Σχεδίαση ολοκληρωμένου πηνίου στο HFSS  
Αναφορά Εργασιασ

Τσαρναδέλης Αθανάσιος Γρηγόριος  
10388

Περιεχόμενα

[Σχεδίαση πηνίου 3](#_Toc163843180)

[Substrate 3](#_Toc163843181)

[Μονωτικό – Oxide 4](#_Toc163843182)

[Passivation 5](#_Toc163843183)

[Air Body 6](#_Toc163843184)

[Ground 7](#_Toc163843185)

[Σχετικό σύστημα συντεταγμένων - Offset CS 8](#_Toc163843186)

[Γεωμετρία πηνίου 9](#_Toc163843187)

[Ground block 11](#_Toc163843188)

[Sources 12](#_Toc163843189)

[Τελική εικόνα 12](#_Toc163843190)

[Προσομοίωση και ανάλυση S παραμέτρων 13](#_Toc163843191)

[Analysis setup 13](#_Toc163843192)

[Frequency Sweep 13](#_Toc163843193)

[Διάγραμμα S παραμέτρων 14](#_Toc163843194)

[Διαγράμματα αυτεπαγωγής, αντίστασης και συντελεστή ποιότητας 15](#_Toc163843195)

# Σχεδίαση πηνίου

Για την σχεδίαση του πηνίου βασίζομαι στο δοσμένο υπόδειγμα PDF και τροποποιώ κατάλληλα για να σχεδιάσω σύμφωνα με τις δοσμένες προδιαγραφές. Αυτές είναι:

* Spiral 1T, πλάτος W=14um, διάμετρος D=185um, πάχος 3.3um, υλικό Copper
* Substrate πάχους 700um από υλικό Silicon Oxide (το υλικό δίνεται στο υπόδειγμα)
* Μονωτικό πάχους 14um από υλικό SiO2
* Passivation πάχους 0.7um, εr=7.9 (το υλικό δίνεται στο υπόδειγμα)

Για το συγκεκριμένο πηνίο 1Τ δεν χρειάζομαι underpass και via μεταξύ των μετάλλων. Τέλος η απόσταση του μετάλλου 9, το μέταλλο του πηνίου, από το substrate είναι 5.1um.

## Substrate

Σχεδιάζω με βάση το υπόδειγμα με το καινούριο πάχος και ορίζω το υλικό όπως στο υπόδειγμα.

A screenshot of a computer

Description automatically generatedA screenshot of a computer

Description automatically generatedA green cube with arrows pointing at the top

Description automatically generated

Figure 1: Σχέδιο, συντεταγμένες, διαστάσεις και υλικό του substrate

## Μονωτικό – Oxide

Ομοίως με πριν σχεδιάζω το Oxide. Δεν χρειάζεται να ορίσω υλικό, καθώς το silicon dioxide υπάρχει έτοιμο.

A screenshot of a computer

Description automatically generatedA screenshot of a computer

Description automatically generatedA diagram of a cube

Description automatically generated

Figure 2:Σχέδιο, συντεταγμένες, διαστάσεις και υλικό του μονωτικού

## Passivation

Όμοια με το substrate, σχεδιάζω με βάση το υπόδειγμα, με το ίδιο πάχος και ορίζοντας το ίδιο υλικό.

A screenshot of a material

Description automatically generatedA screenshot of a computer

Description automatically generatedA graphing cube with a purple square and blue square

Description automatically generated with medium confidence

Figure 3:Σχέδιο, συντεταγμένες, διαστάσεις και υλικό του passivation

## Air Body

Το air body στο υπόδειγμα είναι μικρότερο από το substrate μου, άρα αυξάνω το πάχος του air body στα 1100um. Σαν υλικό επιλέγω το ήδη έτοιμο vacuum. Μετέπειτα κάνω Assign Radiation Boundary.

A screenshot of a computer

Description automatically generatedA screenshot of a computer

Description automatically generatedA green rectangular object on grid

Description automatically generated

Figure 4:Σχέδιο, συντεταγμένες, διαστάσεις και υλικό του air body

## Ground

Δημιουργώ το Ground και έπειτα κάνω Assign Perfect E στο ground.

A screenshot of a computer

Description automatically generatedA diagram of a cube with a purple square

Description automatically generated

Figure 5:Σχέδιο, συντεταγμένες και διαστάσεις του ground

## Σχετικό σύστημα συντεταγμένων - Offset CS

Δημιουργώ το σχετικό σύστημα συντεταγμένων εντός του μονωτικού, και σε απόσταση 5.1um από το substrate, καθώς αυτή πρέπει να είναι η απόσταση του πηνίου από το substrate.

