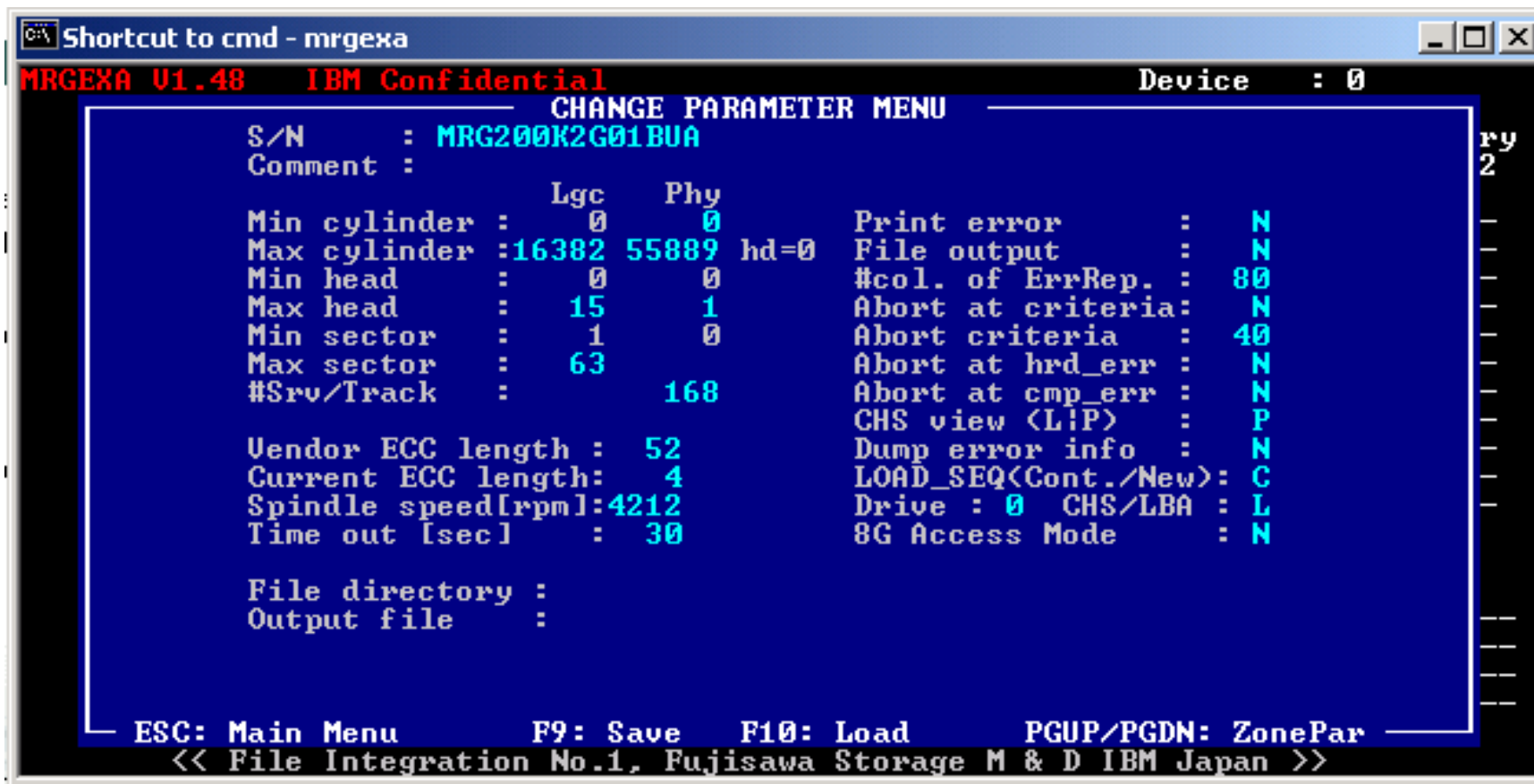
**HITACHI**  
Inspire the Next

## Reserved Cylinder Usage

Cylinder	Start LBA	# of LBA	Description
150000	7FE00000	543	2nd Backup : RAM code/Table
150002	7FE10000	543	Head Decay Measurement Log
150004	7FE20000	543	Master : RAM code/Table
	7FD20000	3	Master : Reserved ID Table
150006	7FE30000	543	Reserved
150008	7FE40000	543	Master : PDM /RDM
150010	7FE50000	543	Master : Overlay code, Parametric Health Recode at MFG
150012	7FE60000	543	PES Dump, MFG code and data
150014	7FE70000	543	SRST Sequence and data
150016	7FE80000	543	Final/Function Test Log
150018	7FE90000	543	Micro Dump
150020	7FEA0000	543	Write Test Cylinder
150022	7FEB0000	543	SMART Read Log
150024	7FEC0000	543	Reserved
150026	7FED0000	543	MFG Test Log 2
150028	7FEE0000	543	Event Log
150030	7FEF0000	543	Reassign Error Log
150032			Backup for LS-1 Model
150034			Backup for LS-1 Model
150036			Backup for LS-1 Model
150038			Backup for LS-1 Model
150040			Backup for LS-1 Model
150042			Backup for LS-1 Model
150044			Backup for LS-1 Model
150046			Backup for LS-1 Model
150048			Backup for LS-1 Model
150050			Backup for LS-1 Model
150052			Backup for LS-1 Model
150054			Backup for LS-1 Model
150056			Backup for LS-1 Model
150058			Backup for LS-1 Model
150060			Backup for LS-1 Model
150062			Backup for LS-1 Model
150064			Measurement Cylinder
150065			Measurement Cylinder
150066			Measurement Cylinder
150067			Measurement Cylinder
150068			Guard Band
150069			Guard Band



Execute: POR -> PF2 (push F2 button)



```
Shortcut to cmd - mrgexa
MRGEXA U1.48  IBM Confidential  Device : 0

CHANGE PARAMETER MENU

S/N      : MRG200K2G01BUA
Comment  :

          Lgc   Phy
Min cylinder : 0   0
Max cylinder : 16382 55889 hd=0
Min head    : 0   0
Max head    : 15  1
Min sector  : 1   0
Max sector  : 63
#Srv/Track  :      168

Vendor ECC length : 52
Current ECC length: 4
Spindle speed[rpm]: 4212
Time out [sec]   : 30

          Print error : N
          File output : N
          #col. of ErrRep. : 80
          Abort at criteria: N
          Abort criteria : 40
          Abort at hrd_err : N
          Abort at cmp_err : N
          CHS view <L!P> : P
          Dump error info : N
          LOAD_SEQ<Cont./New>: C
          Drive : 0 CHS/LBA : L
          8G Access Mode : N

File directory :
Output file    :

ESC: Main Menu      F9: Save   F10: Load   PGUP/PGDN: ZonePar
<< File Integration No.1, Fujisawa Storage M & D IBM Japan >>
```

Execute: POR -> PF2 (push F2 button) -> Page Down

```

Shortcut to cmd - mrgexa
MRGEXA U1.48  IBM Confidential  Device : 0

ZONE PARAMETER MENU  <Head : 0>

Zone granularity : 0 cylinders
Number of Zones : 16

#Z  Phys. Cyl  Data  HEAD 0 - HEAD 1
  From - To #sec  From - To
0    0  4139  924  00000000h - 00000000h
1  4140  9107  896  00000000h - 00000000h
2  9108 13247  861  00000000h - 00000000h
3 13248 18215  812  00000000h - 00000000h
4 18216 22769  777  00000000h - 00000000h
5 22770 27323  735  00000000h - 00000000h
6 27324 31463  700  00000000h - 00000000h
7 31464 35189  672  00000000h - 00000000h
8 35190 37673  644  00000000h - 00000000h
9 37674 40985  616  00000000h - 00000000h
10 40986 45953  567  00000000h - 00000000h
11 45954 48437  546  00000000h - 00000000h
12 48438 50921  525  00000000h - 00000000h
13 50922 52163  504  00000000h - 00000000h
14 52164 54647  483  00000000h - 00000000h
15 54648 55889  462  00000000h - 00000000h

ESC:Main  F9:Save  F10:Load  PGUP/PGDN:ChgPar  ENTER:head chg
<< File Integration No.1, Fujisawa Storage M & D IBM Japan >>
  
```



# ID Table of LBA#00h Track

**HITACHI**  
Inspire the Next

Execute: Read@Target LBA -> Back to Menu -> PF5 -> PF4 -> PF4(read memory) -> PF2 to ID Table -> Ent -> PF10 -> PF12

Shortcut to cmd - mrgexa																			
ID table																			
Sec	Sv	Pt	ID	Fg	Sec	Sv	Pt	ID	Fg	Sec	Sv	Pt	ID	Fg	Sec	Sv	Pt	ID	Fg
0	00	00	-344	00	23	04	00	-35B	00	46	08	00	-372	00	69	0C	00	-389	00
1	00	00	-345	00	24	04	00	-35C	00	47	08	00	-373	00	70	0C	00	-38A	00
2	00	00	-346	00	25	04	00	-35D	00	48	08	00	-374	00	71	0C	48	-38B	00
3	00	00	-347	00	26	04	00	-35E	00	49	08	48	-375	00	72	0D	00	-38C	00
4	00	00	-348	00	27	04	48	-35F	00	50	09	00	-376	00	73	0D	00	-38D	00
5	00	48	-349	00	28	05	00	-360	00	51	09	00	-377	00	74	0D	00	-38E	00
6	01	00	-34A	00	29	05	00	-361	00	52	09	00	-378	00	75	0D	00	-38F	00
7	01	00	-34B	00	30	05	00	-362	00	53	09	00	-379	00	76	0D	C0	-390	00
8	01	00	-34C	00	31	05	00	-363	00	54	09	C0	-37A	00	77	0E	00	-391	00
9	01	00	-34D	00	32	05	C0	-364	00	55	0A	00	-37B	00	78	0E	00	-392	00
10	01	C0	-34E	00	33	06	00	-365	00	56	0A	00	-37C	00	79	0E	00	-393	00
11	02	00	-34F	00	34	06	00	-366	00	57	0A	00	-37D	00	80	0E	00	-394	00
12	02	00	-350	00	35	06	00	-367	00	58	0A	00	-37E	00	81	0E	00	-395	00
13	02	00	-351	00	36	06	00	-368	00	59	0A	00	-37F	00	82	0E	48	-396	00
14	02	00	-352	00	37	06	00	-369	00	60	0A	48	-380	00	83	0F	00	-397	00
15	02	00	-353	00	38	06	48	-36A	00	61	0B	00	-381	00	84	0F	00	-398	00
16	02	48	-354	00	39	07	00	-36B	00	62	0B	00	-382	00	85	0F	00	-399	00
17	03	00	-355	00	40	07	00	-36C	00	63	0B	00	-383	00	86	0F	00	-39A	00
18	03	00	-356	00	41	07	00	-36D	00	64	0B	00	-384	00	87	0F	C0	-39B	04
19	03	00	-357	00	42	07	00	-36E	00	65	0B	C0	-385	00	88	10	00	-000	00
20	03	00	-358	00	43	07	C0	-36F	00	66	0C	00	-386	00	89	10	00	-001	00
21	03	C0	-359	00	44	08	00	-370	00	67	0C	00	-387	00	90	10	00	-002	00
22	04	00	-35A	00	45	08	00	-371	00	68	0C	00	-388	00	91	10	00	-003	00

Shortcut to cmd - mrgexa																			
ID table																			
Sec	Sv	Pt	ID	Fg	Sec	Sv	Pt	ID	Fg	Sec	Sv	Pt	ID	Fg	Sec	Sv	Pt	ID	Fg
920	A7	00	-340	00															
921	A7	00	-341	00															
922	A7	00	-342	00															
923	A7	C0	-343	00															



# ID Table of LBA#39Ch Track

**HITACHI**  
Inspire the Next

Execute: Read@Target LBA -> Back to Menu -> PF5 -> PF4 -> PF4(read memory) -> PF2 to ID Table -> Ent -> PF10 -> PF12

ID table																			
Sec	Sv	Pt	ID	Fg	Sec	Sv	Pt	ID	Fg	Sec	Sv	Pt	ID	Fg	Sec	Sv	Pt	ID	Fg
92	10	00	-6E4	00	115	14	48	-6FB	00	138	19	00	-712	00	161	1D	00	-729	00
93	10	48	-6E5	00	116	15	00	-6FC	00	139	19	00	-713	00	162	1D	00	-72A	00
94	11	00	-6E6	00	117	15	00	-6FD	00	140	19	00	-714	00	163	1D	00	-72B	00
95	11	00	-6E7	00	118	15	00	-6FE	00	141	19	00	-715	00	164	1D	C0	-72C	00
96	11	00	-6E8	00	119	15	00	-6FF	00	142	19	C0	-716	00	165	1E	00	-72D	00
97	11	00	-6E9	00	120	15	C0	-700	00	143	1A	00	-717	00	166	1E	00	-72E	00
98	11	C0	-6EA	00	121	16	00	-701	00	144	1A	00	-718	00	167	1E	00	-72F	00
99	12	00	-6EB	00	122	16	00	-702	00	145	1A	00	-719	00	168	1E	00	-730	00
100	12	00	-6EC	00	123	16	00	-703	00	146	1A	00	-71A	00	169	1E	00	-731	00
101	12	00	-6ED	00	124	16	00	-704	00	147	1A	00	-71B	00	170	1E	48	-732	00
102	12	00	-6EE	00	125	16	00	-705	00	148	1A	48	-71C	00	171	1F	00	-733	00
103	12	00	-6EF	00	126	16	48	-706	00	149	1B	00	-71D	00	172	1F	00	-734	00
104	12	48	-6F0	00	127	17	00	-707	00	150	1B	00	-71E	00	173	1F	00	-735	00
105	13	00	-6F1	00	128	17	00	-708	00	151	1B	00	-71F	00	174	1F	00	-736	00
106	13	00	-6F2	00	129	17	00	-709	00	152	1B	00	-720	00	175	1F	C0	-737	04
107	13	00	-6F3	00	130	17	00	-70A	00	153	1B	C0	-721	00	176	20	00	-39C	00
108	13	00	-6F4	00	131	17	C0	-70B	00	154	1C	00	-722	00	177	20	00	-39D	00
109	13	C0	-6F5	00	132	18	00	-70C	00	155	1C	00	-723	00	178	20	00	-39E	00
110	14	00	-6F6	00	133	18	00	-70D	00	156	1C	00	-724	00	179	20	00	-39F	00
111	14	00	-6F7	00	134	18	00	-70E	00	157	1C	00	-725	00	180	20	00	-3A0	00
112	14	00	-6F8	00	135	18	00	-70F	00	158	1C	00	-726	00	181	20	48	-3A1	00
113	14	00	-6F9	00	136	18	00	-710	00	159	1C	48	-727	00	182	21	00	-3A2	00
114	14	00	-6FA	00	137	18	48	-711	00	160	1D	00	-728	00	183	21	00	-3A3	00

Note, ID = last 2 bits of 1st of last 3 digits then follows by last 2 digits of LBA.

