####

<ivoras@FreeBSD.org>
#######: 46680

####### ### ################## ######## ##### ####### ##########.

#####, #######, ############, #386, #486, #######, ####### # #### ### ######## ##### ### ################## ######## ##### ##### ########## ### ## ######## ######## # ########## ###### # ###### #######.

##########, ############ ############### # ########## ### ########## ##### #########, ########## # ######## ######## #####. ##### ##### ########## ##–######## # #### #########, # ####### ####### ######## # ######## #####, # ########–### ########## #### #### ### #(#)#.

2015#05#12 08:03:23 #####.

#########

############, # ##### ####### #### # #####. ##############, ### ######## ###### ###### # #########–######## ## ## # ######### ############ ################ ######### (########).

##########

1. ########## 1
2. ########## 2
3. ################ # #### ####### 4
4. ################ # ####### #### 4

1.

1.1.

############ ## ################ ### #### #######, ### #### ## ######## ######## ################, ### ##### ### ####### ####### #######, # ##### ###### #########!# # ######### #### ##############. ######, ########## ######### ###### # #### ###### ############, ####### ############ # ######## ##–### ###, ### ###### ###############:

- ########## ####### ### ############ # ##### ####### ############ #######, ###### ############ # ################ #### # ### ###, #### #### ######## ##### ######## ##########.
- ########## ## ########## ####### # ##### ######## ###### ####### ############ #######, ######## ######## ######### ############## ####### # ########. ####### ######## ####### ##### 13 # ######–### ######### ######### ### #######.
- ######### ########## ###### ## ########## #### ##### ##### ## ##### ####### #####.
- ######## ## ####### ##### 9 ########## ###########, ######## ###### ############ ## ######## ####.
- ######## ########## ####(4), # ##### ###### ############ ##### # ##### ############ # ########## ####.

- ######## ########### #_###(9), #_#####(9), #_####(9), #_####(9), #_########(9), #_########(9), #_######(9), # ##### ######, ######### # ################ # ############ ############ ########## ########## ####.
- ######## ########### #####(9) # ############ ########## # ##### ########## ####, ####### ####### #### ######### #### ## ########## ######## ### ### # ########## ########### #######.

2.

####, #### ########## ############ ### ####, ########## ##### ### ######### ##########. #### ## ### ############ ### ##### ########## # ######## #####, # ###### # ### ####### ###### ############ ####. ####### ########## ### ###### ########## ##### ########### ######### ######### ######## ## #### # ############ ######## ###### ## ####. # #### ########, #### ############ ### ######## ###### # ####### ######### ######### #######, ## ### ## ######## ##### ### ##### ######### #### . ####### ########## #### ## ########### ##### #### #######, ########## ##### ########## ########### ###### ####### ###232 ### ########## ### ###### ###############.

#####, #### #### ######## ########### #### ####### ####### ### ########## #### ### ####. #### ## ### # ### ########## # ###### ### #### ###–######## ###### (### ###### ## ##########, #####, ##########, ########### ### ###### ##########).

2.1. ######### ####### ###

INVARIANTS. ######## ######### ###### # #### #######–##### ####:

```
options INVARIANT_SUPPORT
options INVARIANTS
```

#######, ####### ##### ############# ### # ###### ############# ################:

```
options WITNESS_SUPPORT
options WITNESS
```

#######, #### ########## ######### ####### ## ###### #########

```
makeoptions    DEBUG=-g
```

######### ########### #### ####### ######## (make installkernel) ## #### ########## ##########: #### #### ##### ########## kernel.debug # ##### ########## # /usr/obj/usr/src/sys/KERNELNAME/. ### ########, ########## #### ########## ########### # /boot/kernel/.

####, ### ## ####### ########### ###### ######## ##### ## ###–##########. ### ######### ######### ######## ######### ###### # #### ############ ####:

```
options KDB
options DDB
options KDB_TRACE
```

######:

```
debug.debugger_on_panic=1
```

###########, ####### ####### ######## #### ######## #######. ######, ### ####–###### ######### ###########, ######### ###### ##### ##### #### ####### #### ###### ######### ###### ########### #### ## ########## ########. ########## ######### ########### (########### #########–### ######## ####### # ###### ######) ########### ########### ## ################## #, ########, ## ########### ########### ######. ### ##########, ##### ######### ######## ########### ####

###########. #### ### ########## ######, ######## ####### ########## ######## (##### ##### # ######## ## # /etc/sysctl.conf):

```
kern.filedelay=5
kern.dirdelay=4
kern.metadelay=3
```

######## #### ########## # #######.

