######

<ivoras@FreeBSD.org>

########: 54291

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

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

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

2020#06#23 13:48:26 ## ######.

#########

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

########

1.

1.1.

############# ## ###### ########### ## ###### # ## ## ### ## ### ##### ##### ##### ## ###### ####### ## ### ### ## ######## #########, ### ### ###### #### ### ######!# ###### ##### ####. #######, ##### ### #### #### ### ###### (#### ## #### ######### ########) ######## ###### #### ###### ## ####### ###### ######### ## ####:

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

- ### ####### ############# ######## # #### #### ### ############# #######, ######## ############ ## ####### ######### ########### ### ##########. ### #### ######### ####### ## 13, ####### ####### ###### #######.

- ### ########## ####### ## ####### ##### ### #### # ######## ####### ########### ######## ## ###### ##########.

- ### ### ##### ## ####### 9 # ### ######### ############# ## ####### #########.

- ### ####(4) ### #### ### ##### #### ###### # ### ####### ############ ## ### #### #########.

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

2.

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

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

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() ### ## ####, ### *not always*. ## ##########, #### ###### ## #### #### # ##### ## ####; ### #######, ### #### ######## ##### ## ### ######## ##### #### ###### ### .start() ### .stop() #########.

4. ## ####

4.1.

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

4.2. ####

####. ##### ############### ### ## ######## ## # ######### #######. ######### ## #### ####### ### ###### *geoms*.

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

- .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 ########. ######## ### ## ####### ###### ### #### ####:

```
verb [-options] geomname [other]
```

###:

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

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

###:

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

- -f : #####

#######, #### ## ######## ### ########## ######## ### ## ######### ## ########. ### ####, struct 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() ######## #### ## ### #_#### ###### ### ####### ### #### ##### #### ########.
- #### ######### #### ######## (### ####### ### ######### ######) ########## #### ### ####### ###### ## ###### ## # ########### ######## (### ####### ### #### ######). ## ##### # #### ## ### ### ####### (### ######## *ALWAYS* #### ## ## ###### ####### #########, #### g_clone_bio()!), ######## ### #### ###### ### ###### ######## ###### ### ######## ### #### #### g_io_request()
- ### #### ###### #### ### ### ####### #### ## # #### ## .start() ## ### g_down ######. ## ##### ## ########, #### ### #### ####, ### ##### g_io_deliver() ## ### ###.
- ###, ### ############ ## ### ########## ######## ### ## ### g_up ######. ##### ### ######### ###### #### .done() ###### ## ### g_up ######, ## #### ########### ###### ## ### ### ## #### ### ###### bio ######### (#### g_destroy_bio()) ### ##### g_io_deliver() ## ### ######## #######.
- ### ########## #### ### #### ### ######### ## ## ########.

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

##: *THERE CAN BE NO SLEEPING IN G_UP AND G_DOWN THREADS.* #### ##### #### #### ## ### ######### ###### ### ## #### ## ##### ####### (### #### ## ## ###### ### ########, ### #### ###########):

- ##### ## msleep() ### tsleep(), #########.
- ##### ## g_write_data() ### g_read_data(), ####### ##### ##### ####### ####### ### #### ## ######### ### #########.
- ####### ### #/#.
- ##### ## ######(9) ### uma_zalloc() #### M_WAITOK #### ###
- ## ### ##### ######### #####

#/# ####### ####, ##### ######## ## ####### ### ########## ### ##### ### ## ## ########### ## ### #### #### ## #### (##### ### #### #####, #### ######### ####### ####). ## #### ##### #### ##### ## ### #### #### ### ## #### ## ##### #######; ### #######, ###### ### ####### ##### ######## ###### ##########. ###########, ##### ## # ### ###: ######## ########## ###### #######.

4.9. ###### ####### ### ### ## ####

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

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

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

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

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