Example, LBA=173Ah -> ID = 33Ah = (0111 3A)

LBA=ABCDh -> ID = 3CDh = (1011 CD)

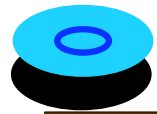
Execute: PF5 -> PF6 -> PF5(read memory) -> Input target LBA -> Ent

```
— LBA -> phys. CHS —  
  
LBA: 000000000000H  
  
Cylinder:    1 (00001H)  
   Head:      0 (00H)  
   Sector:    88 (058H)  
   Servo:     16 (10H)
```

**LBA#0000h conversion = Physical C-H-S = 1-0-88**

```
— LBA -> phys. CHS —  
  
LBA: 00000000003C9H  
  
Cylinder:    2 (00002H)  
   Head:      0 (00H)  
   Sector:    221 (0DDH)  
   Servo:     40 (28H)
```

**LBA#03C9h conversion = Physical C-H-S = 2-0-221**



# ***Cyl#0/Hd#0 is PDM***

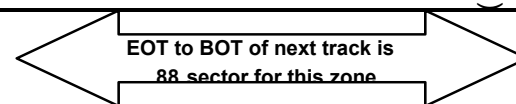
**HITACHI**  
Inspire the Next

## Summary of PDM

#defect: 54332

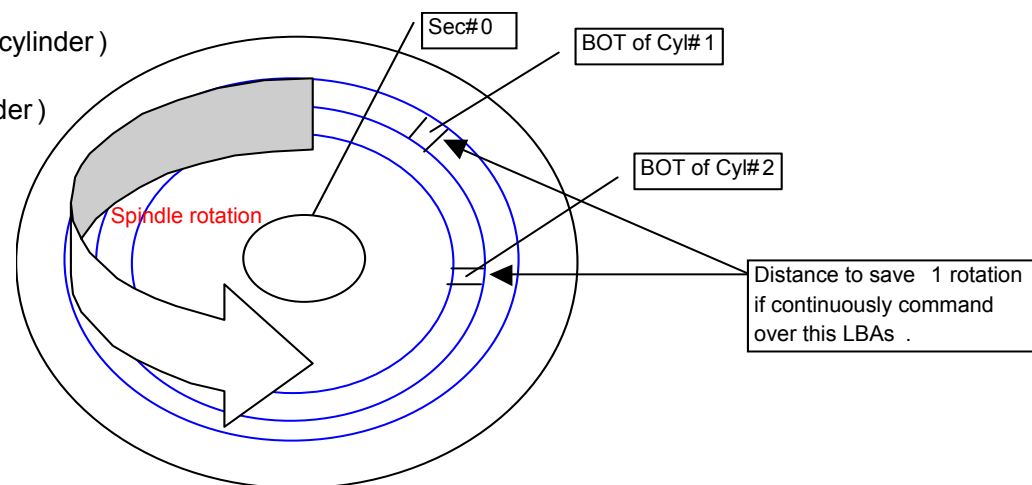
ABA [Hex]	Cyl	H	Sec	sec_len	trk_len	dir
00000000	0	0	0	255	0	
00000100	0	0	256	255	0	
00000200	0	0	512	255	0	
00000300	0	0	768	155	0	

	Sector:Max	Sector:0	...	86	87	88	89	90	...	174	175	176	177	178	...	Max
Cyl#0	This is PDM cyclinder for this particular example, normally LBA :0000h should start from Cyl# 0, Hd#0, Sec#0.															
Cyl#1	LBA:0343h	LBA:0344h	...	LBA:039Ah	(EOT) LBA:039Bh	(BOT) LBA:0000h	LBA:0001h	LBA:0002h	...	...	...	...	...	...	...	LBA:0343h
Cyl#2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	LBA:0736h	(EOT) LBA:0737h	(BOT) LBA:039Ch	LBA:039Dh	LBA:039Eh	...	...



Note: BOT = Beginning Of Track = 1st LBA in the track (cylinder)

EOT = End Of Track = Last LBA in the track (cylinder)

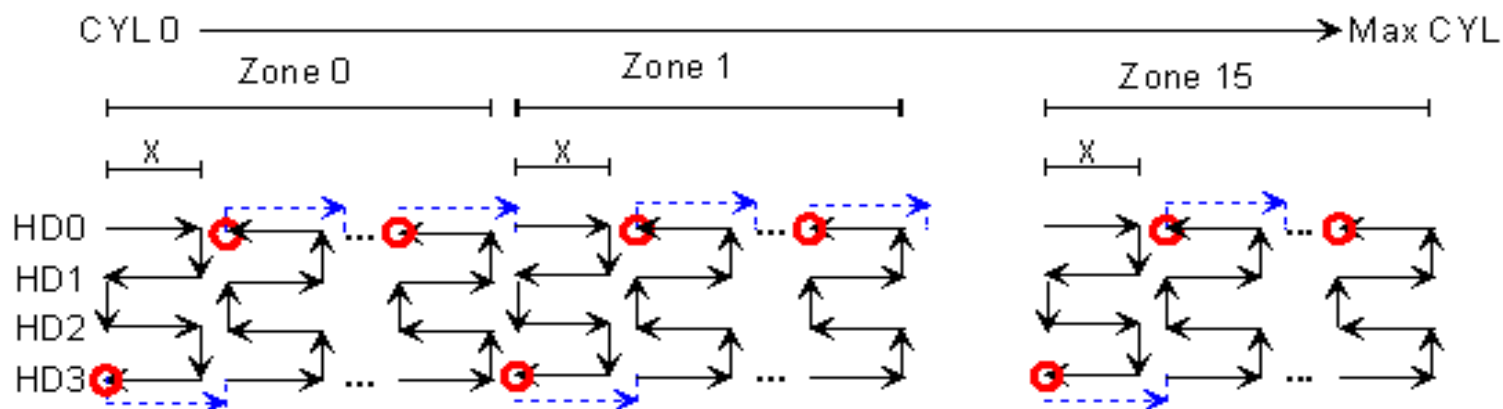


# LBA Ordering for Moraga

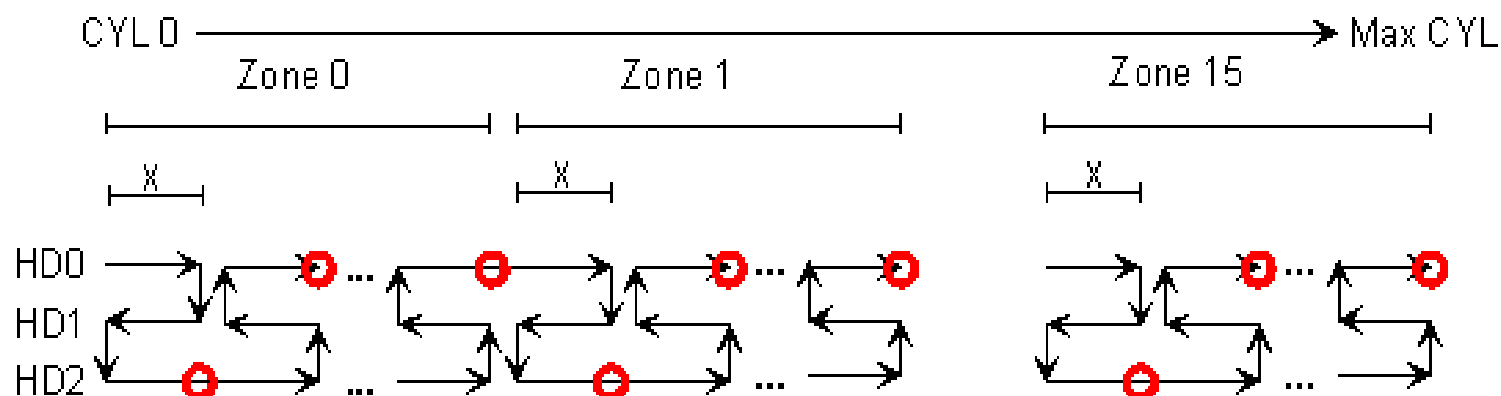
**HITACHI**  
Inspire the Next

## User Data Cylinder Usage

In following figures, CIRCLE means spare track for reassignment. They are located on last track of each band. ABA in user data area is assigned with skipping spare tracks, and special ABA (SpareLBAH-1xxxxh) for ProductName0-Disk2/Disk1 is assigned to spare tracks. **Due to Adaptive Format, X(# of track in a band) is different from other heads.** Every Zone starts from  $X*2$  boundary.

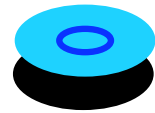


Banded Head Change of even head model (Example MRG-L4)



Banded Head Change of even head model (Example MRG-L3)





# ***Head Characteristic and Effect to HDD Performance***

**HITACHI**  
Inspire the Next

---

Technical Support Department

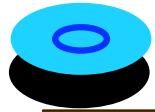


# ***Flying Height***



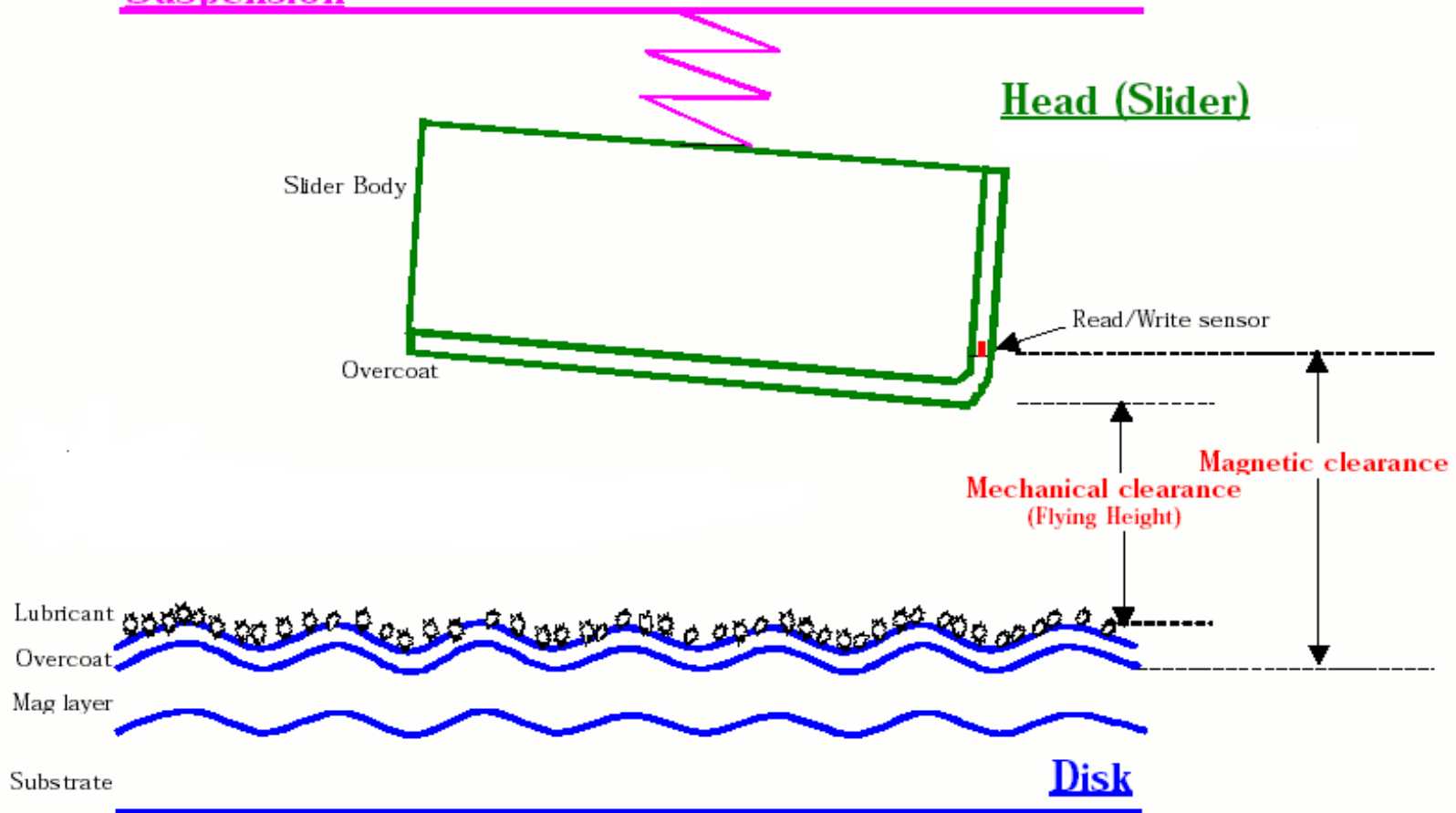
### ความหมาย: ระยะห่างระหว่าง Head และ Disk

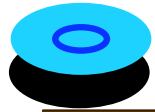
เมื่อ Harddisk เริ่มทำงาน Disk จะทำการหมุน ซึ่งกระแสลมที่ได้จากการหมุน  
เมื่อผ่านเข้าไปบริเวณหน้าสัมผัส ABS (Air Baring Surface) หัวอ่านจะเริ่มลอยตัว  
ขึ้นอยู่เหนือผิว Disk ซึ่งจะทำให้สามารถทำการอ่านและเขียนได้โดยที่ Head ไม่สัมผัสกับ Disk  
โดยระยะห่างนั้นขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของแต่ละบริษัท



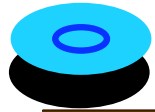
## Head / Disk Mechanical interface

Suspension





# ***RESOLUTION***



## RESOLUTION

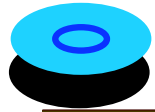
เป็นพารามิเตอร์หนึ่งในการวัด Performance ของหัวอ่าน ในกรณีที่หัวอ่านมีค่า RESOLUTION ไม่ดี (มากไปหรือน้อยเกินไป) จะทำให้ความสามารถในการอ่านเขียนข้อมูลผิดพลาดได้ง่ายขึ้น

## FORMULAR OF RESOLUTION

$$\frac{\text{Amplitude}_{\text{FH}}}{\text{Amplitude}_{\text{FL}}} \times 100 = \text{ \_\_\_\_\_\_ \% Resolution}$$