######. ### ### ###### #### ##### ######### ######## #######, #### ####### ########## # ####### ######. ######, ### ###########. #######, ###### ########### ###–### #### ## ###### ####### ### ##########. ### ########### ######## #### ########## # ####### ####. ### ########## ######## ##### ######## # ########### ######## ######, ## ##### ############## ###–#### #####. ##### ######### ############## ########## ########### /etc/rc.conf:

```
dumpdev="/dev/ad0s4b"
dumpdir="/usr/core"
```

########## dumpdev ######### ## ###### ########, # dumpdir ######## ####### #### ########## #### #### ### ######### ########.

########## ##### #### # ####### #########, #, #### # ###### ########## ##### ########### ###### (>256#) # #### ###### ######### #####, ## ######## ########## ###### ##### ###### ########## (########, ### ### ###### ########## ### ########: ########## # ######### # ########### ## ######## ########). # ##### ###### ##### ######### ####### ############## ###### ############ ######## ###### ##### ######### ########## # /boot/loader.conf:

```
hw.physmem="256M"
```

(### ## ## ###### ## ######### ########### # ####### ######## ######## ######), ############## ######### ####### ######## ######## ###### ########### ######### ########## # /etc/rc.conf:

```
background_fsck="NO"
```

#############. ##### ########, ### # ###–### ############# ####### ########, ##### ###### ##### ######### # ## #####, ##### ########### #####. ####### #######, ######## ########## ###### # ## ##### ##### ######### ######## ######, # ########–#### ###### ######### # ######## ###########.

2.2. ######

##########. ###### ## ###########, #### ### ###### ########## ########## # /usr/src.

2.3.

######## ######## #### ######## ######## Makefile### ### ####### ############## #######, ######## ##–###### ########## ######## ######## ####### ####.

######## Makefile # #### ## ####### ######### ############## ###### ############### #######, #####–########## ########. # ########, ### ### ###### ######### Makefile ### ###### ####:

```
SRCS=g_journal.c
KMOD=geom_journal

.include <bsd.kmod.mk>
```

Makefile (# ########### ####### ######) ######## # ###### ###### ####. ##### #### ##### ########### # ##### ############ ###### ####. #### ### ###### ###### ###### ######### ######, ### #### ####, ## ########### ## #####, ########### ########### #########, # ########## SRCS.

3. ################ # ####

3.1. #########

########## ######(9) # ######### ###### #### ####### ########## ## ###### ##########, ############## # ########### ################ ######### (########). ######## ######## ##, ### malloc() # free() #####–#### ############## #########, ####### ####### # ######## ###########.

#######_##### ########## ######## # ###### ########## ##### # ######## #####, ########:

```
static MALLOC_DEFINE(M_GJOURNAL, "gjournal data", "GEOM_JOURNAL Data");
```

####, ##### ##### #### ############ #### ######, ########## ######## ######### ############ ###–##: sys/param.h, sys/kernel.h # sys/malloc.h

########## ### #### ######## ######### ###### # ### (######### ###### #########), ######### # ###(9). ### ############## #####, ############### ############### ### ######## ######### ###### ### ######, ######### ## ######### ########### ####### (########, ############ ####### ########).

3.2. ####### #

############ # #####(3) ## ######### ####### ### ########## ##### ############## # ######### ##### ########## ######, ### ######. # #######, ### ######### ###### ########### ########### ######### # #### ######## ## ##, # ##### ######## # #######. ######## ###### # ##### ############## ### ###### # #####. #### ### ###### ##### #### ## ######## ############## # ###### (### ######## # # ######## ###–####), # ##### # ######## ######### (###### #### #### ## ######### ########## ###, ####### ######### ########### ## ####### ############ # #######).

######, ## ######## ## ########## ####(3) # ########(9).

3.3.

######### bio ############ ### #### ######## #####/######, ########## ####. ### ######## ########## # ###, ##### ########## (########## #####) ###### ######## ## ######, ### #######, ########, ##### # ######### ## #####, # ##### ##### ############# ############## ###### # ##### .

##, ### bio ############## ##########. ### ######, ### ## ###### ###### #### ### ####### # ####(2) # #####(2) ######## ## ############ ################ #########, ####### ## ###–####### ########## #### ## ########## ######### #####. ######, ## ########## ######### ####### (### # ###### ###### ### #########) ### ######### ########## ############ ############# #######.

########### ###### ################ # ###### #######, ###### #### ############ ############ ######, ############ # ############ ################ #########; # ##### ######, ########## ###### ######### #####. # ######### ####### ##### #### ############ ############### ####### g_write_data() # g_read_data(), ## ****###### ## ######****. # #########, ### ######## ## ##### ############## ##### ######## #######; ########, ####### ############## ### ########## #######, ############ # #### ########## .start() ### .stop().