A screenshot of a computer

Description automatically generatedA graph with a diagram of a square box

Description automatically generated with medium confidence

Figure 6:Σχέδιο, συντεταγμένες και διαστάσεις του σχετικού συστήματος συντεταγμένων

## Γεωμετρία πηνίου

Χρησιμοποιώ το υπόδειγμα για να βρω τα σημεία του πηνίου με τις δικές μου διαστάσεις. Επίσης προσθέτω το κατάλληλο πάχος. Το πρώτο και τελευταίο σημείο αφορούν τις δύο θύρες του πηνίου. Δεν χρειάζομαι underpass, άρα το πηνίο είναι στο μέταλλο 9 και είναι επίπεδο. Επίσης δεν χρειάζομαι via μεταξύ των μετάλλων. Σαν υλικό επιλέγω το ήδη έτοιμο copper.

A graph paper with arrows and a line

Description automatically generated with medium confidence

Figure 7: Σχέδιο γεωμετρίας πηνίου

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Figure 8: Ρυθμίσεις σχήματος και πάχους πηνίου

Line 1 A screenshot of a computer

Description automatically generated

Line 2 A screenshot of a computer

Description automatically generated

Line 3 A screenshot of a computer

Description automatically generated

Line 4 A screenshot of a computer

Description automatically generated

Line 5 A screenshot of a computer

Description automatically generated

Line 6 A screenshot of a computer

Description automatically generated

Line 7 A screenshot of a computer

Description automatically generated

Figure 9: Συντεταγμένες σημείων πηνίου

Έπειτα κάνω Seed Mesh Conductors. Έχω τελειώσει με την γεωμετρία του πηνίου και προχωράω στα sources και στο ground block.

## Ground block

Στο υπόδειγμα δημιουργείται ένα ground ring γύρω από το πηνίο. Για το συγκεκριμένο πηνίο όμως, αρκεί ένα ground block για να χρησιμοποιήσω ως αναφορά για τις πηγές που θα προσθέσω μετέπειτα. Σαν υλικό επιλέγω το pec, όπως στο υπόδειγμα.

A graph paper with green rectangles

Description automatically generatedA green rectangular objects on a graph paper

Description automatically generated

Figure 10:Σχέδιο του ground block α) διαγώνια β)προβολή από πάνω

A screenshot of a computer

Description automatically generatedA screenshot of a computer

Description automatically generated

Figure 11: Συντεταγμένες, διαστάσεις και υλικό του ground block

## Sources

A screenshot of a computer

Description automatically generatedΤοποθετώ τις πηγές μου με τροποποιημένο μέγεθος. Έπειτα κάνω Assign Excitation (Lumped Port) για τις δύο πηγές. Χρησιμοποιώ το ground block ως αναφορά.

A screenshot of a computer

Description automatically generatedA grid with a grid and a purple square

Description automatically generated with medium confidence

Source2

Source1

Figure 12:Σχέδιο, συντεταγμένες kai διαστάσεις των sources

## Τελική εικόνα

A green square with red and blue arrows

Description automatically generated

Figure 13: Τελικό σχέδιο πηνίου

# Προσομοίωση και ανάλυση S παραμέτρων

## Analysis setup

Δημιουργώ ένα analysis setup σύμφωνα με το υπόδειγμα.

A screenshot of a computer

Description automatically generated A screenshot of a computer

Description automatically generated

Figure 14: Ρυθμίσεις του analysis setup

## Frequency Sweep

Όμοια δημιουργώ ένα frequency sweep για τις συχνότητες της εκφώνησης.