✎ คุณลักษณะของ Head ที่ดีนั้นควรจะตอบสนอง Amplitude ในทุกย่านความถี่ด้วย Amplitude ที่เท่าๆ กัน (Ideal/Nature of Amplitude Response to Frequency)

$$\text{Amplitude of High Frequency} = \text{Amplitude of Low Frequency}$$

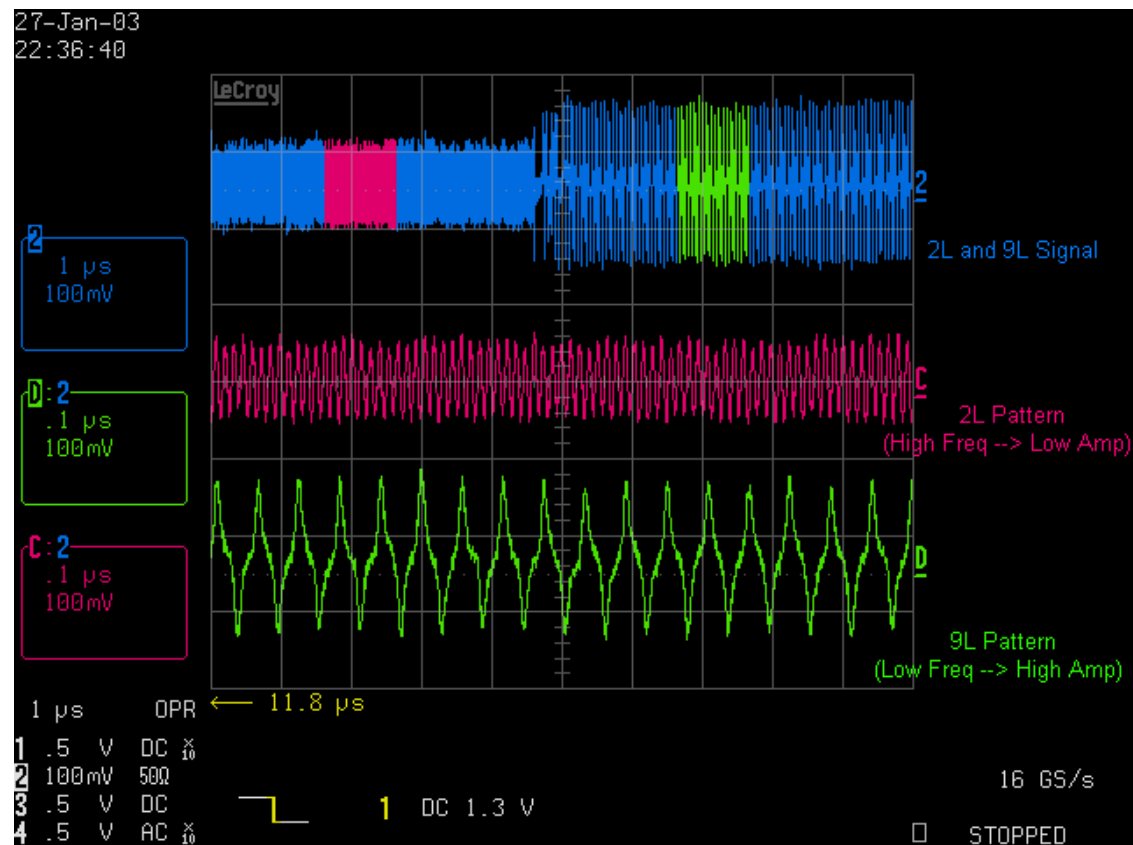


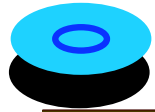
## High Frequency and Low Frequency

**HITACHI**  
Inspire the Next

High Frequency      คุณลักษณะของ High Frequency คือ มี Amplitude ต่ำ

Low Frequency      คุณลักษณะของ Low Frequency คือ มี Amplitude สูง





## ***IDEAL/LOW/HIGH RESOLUTION***

**HITACHI**  
Inspire the Next

- ✦ แต่ในความเป็นจริงหรือในทางปฏิบัตินั้น Head ไม่สามารถที่จะตอบสนองต่อทุกความถี่ได้ด้วย Amplitude ที่เท่ากันได้
- ✦ ตัวอย่างของการเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ Resolution เพื่อที่จะดูการตอบสนองทาง Amplitude ของ Head ที่มีต่อ Frequency ต่างๆ ได้ดังนี้

**Ideal Resolution**

$$(100_{FH}/100_{FL}) \times 100 = 1 \times 100 = 100 \%$$

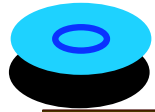
**Low Resolution**

$$(35_{FH}/100_{FL}) \times 100 = 0.35 \times 100 = 35 \%$$

**High Resolution**

$$(120_{FH}/100_{FL}) \times 100 = 1.2 \times 100 = 120 \%$$



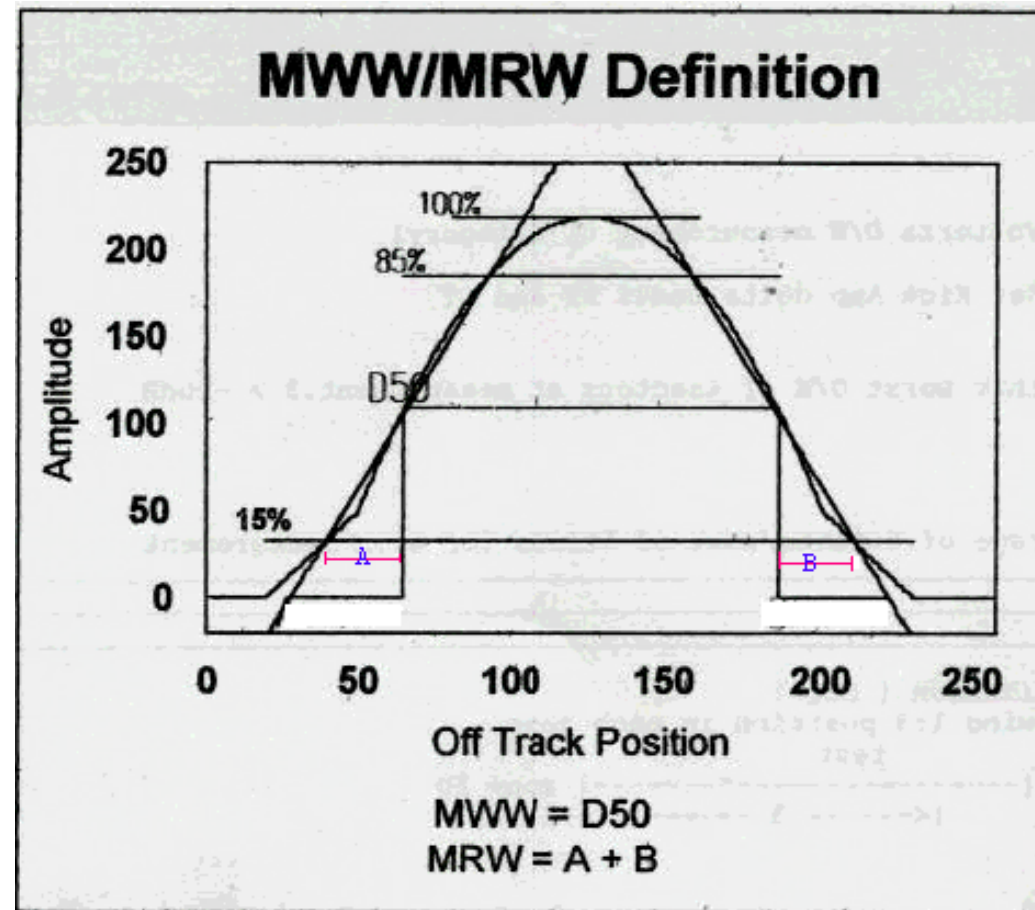


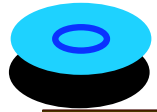
***MWW & MRW***  
***Magnetic Write Width***  
***Magnetic Read Width***



# MWW & MRW

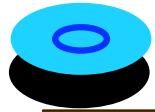
**HITACHI**  
Inspire the Next





## MWW ( Magnetic Write Width )

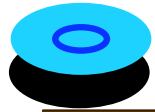
หมายถึง ความกว้างของสนามแม่เหล็กในการเขียนข้อมูลของหัวอ่าน โดยสมมุติว่ามีขนาดเท่ากับ ความกว้างของหัวอ่านในทางทฤษฎี เพราะในการทำงานจริงแล้ว หัวอ่านที่มีขนาดเท่ากัน ไม่จำเป็นต้องมีค่า MWW เท่ากัน ดังนั้นจำเป็นต้องมีขั้นตอนในการวัดค่า MWW เพื่อการปรับ IW ( Write Current ) ที่เหมาะสมจะได้ไม่เกิดการเขียนข้อมูลซ้อนทับกัน MRW ความหมายคล้ายกับ MWW สมมุติว่ามีค่าเท่ากับ ความกว้างของหัวอ่าน



## การวัดค่า MWW และ MRW

โดยปกติแล้วความกว้าง 1 Track แบ่งออกเป็น 25 Ustep ( 256 PES) ในการวัดค่า MWW จะเขียนอ่านข้อมูลแบบ Off track นำมา Plot graph ดังรูป สามารถสังเกตได้ดังนี้

- แกนนอนแสดงตำแหน่งของ Ustep, แกนตั้งแสดง Amplitude ของสัญญาณที่หัวอ่านสามารถอ่านได้
- หัวเขียน Write สัญญาณที่ตำแหน่งกลาง Track ( Ustep ที่ 128 ) ดังนั้น หัวอ่านจะ Read Amplitude ได้ค่าสูงสุดด้วย
- จากนั้นทำการเขียนสัญญาณ โดยการปรับ Ustep จากตำแหน่งกลาง Track สามารถสังเกตได้ว่า Amplitude ที่อ่านได้จะมีค่าลดลง



# ***Instability***

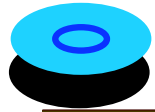


Uncertainly in a situation that is caused by the possibility of sudden change.

Head Instability:

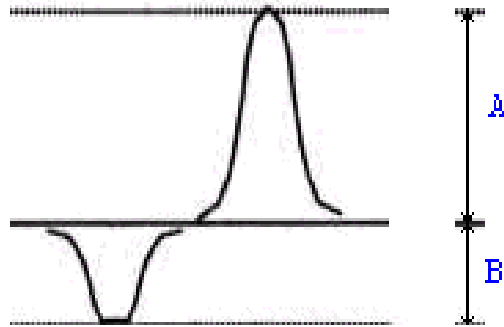
Uncertainly in a situation of Head  
( Head Characteristic ) such as :

- Low amplitude
- Asymmetry
- Polarity
- Kink symptom
- Noise
- etc.