4. ################ # #######

4.1.

#########, ## ##### ####### ###### ######### ############## ###### # ### ######### ## # ############ ################ ######### ########## ##### (#### ####). # ########### ######## ######## ############# ######## ######## #### # ####.

4.2. #####

######. ### ############## ##### #### ############ #### # ###### # #### ######. ######### ###### #### ######## *geom*.

#######, ####### ########## ##### ########## ###### ### # ####### (### ## ### ## ######### # ########## ########## ######).

- .init ########## #####, ##### ####### #### ########## ######## # ###### #### (########, ##### #####–###### ###### ####).
- .fini ##### ###### # ###### ###### #### ####### ## ###### (########, ### ######## ######).
- .taste ##########, ##### # ####### ########## ##### ##### ### ######### #### (##########). #### ####–######## #######, ## ### ####### ###### ####### # ######### ######### ####.
- .destroy_geom ########## ### ############# ######### ######### ####.
- .ctlconf ##### ######, ##### ############ ######## ######### ############ ############# ########## ####

####, ####### ########## # ######### ####.

.geom # ######### g_class # ### ###### (####) ########### ####, ############# ## ######.

#_##### ###### ####.

4.3.

####### # ### ########## ###### ### ########## ###### ######### (####### ####### #####). ######## ######### ##### ########## ## ########### ####### ######### ####### ######. # ####### #### ##### ### ######### (######: ######### ## #########) ####### ##### #### ############ # ########## #### # ##### ######### ######### ###### ##########. # ########### ####### #### #### ######### #####:

- struct g_provider *provider : ########## ##### ############### ###### ########## ####
- uint16_t n_disks : ########## ############ #### (##########), ############# ###### ########## ####
- struct g_consumer **disks : ###### struct g_consumer*. (########## ######## ######### ##########, ###### ### ##–##### #### ####### ### ### ######### ###### #_#########)

######### softc ######## ######### ########## ####. # ####### ########## #### #### #####.

4.4.

######, ## ###### ########## #:

- 16######### ###### ### ####### # ###### # ########## ##### (###### ### ### ######)
- ####32 ############## ######

###############, ### ###### #### ##### ### ########## # ########## # ################ ###### ####, ### ## ###########.

########## ########## # ######### ####### ########## ##### (####### ####### ####### ######### # ###).

(### ### ####### ## ##########, ## #### ########### ### ######## ####### ########## # ############## ############.)

4.5. ############/######## ##########

################## ####### #########:

- ############ ######### ######### ######### ####(8)

- ######### ###### ##### ####### #### ## ######## ######### # #### ########## geom_*CLASSNAME*.so (##–##### ###### ######### # /lib/geom).
- ### ######### ########## ### ###### ######(3), ######### ############### ####### # ########### ##–######## ######### ######.

########/############ ###### ########## ####:

- ####(8) #### ####### # ########## ######### ###### (###### ### label) # ######## ############### ####–###.
- ############### ####### ######### ######### # ######## ##########, ####### ############ ## ### ########## ########## ####.
- ### ########### (#####)# ############ ########## ##### (#### ### ####) # ######### ##### ##### ###–########## ########### ####. ######## ##### #### ######## ########## # ########## ######### ####.

(########### #### ################## ####### ####### ## ########## ##########, ## #### ############ ### ######## ####### ########## # ############## ############.)

4.6. ######### ######

############### ########## geom_CLASSNAME.so ############ ######### class_commands, ####### ######## ######## ######### struct g_command. ### ####### ########### ####### # ######## ######### #######:

```
####### [-#####] ###_geom [######]
```

########:

- ##### # ######## ########## # ##########, ##### ### ##### #### ######## # ######## ############ # ############ # ############### ########### ####
- ####### # ######### ##########, ## ####### ######### ########## ########### ####

#####:

- -v : ######### #####
- -f : #########

######### ########, # ####### ############ ########### # ########## ########## ##### #### ######### ## ############ ################ #########. ### #####, ######### g_command ######## #### gc_func, ##–##### ##### #### ########### ## ######## (# ###### .so), ######## ##### ######## ### ######### #######. # ######, ##### gc_func ##### ####, ######## ##### ######## ###### ####: ######## .ctlreq ###### ####.

4.7. ##########

######, ######## ######## # ########## #####, # ##### #### ######### #######, ########### ######## ### ######### ## ######## ########.