A screenshot of a computer

Description automatically generated A screenshot of a computer program

Description automatically generated

Figure 15: Ρυθμίσεις frequency sweep

## Διάγραμμα S παραμέτρων

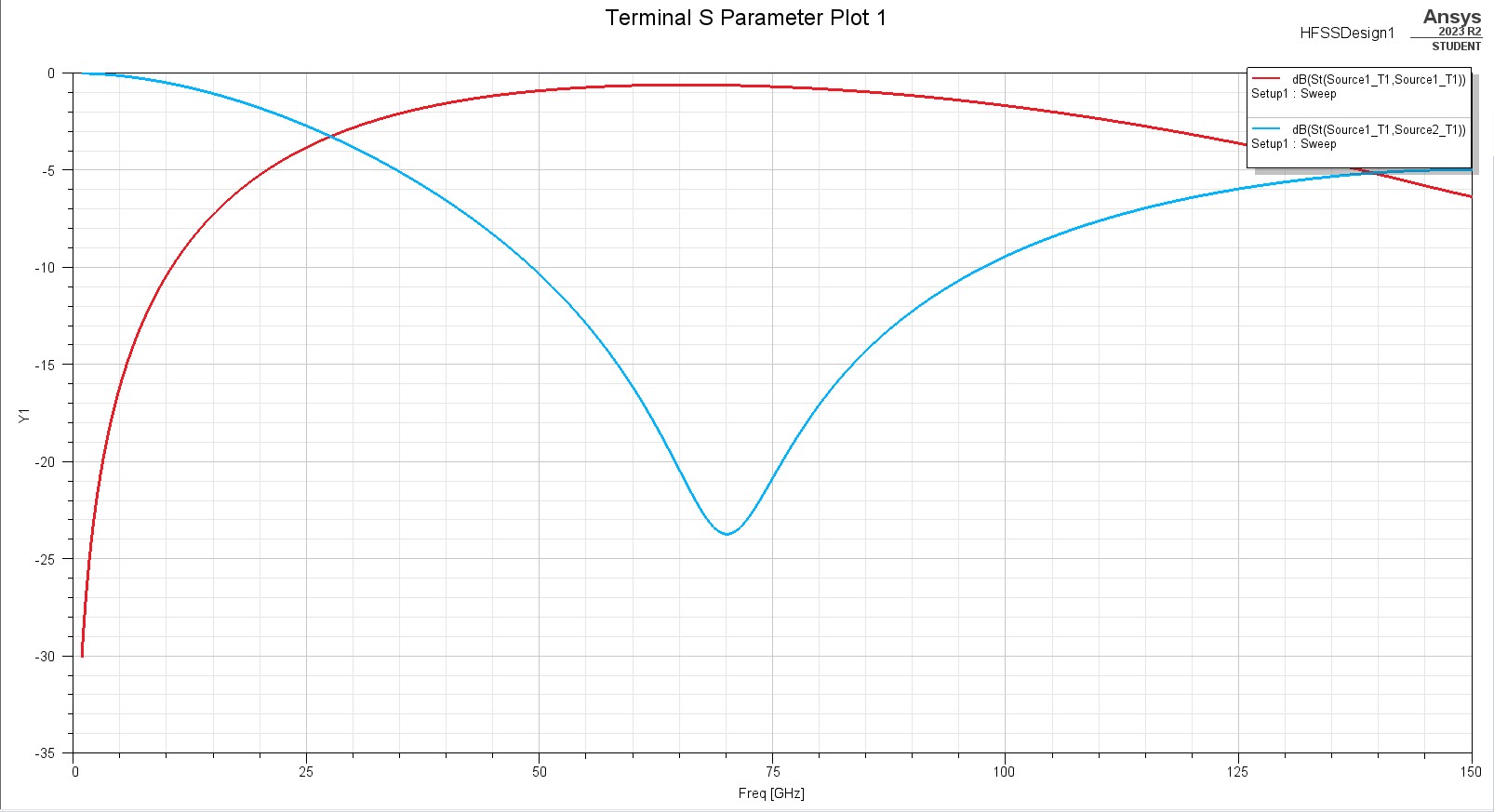


Figure 16: Διάγραμμα s παραμέτρων

# Διαγράμματα αυτεπαγωγής, αντίστασης και συντελεστή ποιότητας

A graph with a red line

Description automatically generated

Figure 17: Διάγραμμα αυτεπαγωγής L

Παρατηρώ ότι έχω τιμές μεγάλου L της τάξης 1.5-2 nH για τις συχνότητες 50-60 GHz. Για χαμηλότερες συχνότητες έχω μικρότερη και σχετικά σταθερή τιμή αυτεπαγωγής, ενώ για υψηλότερες έχω απότομη πτώση στα αρνητικά, λόγω των παρασιτικών χωρητικοτήτων του πηνίου με το substrate.

A graph of a graph

Description automatically generated

Figure 18: Διάγραμμα αντίστασης R

Παρατηρώ ότι για τις συχνότητες που έχω υψηλές τιμές αυτεπαγωγής (50-60 GHz) έχω μικρή αλλά όχι μηδενική τιμή αντίστασης, της τάξης των 500Ω . Παρατηρώ μια κορυφή στα 65 GHz.

A graph with a red line

Description automatically generated

Figure 19: Διάγραμμα συντελεστή ποιότητας Q

Για τις συχνότητες 50-60 GHz παρατηρώ ότι ο συντελεστής Q είναι 1 έως 4, με καλύτερο συντελεστή ποιότητας για χαμηλότερες συχνότητες. Και από τα 3 διαγράμματα παραπάνω συμπεραίνω πως έχω καλύτερη συμπεριφορά κοντά στα 50 GHz, καθώς έχω ικανοποιητικά μεγάλα L,Q και μικρότερη R, σε σχέση με τα 60 GHz.