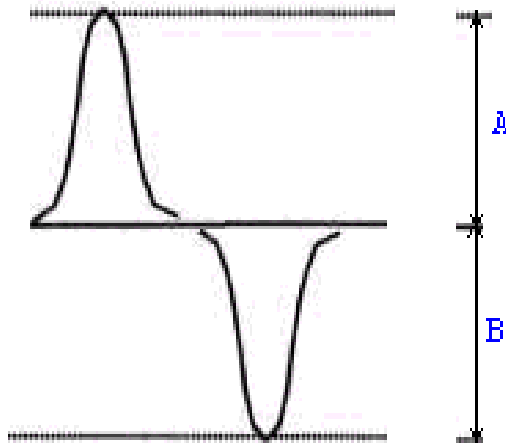


# *Asymmetry Instability*

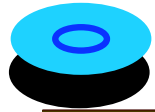
**HITACHI**  
Inspire the Next



Asymmetry  
instabilty

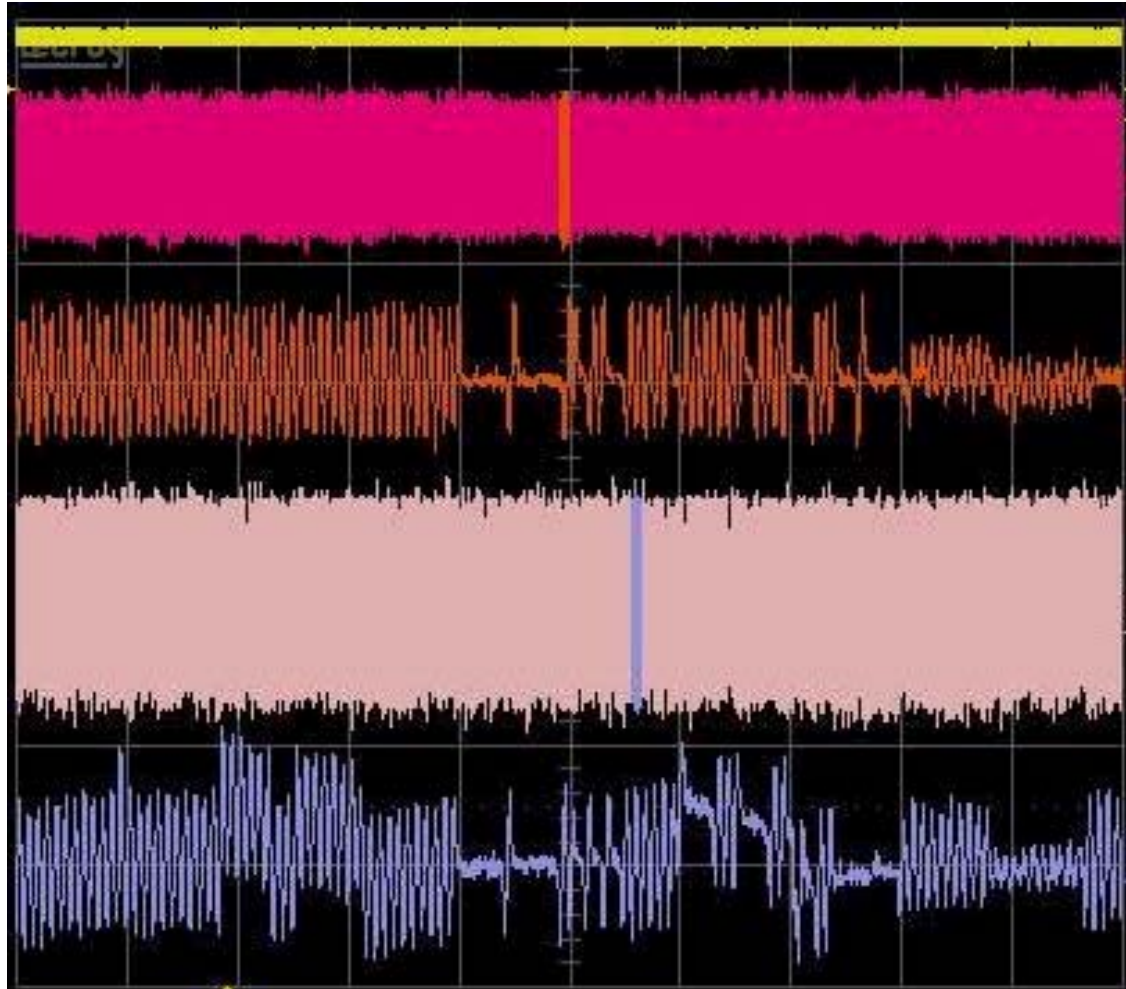


Normally



## *Noise Instability*

**HITACHI**  
Inspire the Next



**GOOD SIGNAL**

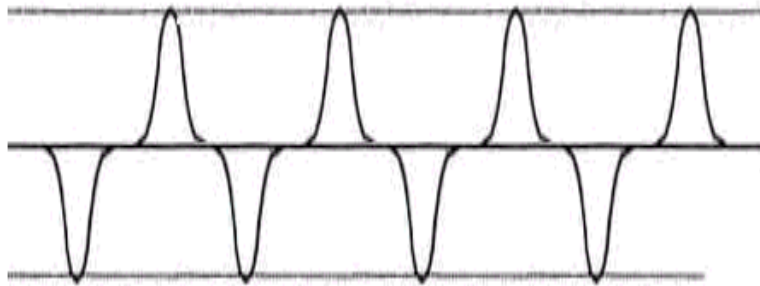
**NOISE instability**





## *Head low amp Instability*

**HITACHI**  
Inspire the Next



NORMAL  
>100 mV



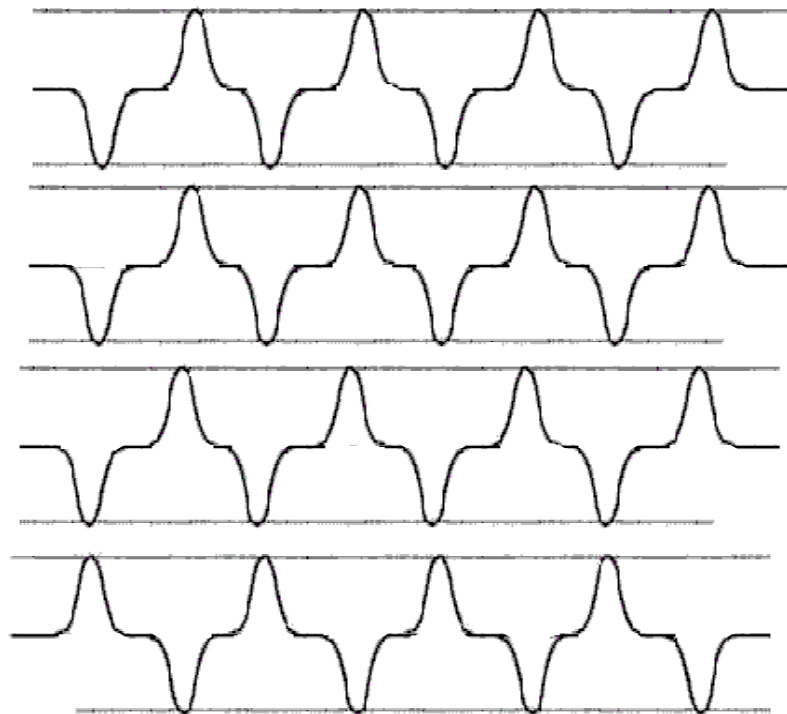
LOW AMP  
<100 mV



## ***Inverse signal (Flip) Instability***

**HITACHI**  
Inspire the Next

(Ex. failure from 4 head model )

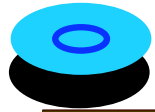


**H3 normal**

**H2 normal**

**H1 normal**

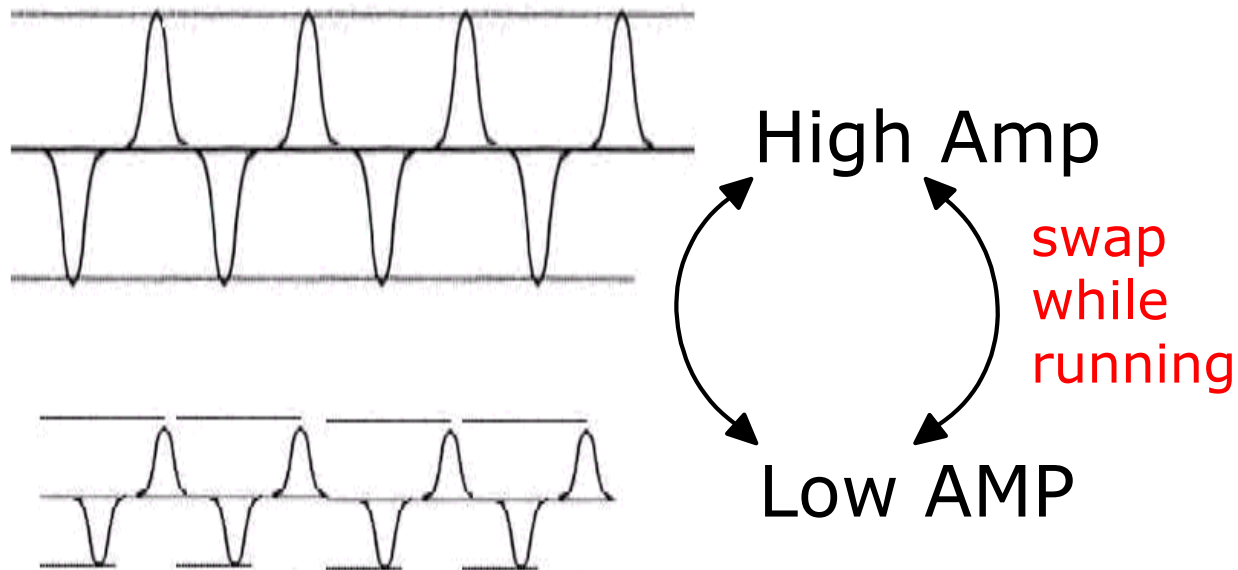
**H0 filp instability fail**

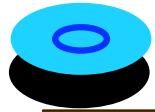


## ***SWAP AMP (high - low) Instability***

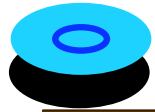
**HITACHI**  
Inspire the Next

LEVEL HEAD WHILE RUNNING

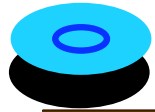




## ***Kink Head(Kink Effect)***



**Kink Head** คืออาการของ Head Instability ชนิดหนึ่ง ซึ่งกล่าวอ้างถึงลักษณะความผิดปกติของการตอบสนองสัญญาณที่ทางออก(out put) ของวงจรสารกึ่งตัวนำ เช่นวงจรทรานซิสเตอร์ ซึ่งความผิดปกติของสัญญาณดังกล่าวอธิบายมาจากปรากฏการณ์ "Kink Effect" ในเรื่องควอนตัมฟิสิกส์ อาจกล่าวให้เข้าใจง่ายๆ ได้ว่าการตอบสนองสัญญาณของหัวอ่านต่อแรงดันอินพุตไม่เป็นแบบเส้นตรง(Linear) ส่วนใหญ่ปัญหาของ Kink Head จะพบมากใน Error code ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพ,คุณสมบัติของหัว Head .



# ***Polarity***

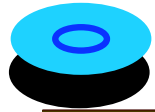


## **Polarity**

หมายถึงทิศทางของขั้วแม่เหล็กที่เกิดจากทิศทางกระแสไฟฟ้าในหัว GMR

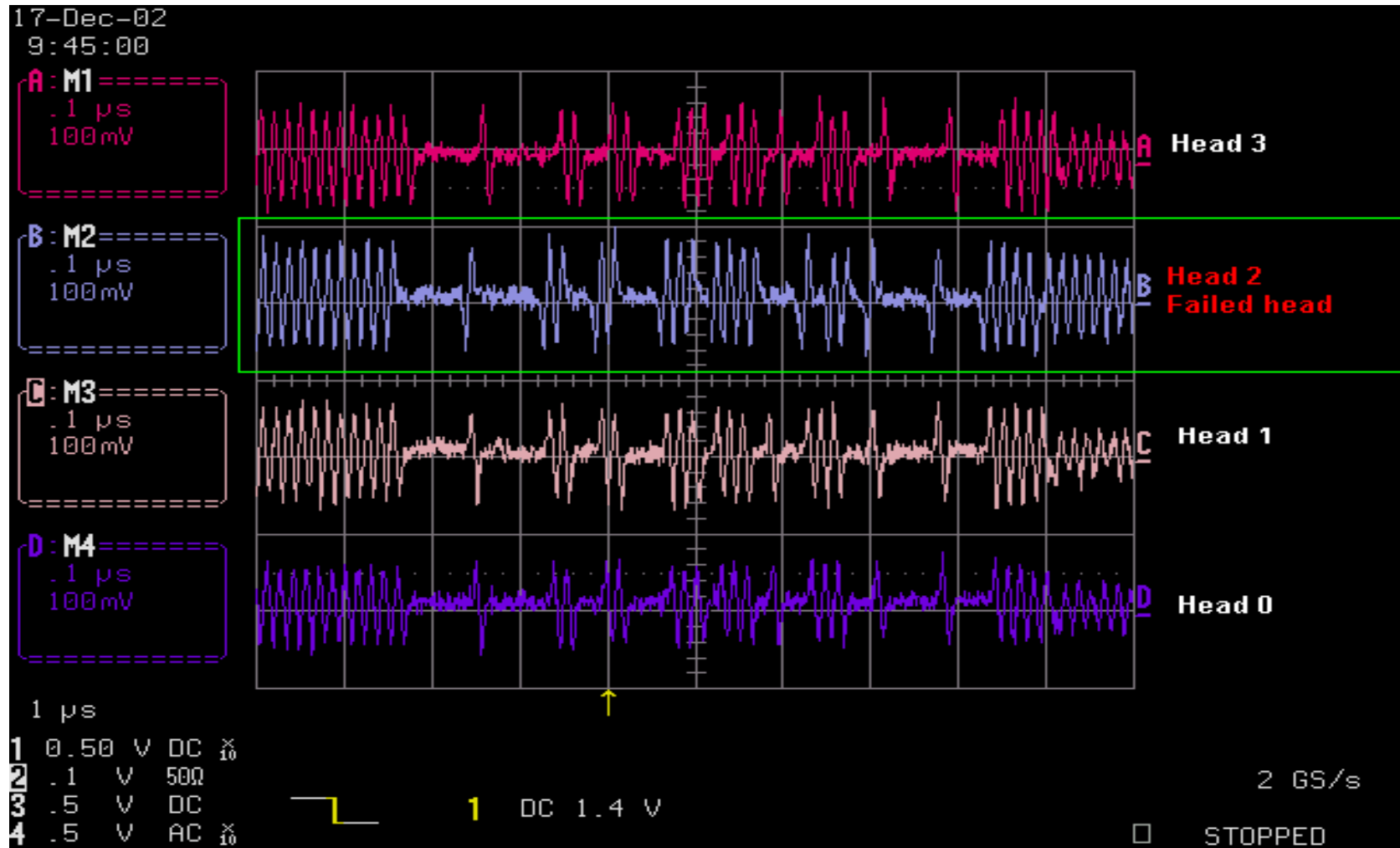
## **Polarity Flip**

เป็นผลจากการที่การตอบสนองต่อสนามแม่เหล็กของหัวอ่านมีการกลับขั้ว  
โดยหัวอ่านจะมีลักษณะการตอบสนองดังรูป



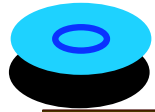
## Polarity & Polarity Flip

HITACHI  
Inspire the Next



จากรูปจะแสดงให้เห็นว่าสัญญาณที่อ่านได้จาก Head ที่เกิดการกลับเฟสกับ สัญญาณจาก Head ปกติ





### สาเหตุของ Polarity Flip

- สาเหตุหลักของ Polarity ก็คือ EOS (Electric over stress) โดยอาจแบ่งที่มาได้ดังนี้
  - ความผิดพลาดของ microcode หรือ การออกแบบหัว GMRทำให้เกิด ding ระหว่าง Head กับ Disk ทำให้เกิดการ Charge และ Discharge อย่างรวดเร็ว ทำให้ Head เกิดความเสียหาย
  - เกิด ESD ในขั้นตอน Assembly ทำให้ Head เกิดความเสียหายได้
- ▶ ผลจากการเกิด Polarity Flip จะทำให้ HDD ไม่สามารถทำงานได้ (Power On Reset fail)



# ***Asymmetry Waveform***

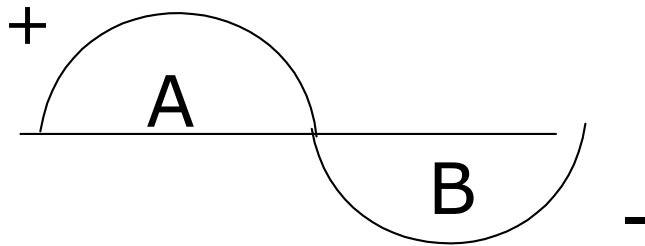


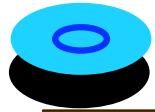
คำจำกัดความของasymmetryคือความไม่สมมาตรทางรูปลักษณะในแง่ของคลื่นสัญญาณทางไฟฟ้าสามารถเขียนออกมาในรูปสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อบอกค่าปริมาณของ asymmetry ได้ดังนี้

$$A-B/\max A \text{ or } B$$

เมื่อ A คือ แอมพลิจูดของคลื่นทางด้านบวก

B คือ แอมพลิจูดของคลื่นทางด้านลบ





## Asymmetry Waveform

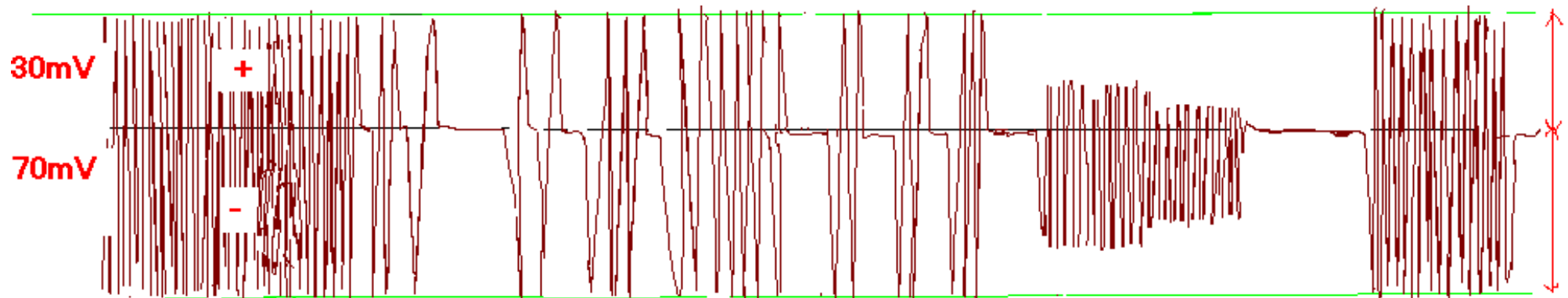
HITACHI  
Inspire the Next

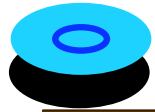
ตัวอย่างของสัญญาณ servo และการคำนวณค่า asymmetry

$$\text{Asym} = A - B / \max A \text{ or } B$$

$$= (30 - 70) / 70$$

$$= -0.57 \Rightarrow -57\%$$





ผลกระทบของ Asymmetry

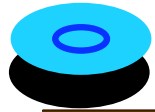
ที่เกิดขึ้นนั้นจะทำให้ประสิทธิภาพในการอ่านข้อมูลของหัวอ่านจากแผ่นดิสก์

ลดลง ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับค่าของ asymmetry ว่ามากน้อยเพียงใด หากมีค่ามากๆจนการอ่านเกิด error ขึ้นมากๆ หรือไม่สามารอ่านข้อมูลได้เลย ก็อาจจะไม่ผ่านการกระบวนการทดสอบที่ Function test ซึ่งจะเป็นงานเสีย

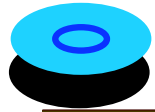
สาเหตุที่ทำให้เกิด asymmetry ก็อาจเนื่องมาจากตัว HGA

ที่เข้ามาแต่เดิมจากโรงงานผลิตแล้วหรือไม่ก็อาจมาจาก ESD damage

ซึ่งเกิดจากกระบวนการประกอบภายในโรงงานเอง



# ***Soft Error Rate (SER)***



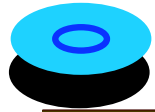
**SER** คือ พารามิเตอร์หนึ่ง ของหัวเขียนอ่าน ที่ใช้ในการตรวจสอบอัตราความผิดพลาด ในการเขียนอ่านข้อมูล โดยจะมีการเขียนสัญญาณลงมาก่อนและอ่านสัญญาณกลับขึ้นมาหลายๆ ครั้ง ต่อการเขียน 1 ครั้งในพื้นที่ 1 หน่วย ( 100 sectors ) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ใน 100 sectors จะมีการเขียนสัญญาณลงไป 3 รอบ โดยในแต่ละรอบจะมีการอ่านสัญญาณขึ้นมา 30 ครั้ง ในการทดสอบจะมีการเขียนสัญญาณ 3 รอบ เพราะฉะนั้น จะมีการอ่านสัญญาณ ( Read Count ) ขึ้นมาทั้งหมด 9,000 ครั้ง ( 100 sector x 30 times(Rd) x 3 times(Wrt) ).