######## ########:

- .access : ############ ##### ######## (#######/#######/############### #######)
- .dumpconf : ########## ########## # ########## ####; ###### ###
- .orphan : ##########, ##### ############## ##### ## ########## ########### ####
- .spoiled : ##########, ##### ############ ###### # ########## ######### ####
- .start : ############ ####/#####

g_down # # #### ######### ## ##### #### ########## (####### ########## ########### # ###### ##########), ### ####### ########### ####### ########, ## ######–###### ######## #########.

##############, ######## ###### # ########## ######## ###### ######## ######## .start(), ####### ########## ###### ###, ##### ########## ####, ########### ########## ######, ######## ###### ###.

4.8. ###### ########## #######

######## #### # #### ## ######### # ############ ### ###### ########## (###### #######):

- g_down : ############ #######, ########## ## ############### ######### (#####, ### ####### ## ###–######### ################ #########) ## #### # ########## ###########

- g_up : ############ ###### ## ######### ######### ## #######, ########## ################ #####–#####

- g_event : ############ # ######### #######, ###### ######## ########## ####, ############# #### ##–#####, ####### ############# # #.#.

######, ########## ###–######:

- ######## ####### ########### ###### # ######### ######### ### # ######## ### ####### ####. ######## ####### #######, ### ######### #### ###### ########## ######, ### ### ######## ####### ########### ############### ### ########### ####.

- ###### ########### ####### ####### .start() # ###### #_#### # ######### ######## ########## ####.

- ####### ######### #### (########, ### ############## ######## (######### ######)) ##########, ### ###### ###### #### ############# ########### ########## #### (# #######, ######## #####). ####–####### ######### #### ######## ##### ######## ### (######## ### ****** ########## ### ######## ##### ############ #### ### ###### g_clone_bio()!), ######## #### ######## # ######## ########## #### # ##–####### ## ######### ##### ### ###### ####### g_io_request()

- ####### ##### ##### ######## ###### ###, ### ##### ####### .start() # ###### g_down. ####### ########## # ########### #####, ######## #### ###### # ######## ####### g_io_deliver() ######### ##### ####### ###

- ######, ######### # ########## ### ########### # ###### g_up. ####### # ###### g_up ########## ####–### .done() ############### ########, ######### ########## ########## ##########, ######### #####–######## ######### ######### ### ########### g_destroy_bio() # ######## g_io_deliver() ######### #######–####### ######

- ######## ####### ######## ###### # ######## ## ################# ########

###, ### ###### ########## # ######### bio ##### ############ ####, ######## #_###(9) (######## ######## ## ############## ##### bio_parent # bio_children).

###, ### ****** ********* ********** # ******* *G_UP # G_DOWN*. ### ######## ######## ####, ### ###### ###### # #### #######:

- ######## ####### msleep() ### tsleep().

- ############ ####### g_write_data() # g_read_data(), ### ### ### ########## # ###### ###### ####### # ##–########## ####.

- ####### ####/#####.

- ######## ######(9) # uma_zalloc() # ############## ###### M_WAITOK.

- ############ ##(9)

#####/######, ### ### ###–
####### ###### ## ##### ###### ######### ######, # ### ######## ## ########## ##### (##### ## ## ####
#######). ### ##### ######, ### # ############## ####### ############
######## ######### ######, ########: ##### ####### ############## ####### ######### ######. # ###–
####: ######## ############## ####### #######.

4.9. ####### ###### ##########, ############### ### ############## # ####

####### ###### ########## ######### ######## #######_######(9), # ##### ######### ### ##### # ####–
####, ########## # ############ ################ #########, ## #### #### #######: ### ## ##### ####–
##########; ## ########## # ########## ######## #######_####(9)

g_down (####### .start()) ##
########. ### ###### ####### ############# ######## (###### #########): # ### #### ####### #######
(####### ########### ######### ## ###### ####### ## ###### #######; ####### ########## ######## ###–
######), ####### ## ####### ########## #### ## ###### # ############## # ####### ##### switch().

######## ############ ############# ########## ######, ####### ############ ####### #####/######,
##, ### ## ##### ############# ## #### #############. ###, ##########, ##############, ## ###### ####
########. ############ # ###### # ######, ## ##### ########## ####### ################ ###–
########## ###### # ####### ####. ##### ############## # ################ ###### ##### ###### ###
.start(), ###### ###### ######## ####### ### ###### # #######.

#######, #####–
#####. ### ##### ######, ## ##### #### #########. # ########## ###–
####, ######### ######## ######## .done() ##### #### ######### ###### g_up.

(#####(9)) #### #### ######## # ## ######### ## ############ ############–
##########. #### # ####
############, ## ##### ############ ##(9). # ###### #######, #### ### #### ###### ########## # #####
######, ## ###### ######## ###### ### #########.