โดยมีสูตรในการหา ค่า SER ดังนี้

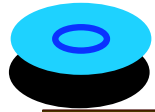
$$\text{SER} = \text{Log} [ \text{Error Count} / (9000 \times 512 \text{ byte} \times 8 \text{ bit}) ]$$

$$\text{Error Count} = 9000 - \text{Read Count}$$



# ***Over Write***





## ความหมายของ "Over Write"

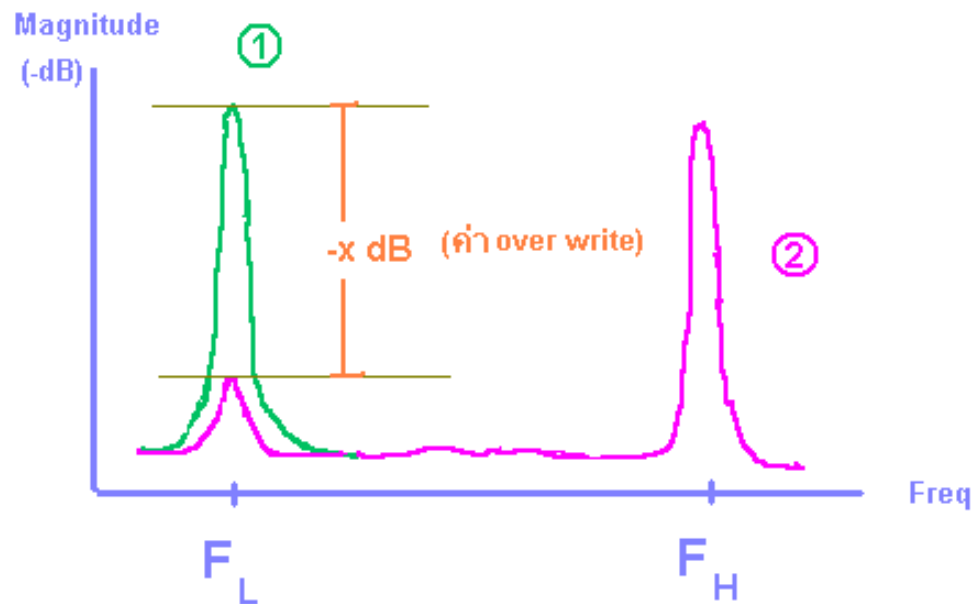
เป็น parameter หนึ่งของหัวอ่าน ซึ่งหมายถึงความสามารถในการเขียนทับข้อมูลว่าจะสามารถเขียนข้อมูลทับได้สมบูรณ์ โดยไม่มี error เกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่ง error ที่จะเกิดขึ้นในการเขียนทับข้อมูลนั้นก็เนื่องมาจากมีข้อมูลเก่าหลงเหลืออยู่ปะปนรวมอยู่กับ ข้อมูลใหม่ที่เขียนลงไป ทำให้เกิด error ขึ้นได้

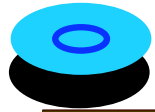


## วิธีการวัด Over write โดยหลักการเบื้องต้นก็คือ

1. Write Low Frequency ลงไปก่อน
2. Write ทับด้วย ความถี่ที่สูงกว่า

จากนั้นจะเห็นว่ายังมีความถี่ต่ำเหลืออยู่เล็กน้อย (ดูรูปประกอบ)





## Over Write

**HITACHI**  
Inspire the Next

ค่า overwrite ก็คือค่าความต่างของ spectrum ระหว่าง original spectrum ของความถี่ต่ำ กับ remaining spectrum ของความถี่ต่ำหลังจาก write ความถี่สูงลงไปในตัวเอง ซึ่งถ้าค่าต่างกันมากแสดงว่ามีความถี่ต่ำที่เหลือจากการ write ทับด้วยความถี่สูงเหลือน้อยมาก นั่นหมายความว่า การเขียนทับข้อมูลที่สมบูรณ์กว่า ค่า overwrite มีหน่วยเป็น - dB, ยิ่งค่าลบมากๆ แสดงว่าความสามารถในการเขียนทับข้อมูล ของหัวอ่านนั้นๆ ยิ่งดี

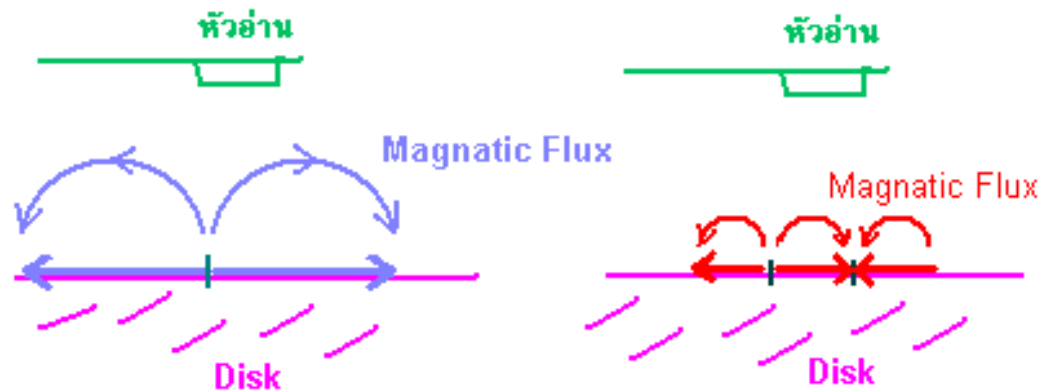


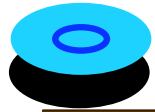
## Over Write

HITACHI  
Inspire the Next

สาเหตุที่ในการวัดค่า overwrite ต้องเขียนความถี่ต่ำลงไปก่อน เพราะ ข้อมูลที่เป็นความถี่ต่ำจะมีความแรงของคลื่นแม่เหล็กมากกว่า ดังนั้นการเขียนข้อมูลของความถี่สูงทับลงไปจึงยากมากกว่า ดังนั้นในการวัด overwrite จะวัดโดยการ write ความถี่ต่ำแล้วตามด้วยความถี่สูง เพราะถ้า write ความถี่สูงก่อนแล้วตามด้วยความถี่ต่ำ ก็ทับได้หมดอยู่แล้ว

รูปแสดงความแรงของคลื่นแม่เหล็ก เปรียบเทียบระหว่างความถี่สูงและความถี่ต่ำ



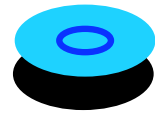


## Over Write

**HITACHI**  
Inspire the Next

"Over write" เป็น Parameter ของหัวอ่านที่ทำการวัดค่าได้ที่ Function test, ถ้า HDD ตัวไหนให้ค่า over write ที่แย่ ก็จะมี fail สำหรับ criteria ของ Over write ได้มาจากการ correlation กับ performance ในการเขียนและอ่าน

โดยปกติ ค่า over write จะมีความสัมพันธ์กับ ค่า P2B(ความกว้างของ P2-Write element) ของ Head

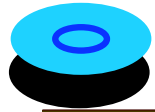


***Defective***

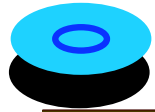
**HITACHI**  
Inspire the Next

---

Technical Support Department



***DEFECT***



**ความหมาย** จากพจนานุกรม แปลว่า ข้อบกพร่อง

ความหมายในทางฮาร์ดดิสก์ คือ

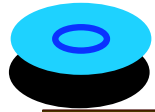
- ข้อบกพร่อง หรือ error ที่เกิดขึ้นไม่ว่าทั้งจากการ test ในโรงงานผลิต (Manufacturing test และ Quality test) หรือ ระหว่างการทำงานของฮาร์ดดิสก์เอง
- อาจรวมถึง error code ต่างๆในแต่ละ process ของการ test ก็ได้ เช่น ถ้ากล่าวถึง defect ที่ Function process ก็หมายถึง error code ที่เกิดขึ้นที่ Function test เป็นต้น

## ชนิด

ถ้าแบ่งตามประเภทของการอ่านเขียนข้อมูล

- Defect read : เป็น error ที่เกิดขึ้นในขณะที่ฮาร์ดดิสก์ทำการอ่านข้อมูล
- Defect write : เป็น error ที่เกิดขึ้นในขณะที่ฮาร์ดดิสก์ทำการเขียนข้อมูล





## ตัวอย่าง

- **Disk defect** คือ error ที่เกิดบน Disk  
ซึ่งทำให้ฮาร์ดดิสก์ไม่สามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลได้ ตัวอย่างเช่น Scratch หรือ รอยขีด, ข่วน, จิก ที่เกิดบน Disk
- **Defect escape** คือ การที่ Defect สามารถหลุดรอด จากการ Test  
ในกระบวนการผลิต แล้วแสดงผลกระทบต่อการทำงานภายหลัง
- **Defect expansion** คือ การที่ Defect ขยายตัวมากขึ้นกว่าเดิม



# ***Surface Analysis Test (SAT)***



## Surface Analysis Test (SAT)

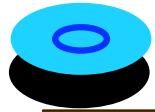
HITACHI  
Inspire the Next

SAT คือ พารามิเตอร์ ที่ใช้ในการตรวจสอบหาข้อบกพร่อง (Defect) บนพื้นผิวแผ่น Disk ซึ่งเป็นการทดสอบอันดับแรกๆ ของ SRST ในการทดสอบ โดยจะมีการเขียนสัญญาณลงไปบนแผ่น Disk และอ่านสัญญาณกลับขึ้นมา ถ้าพบว่าตำแหน่ง (Sector) ใดมีข้อบกพร่อง มากกว่าค่าที่กำหนดไว้ จะมีการ Mark จุดบกพร่อง ณ ตำแหน่งนั้นๆ ไว้ลงบนแผ่น Disk โดยจะเริ่มต้นทดสอบจาก OD ไปหา ID ของ Disk ตัวอย่างเช่น

ใน 1 รอบ = Write 1 time , Read 2 times

ฉะนั้น 3 รอบ = Write 3 times , Read 6 times

ดังนั้นจะมีการอ่านสัญญาณทั้งหมด 6 ครั้ง ถ้าพบว่ามีข้อบกพร่อง ณ ตำแหน่ง (Sector) นั้นมากกว่าหรือเท่ากับ 3 ครั้งจะทำการ Mark จุดบกพร่อง ณ ตำแหน่งนั้นไว้บนแผ่น Disk.



# ***Alternate Cylinder***

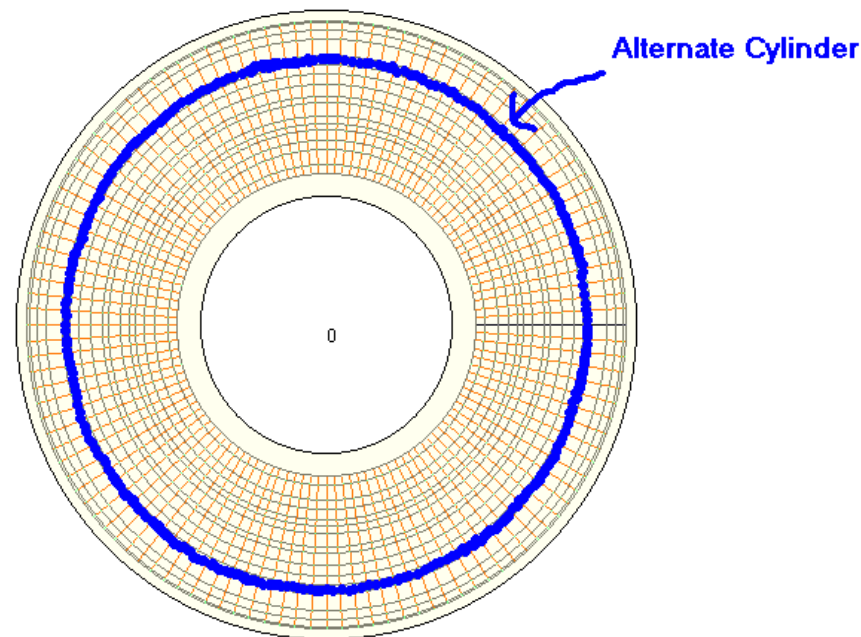


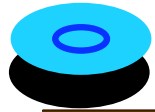
## Alternate Cylinder

HITACHI  
Inspire the Next

คำจำกัดความ Alternate Cylinder คือ cylinders\*

ที่ถูกควบคุมไม่ให้สามารถใช้ได้สำหรับลูกค้าทั่วไปโดย microcode เนื่องจากเกิดจำนวน defect ขึ้นหลาย sector บน track นั้นๆ จนเกินค่า criteria ที่กำหนด





## ***Alternate Cylinder***

**HITACHI**  
Inspire the Next

สาเหตุของการเกิด Alt-cyl อาจมีดังนี้เช่น

-Head instability \*

-Bad Servo Stability , RRO , NRRO \*\*

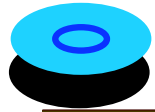
-ปัญหาทางด้าน Mechanical / resonance \*\*\*      \*,\*\*,\*\*\* จะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

การที่มี AlternateCylinders มากเกินไปอาจจะเป็นไปได้ว่าคุณภาพของ HDD นั้น ๆ

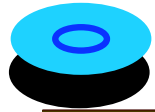
ไม่ดีซึ่งไม่ควรจะส่งมอบให้ลูกค้าได้ หรือจะทำให้พื้นที่การใช้งานบนดิสก์ลดลง

เราจึงต้องมีการจำกัดไว้ด้วย Criteria ค่าหนึ่งหากมีจำนวนมากเกินค่า criteria

ก็จะไม่ผ่านการทดสอบที่ Final test กลายเป็นงานเสีย



# ***DEFECT COMPLEMENT***



## COMPLEMENT (คอม-พลีเมนต์)

### ความหมาย (ตามพจนานุกรม)

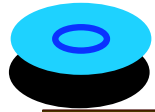
Complement (คอม-พลีเมนต์) n. vt. 1. ทำให้ครบ 2. อัตราเต็มที, เครื่องประกอบ, ส่วนประกอบ 3. คำซึ่งประกอบกริยาให้ประธานหรือกรรมมีความหมายสมบูรณ์

### ความหมาย (ในลักษณะการใช้งาน)

คือ การกำหนดไม่ให้มีการเข้าไปอ่านหรือเขียนในบริเวณที่ใกล้กับ Defect หรือ Error บนแผ่น Media ที่เกิดขึ้นก่อน หรือในระหว่างทำการทดสอบ SRST เพื่อเป็นการป้องกันการขยายตัวของ Defect เหล่านั้นจากการอ่านหรือเขียนข้อมูลของหัวอ่านในบริเวณใกล้เคียง

Complement จะเป็นกระบวนการหนึ่งที่จะทำการตรวจสอบหาตำแหน่ง defect ทั้งหมดบน media ในระหว่างการทดสอบที่ SRST test และจะทำการ mapping พื้นที่รอบ defect โดยกำหนดให้เป็น PDM (Primary Defect Map) แล้วเก็บไว้ใน Reserve Area ใน HDD แต่ละตัว





## ชนิดของ COMPLEMENT

การทำ Complement มีอยู่ 2 ชนิด คือ

**1. Mandatory Defect Map.** คือเมื่อเจอ Defect จะต้องกำหนดให้ทำการ complement ทันทีที่ตรวจพบ defect ในลักษณะที่กำหนดให้ ซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละ Product ถ้าจำนวน defect และ mandatory complement เกินกว่าจำนวนที่กำหนดไว้จะไม่ผ่านการทดสอบ

**2. Optional Complement.** คือเมื่อทำ Mandatory defect map ครบทุก defect แล้ว จะตรวจดูว่ายังมีพื้นที่ว่างบน media เหลืออีกหรือไม่ ถ้ามีจะทำการตรวจดูว่ามี defect ที่ใดควรทำการ Complement เพิ่ม ถ้ามีก็ทำการ complement เพิ่มอีกจนกระทั่งหมด defect ที่ควรทำ หรือหมดพื้นที่ที่เหลืออยู่

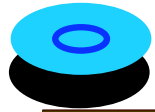
### หมายเหตุ

การทำ complement จะทำในด้าน cylinder และ sector

การทำ complement จะไม่มีผลต่อจำนวนพื้นที่การใช้งานของลูกค้านำสำหรับ HDD ที่ผ่านการทดสอบ



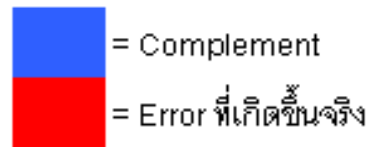
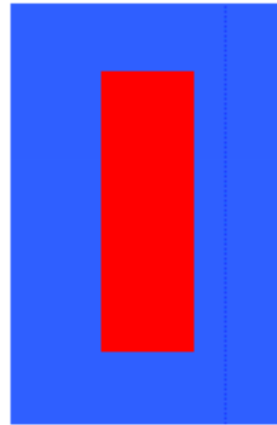
# ***PDM & RDM***



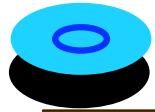
**PDM**

**HITACHI**  
Inspire the Next

PDM (Primary defect map) คือ พื้นที่เก็บ bad sectors ที่เกิดขึ้น ขณะที่ MFG test โดย PDM จะเท่ากับ bad sectors จริง บวกกับ Complement



ในพื้นที่สีน้ำเงินและสีแดงจะไม่ถูกใช้งาน โดยปกติแล้ว User ไม่สามารถ ที่จะ Access ทั้งสองพื้นที่นี้ได้



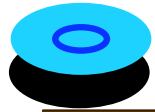
**RDM**

**HITACHI**  
Inspire the Next

RDM Re-assign defect map คือ พื้นที่เก็บ Error ที่เกิดขึ้น หลังจาก MFG test หรือ  
อีกในหนึ่งคือ Error ขณะที่ User ใช้งาน

การทำ Re-assign defect เพื่อที่จะจัดนำเนื้อที่ที่สำรองไว้มาใช้แทนที่เนื้อที่ที่เป็น error  
เพราะฉะนั้นถ้า error ที่ User

ใช้งานไม่มากจนเกินไปก็จะมีผลกระทบต่อขนาดความจุและต่อการทำงานของ HDD นั้น ๆ



# ***Erase***



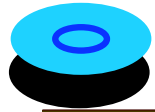
**Erasure** เป็นคำเรียก defect ชนิดหนึ่ง คือสัญญาณที่เขียนอยู่บนดิสก์ถูกลบเนื่องจากสัญญาณอื่น ๆ เช่น สนามแม่เหล็กจากฝุ่นที่มีคุณสมบัติของแม่เหล็ก หรือ ความร้อนที่เกิดจากฝุ่นที่อยู่ใกล้เคียง

การที่จะทำการวิเคราะห์แยก defect ระหว่าง Disk defect กับ Erasure defect

ทำได้โดยการตรวจสอบสัญญาณของ defect นั้นและทำการเขียนสัญญาณใหม่ลงบน defect นั้น ๆ

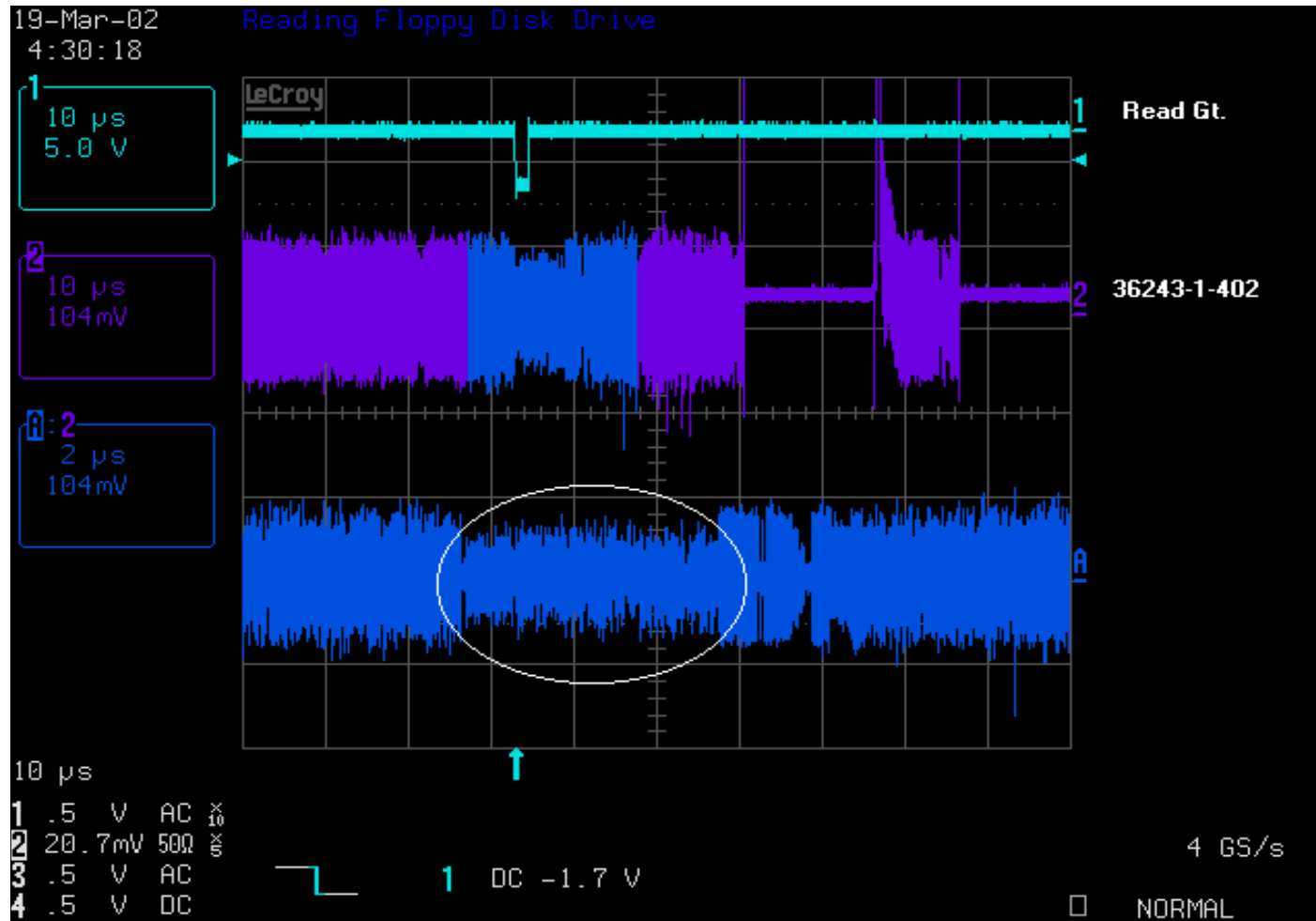
ถ้าหากว่าบริเวณ defect นั้นสามารถกลับมาใช้งานได้ตามปกติแสดงว่าเป็น Erasure defect

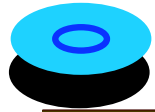
และเมื่อทำการตรวจสอบ defect บนดิสก์ด้วยเครื่องมือเฉพาะทางจะไม่สามารถเจอสิ่งปกติ



# Erasure

**HITACHI**  
Inspire the Next

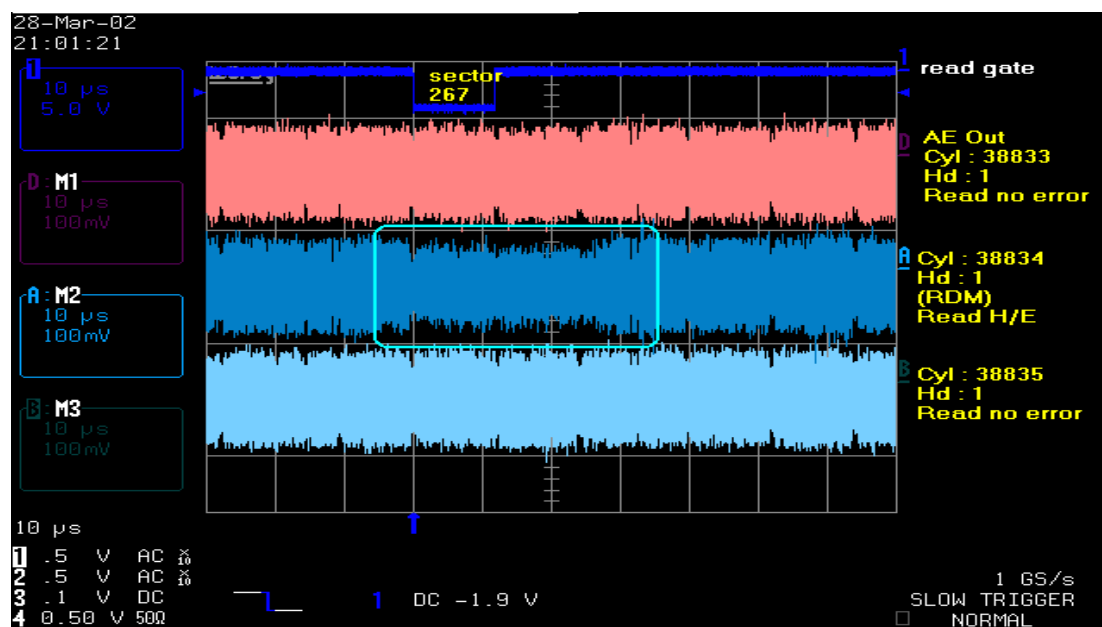




# ***Weak Write***



**Weak Write** เป็นศัพท์เฉพาะที่ใช้เรียก Symptom หนึ่ง ของ drive ที่ fail read error เกิดจากขณะที่ hard drive กำลังเขียนข้อมูลอยู่นั้น ความเข้มสนามแม่เหล็กของ สัญญาณเขียนมีค่าน้อยลงอย่างฉับพลัน เมื่อ hard drive กลับมาอ่านข้อมูล ณ ที่ตำแหน่งเดิม ความเข้มสนามแม่เหล็กที่อ่านได้ จึงมีค่าน้อยมากจนไม่สามารถ แปลงสัญญาณกลับมาเป็นข้อมูลที่ถูกต้องได้



## สาเหตุของ Weak Write

### 1. Contamination

เกิดจาก head ถูก contamination ชน ทำให้ head ลอยสูงขึ้นจากเดิม

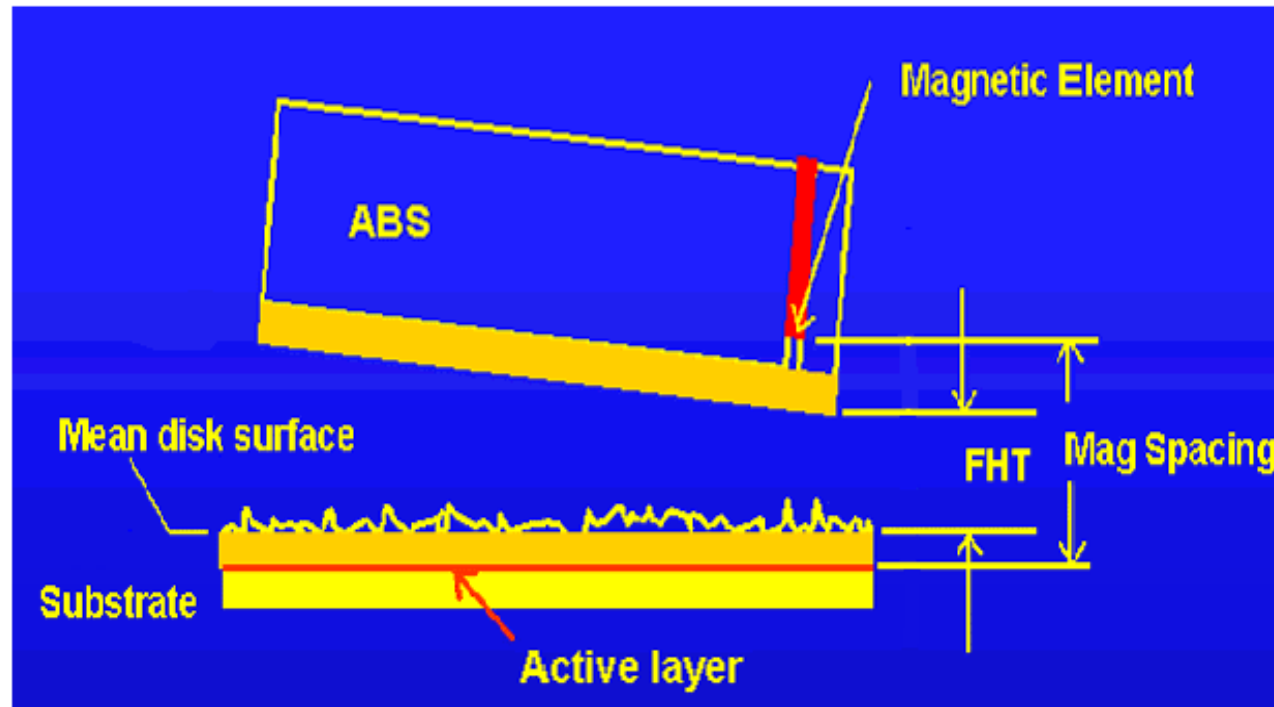
ระยะ Fly Height มากขึ้น จึงทำให้ความเข้มข้นแม่เหล็กที่ใช้เขียนข้อมูลลง disk มีค่าน้อยเกินไป

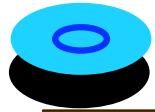
### 2. Lube pool

Lubricant บน disk surface ที่มีความหนาไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะ บริเวณที่หนามากๆ จะทำให้ Fly Height สูงเกินไป

### 3. Damage on disk , Scratch, Disk Defect

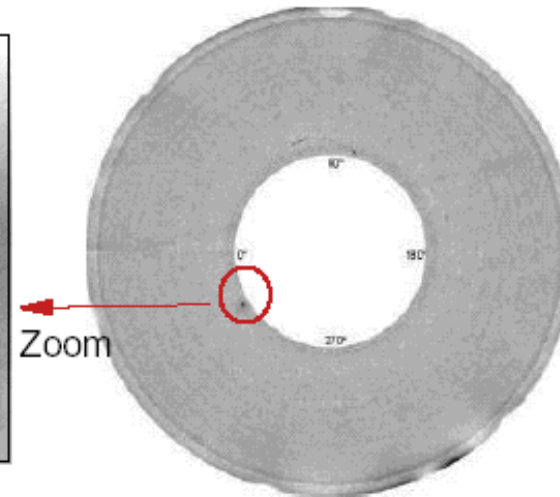
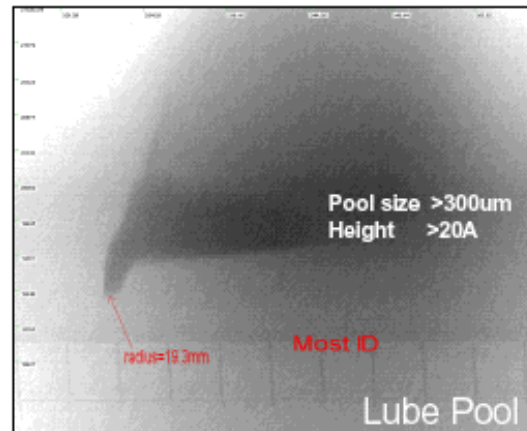
อาจจะมีส่วนของเนื้อ disk ที่นูนสูงขึ้นมา เมื่อ head เคลื่อนที่ผ่าน จะเกิดการชน แล้วกระดอนขึ้น





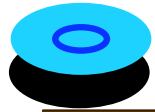
## ***Lube Pool***

**HITACHI**  
Inspire the Next



View Point





# ***Thermal Asperity (TA)***



## ***Thermal Asperity (TA)***

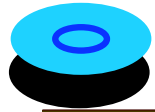
**HITACHI**  
Inspire the Next

### คำจำกัดความ

Thermal = เกี่ยวกับความร้อน

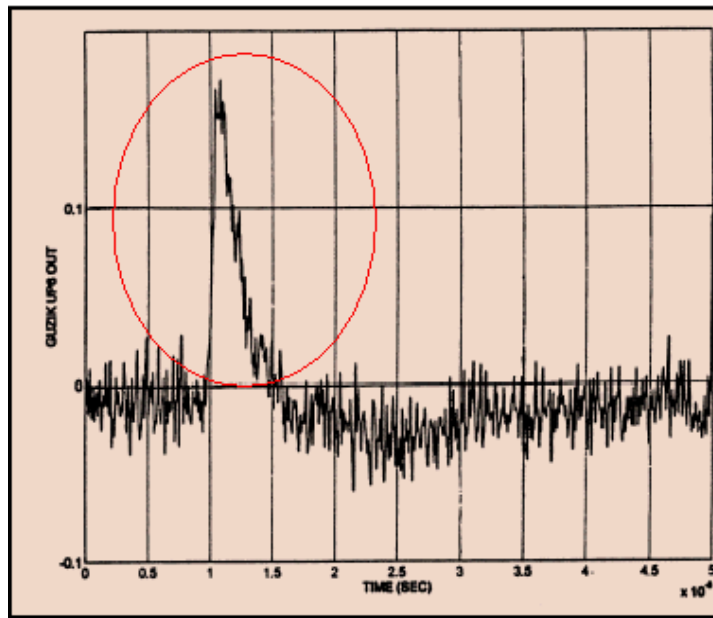
Asperity = หยาบ , ไม่เรียบ

TA หมายถึงการเกิด transient ของสัญญาณจากหัวอ่านอันเนื่องมาจากความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีระหว่าง head กับ disk asperity. Thermal Asperity(TA) จะเกิดในสถานะที่ clearance ระหว่าง head/disk ที่น้อยมากซึ่งอาจจะเกิดจากการขยายตัวของ disk ที่ไม่สมบูรณ์บางจุดเองในสถานะอุณหภูมิสูง หรือฝุ่นที่เกาะอยู่บนผิว disk ก็อาจจะมีโอกาสที่จะชนกับ head มากขึ้นในสถานะอุณหภูมิสูง อันเนื่องมาจาก Flying Height ที่ลดลงในสถานะอุณหภูมิสูง ในทางทฤษฎีแล้วขณะที่เกิดการชนของ head และ disk จะส่งผลให้เกิดอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างทันทีทันใดบน MR element อันจะส่งผลให้ความต้านทานของ MR element สูงขึ้นอย่างทันทีทันใดด้วย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงความต้านทานของ MR element ก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ขนาดของแอมพลิจูดสัญญาณตัวอย่าง



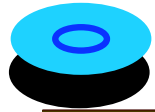
## Thermal Asperity (TA)

HITACHI  
Inspire the Next



ลักษณะของสัญญาณจากheadขณะเกิดThermal Asperity

ซึ่งปัญหา TA นี้จะทำให้เราไม่สามารถที่จะอ่านข้อมูลจากsectorที่เกิดThermal Asperityได้ รวมทั้งปัญหาดisk scratchที่อาจจะเกิดขึ้นตามมาจากการชนของhead และ disk asperity อันจะส่งผลให้เราไม่สามารถอ่านข้อมูลจากจุดนั้นได้อย่างถาวร



### สาเหตุของปัญหา

ปัญหา TA อาจเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุเช่น

- Disk surface มี defect ซึ่งอาจเกิดจาก disk process
- Disk surface มี defect เนื่องจาก head/disk scratch
- Head park on disk
- ปัญหาcontamination อันนำไปสู่การเกิด head ชน disk

รวมทั้งปัญหาดisk inspection detectability ในขั้นตอนการreuse diskด้วย

ซึ่งเป็นไปได้ว่าเราอาจจะไม่สามารถที่จะมองเห็น disk defect เล็กๆเหล่านั้นได้



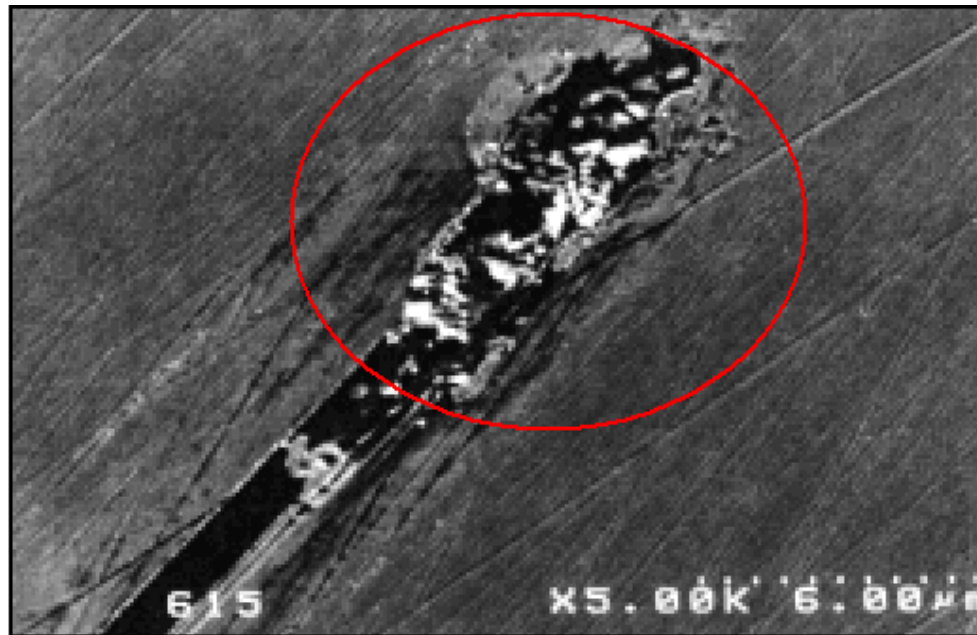


## Thermal Asperity (TA)

HITACHI  
Inspire the Next

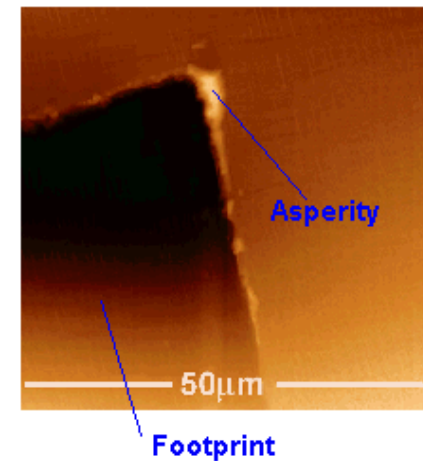
ตัวอย่างของ Disk asperity

เกิดขึ้นเนื่องจาก Disk (จากกระบวนการผลิต Disk)



ภาพขยายของผิว disk ขนาด 5000 เท่า ในวงกลมคือ Disk Asperity

Disk Asperity ที่เกิดจากรอย Footprint  
ในขณะที่ Head จอดบนผิว Disk



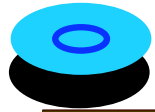


***Resonance***

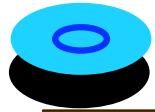
**HITACHI**  
Inspire the Next

---

Technical Support Department



# ***RRO & NRRO***



## RRO & NRRO

RRO และ NRRO เป็นลักษณะอาการงาน failed ทางด้าน Mechanical ด้วยมีความถี่มารบกวนการอ่านหรือเขียนของ hard disk.

ความถี่ของ 1 รอบการหมุน.

รอบการหมุน หรือ Rotational Speed คือความเร็วของ spindle motor ซึ่งทำให้ แผ่นดิสก์หมุน ในปัจจุบัน ฮาร์ดดิสก์ มีรอบการหมุนอยู่ระหว่าง 4500 ถึง 15000 รอบต่อนาที (RPM) ขึ้นอยู่กับประเภทของฮาร์ดดิสก์

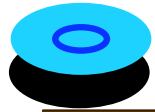
ตัวอย่าง สำหรับ VNV model

Spindle Rotational Speed = 7,200 RPM (RPM is Round Per Minute)

ความถี่ มีหน่วยเป็น รอบต่อวินาที (Hz)

ดังนั้น VNV มีความถี่ต่อ 1 รอบการหมุน =  $7200/60 = 120$  Hz

นอกจากความถี่ 1 รอบการหมุนแล้ว ซึ่งเราจะเรียกว่า 1F ยังมี ความถี่ Harmonics ซึ่งเป็นจำนวนเท่าของความถี่ 1 รอบการหมุน อย่างเช่น Harmonics ที่ 2 ก็คือ  $2F = 240\text{Hz}$  , Harmonics ที่ 3 ก็คือ  $3F = 360$  Hz เป็นต้น

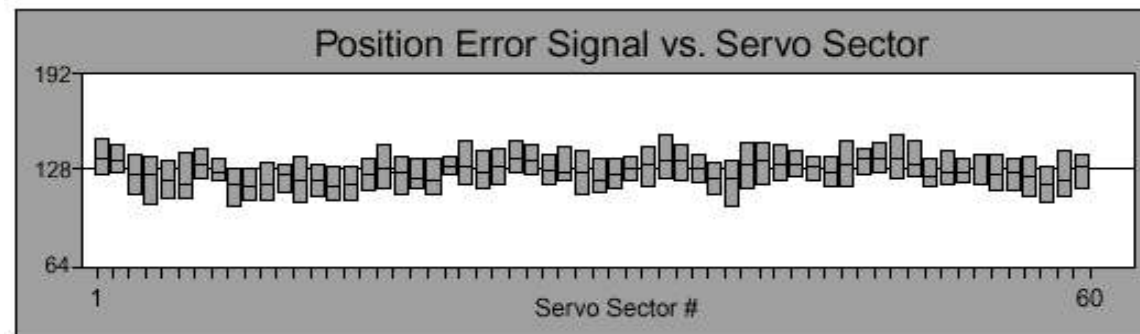


## RRO & NRRO (Piano Chart)

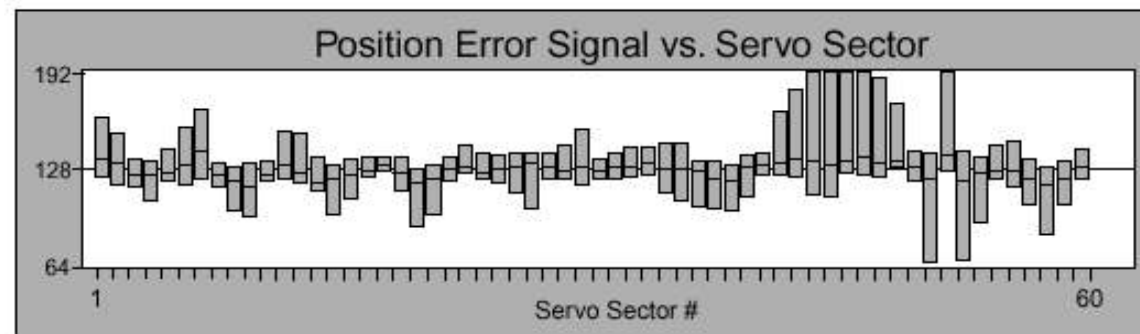
**HITACHI**  
Inspire the Next

### Piano chart

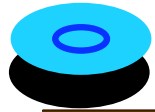
ขอกล่าวถึง Piano chart ซึ่งเป็น chart แสดงความสม่ำเสมอ ของสัญญาณ servo (servo stability) Piano chart จะเป็นการแสดงการเคลื่อนที่ของหัวอ่านบน 1 track ข้อมูล ซึ่งถ้ามองจากแผ่น disk ก็จะเป็นรอบวงกลม โดยนำมาคลี่เป็นเส้นตรง เพื่อให้ง่ายแก่การวิเคราะห์



*PES of good drive*



*PES of defective drive*



**RRO**

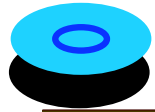
**HITACHI**  
Inspire the Next

## RRO (Repeatable Run Out)

RRO ย่อมาจาก Repeatable Run Out หมายถึง ลักษณะการเคลื่อนที่ของหัวอ่าน บนเส้สัญญาณ Servo บน track หนึ่งๆ โดยมีลักษณะเหมือนกันทุกรอบการหมุน และ synchronize กับรอบการหมุนของ spindle motor

ตัวอย่างของ RRO ที่ความถี่ต่ำ ที่ 360Hz (3F RRO)

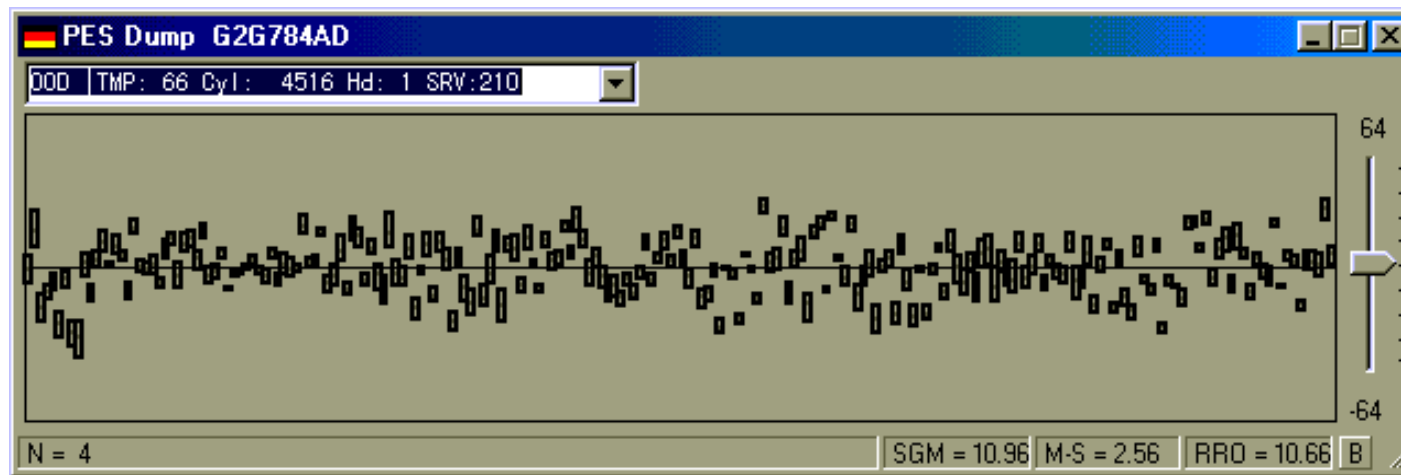




**RRO**

**HITACHI**  
Inspire the Next

ตัวอย่างของ RRO ที่ความถี่สูง ที่ 9KHz (75 F RRO)



## สาเหตุของ RRO

1. Disk slip or Disk shift หลังจากที่ได้เขียนสัญญาณ servo ไปแล้ว เช่นเกิดการกระแทก กัดง process STW / SSW จะทำให้ disk เลื่อนไปจาก alignment เกิด RRO ที่ความถี่ 1F เท่ากับความถี่ 1 รอบการหมุน
2. ขัน Top Clamp Screw แน่นเกินไป หรือ หลวมเกินไป ตัวอย่างเช่น บาง model มี สกรู Top Clamp 3 ตัว หากขันแน่นหรือหลวมเกินไป บริเวณ ID Zone จะทำให้เกิด RRO ที่ความถี่ 3F
3. Thermal motion ความร้อนจะทำให้ ชิ้นส่วน บางอย่างมีการเปลี่ยนแปลง เช่น disk
4. Spindle motor เอง ซึ่งภายในตัว spindle motor จะมีชิ้นส่วนประกอบ เช่น Ball Bearing ซึ่งสามารถทำให้เกิด ความถี่ที่เป็นจำนวนเท่าของ ความถี่ spindle ได้



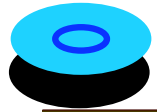


**NRRO**

**HITACHI**  
Inspire the Next

## NRRO Non Repeatable Run Out

หมายถึงลักษณะที่หัวอ่านเคลื่อนที่ไปบน Track ข้อมูล ด้วยความถี่ที่ไม่ใช่จำนวนเท่าของความถี่ spindle motor เช่นความถี่ 150 Hz เป็นต้น (ไม่ใช่จำนวนเท่าของความถี่ 1 รอบการหมุน)

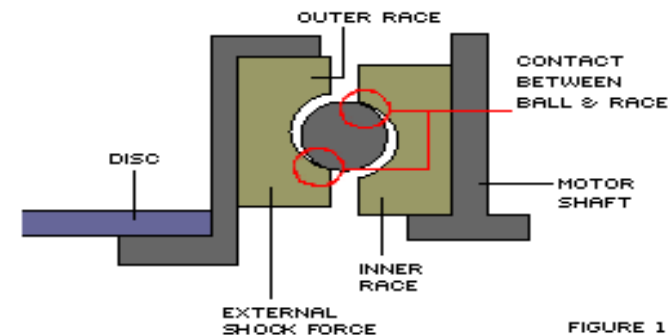


## สาเหตุของ NRRO

### 1. Spindle motor damage

ภายใน Spindle motor มีส่วนประกอบที่เป็น ball , race ดังรูป หากเกิดแรงกระแทกจากภายนอก ทั้งในแนวราบและแนวตั้ง ไปกระทบกับ race ทำให้ ball และ race เสียรูปได้ เรียกความเสียหายที่เกิดขึ้นว่า motor-bearing damage ซึ่งสามารถตรวจจับได้ใน HDD Manufacturing

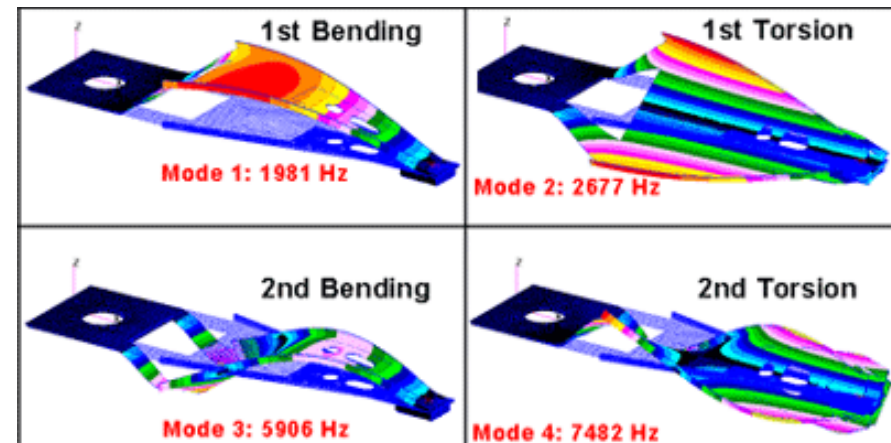
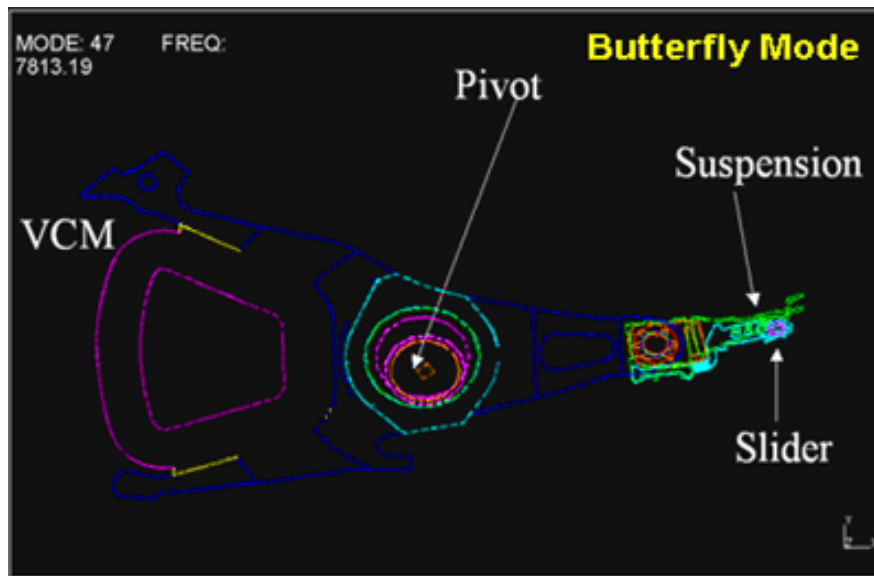
Test and Acoustice Test



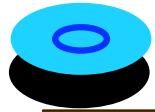
2. Disk Vibration (Flutter) เป็นการกระพือของดิสก์ ขณะ Spindle motor หมุน จะทำให้เกิดความถี่หลากหลาย ที่ไม่ใช่ จำนวนเท่าของ ความถี่ Spindle โดยเฉพาะอย่างยิ่ง บริเวณ OD Zone



3. เกิดจาก mechanical parts resonance เช่น Carriage , Suspension , Pivot , Actuator โดยแต่ละ parts จะมีค่าความถี่เฉพาะ ซึ่งทางด้าน Development ได้ทำการออกแบบและป้องกันเอาไว้แล้ว โดยใน TEST Code จะมีการตรวจสอบความถี่เหล่านี้ออกมา เช่น การใช้ notch filter แต่ในบางกรณี ที่ supplier ผลิตชิ้นส่วน มีคุณสมบัติเบี่ยงเบน เช่น มีค่า resonance สูงกว่าที่ได้ออกแบบไว้ เมื่อนำมาประกอบไม่สามารถกรอง ในรูปฮาร์ดดิสก์จะเกิดความถี่ที่สูงหรือต่ำกว่าที่ได้ออกแบบไว้ ทำให้ TEST code ความถี่เหล่านี้ ออกได้ จึงเกิดปัญหา NRRO



ภาพแสดงลักษณะ การโก่งงอ (Bending) และ การบิดตัว (Torsion) ของ suspension ทำให้เกิดความถี่ NRRO

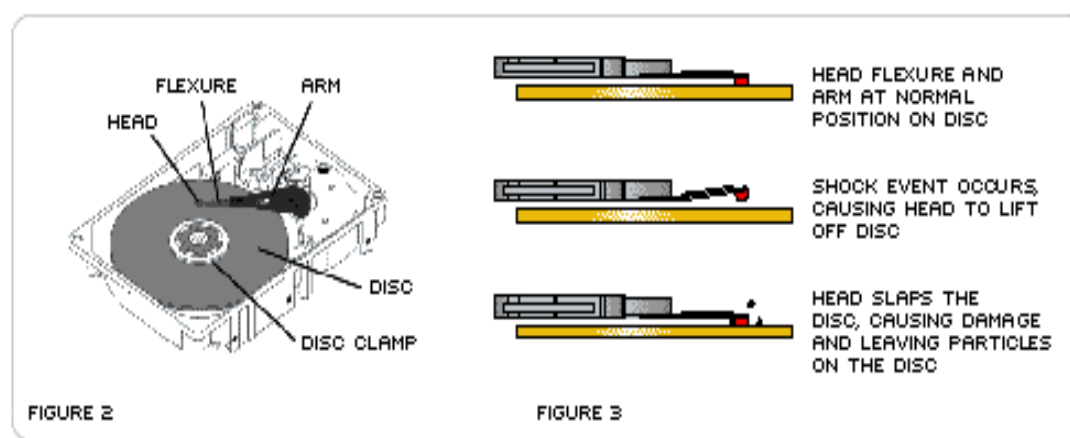


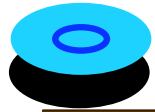
**NRRO**

**HITACHI**  
Inspire the Next

4. มีสิ่งแปลกปลอมบริเวณที่ Top clamp สัมผัสกับดิสก์ ทำให้มีความถี่ NRRO เกิดขึ้นรวมทั้งบริเวณ รุสกรูด้วย เพราะอาจทำให้เกิดเลี้ยวหวาน และชันไม่แน่นอน

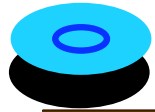
5. ชันสกรู Top clamp ด้วยค่าแรงบิดที่ไม่เท่ากัน





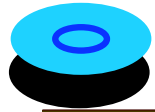
## วิธีป้องกันปัญหา RRO และ NRRO ที่เกิดขึ้น

1. ระวังเรื่องของการเคลื่อนย้ายตัวฮาร์ดดิสก์
2. ค่าแรงบิดในการขันสกรู Top clamp และ สกรูของ Spindle motor ให้ได้ตามค่าที่กำหนด
3. Disk Balance
4. การตรวจสอบด้วยสายตา เกี่ยวกับสิ่งแปลกปลอมทุกส่วนของ Top clamp ไม่ว่าจะเป็น รุสกรู หรือ บริเวณที่สัมผัสกับแผ่นดิสก์ เพราะอาจทำให้เกิด NRRO ได้
5. New spindle design ที่เรียกว่า FDB (Fluid Dynamics Bearing) ช่วยลดปัญหาเรื่อง motor-bearing damage เพราะไม่ได้ใช้ ball และ race แต่ใช้เป็น วัสดุ Fluid แทน



# **WWS**

## **Write Width Screening**



## Write Width Screening

ในการทดสอบฮาร์ดดิสก์จะมีการทดสอบหัวอ่านโดยการเขียน Data ไปที่ center ของ Track ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง จากนั้นก็จะสั่งให้หัวอ่านเขียนข้อมูลไปที่ Track ด้านซ้ายและขวา ขั้นตอนสุดท้ายจะอ่านข้อมูลที่ CENTER ของ TRACK นั้นอีกครั้งหนึ่งเพื่อเปรียบเทียบกับ criteria ที่กำหนดไว้ว่าสัญญาณที่ center ของ Track อยู่ใน criteria หรือสัญญาณที่เขียนไว้ครั้งแรก ยังคงมีอยู่หรือไม่